

И.М. Яшин, И.И. Васенев, Р.А. Атенбеков

ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПОЧВЕННОЙ ЭКСКУРСИИ GUIDE TO SOIL EXCURSION

**Международный конгресс Европейского общества
почвоведов «Экологическая оценка и охрана почв»**



**Москва 2016
18-22.05.2015
Moscow, Russia**

**Российский государственный аграрный
университет - МСХА имени К.А. Тимирязева
Докучаевское общество почвоведов
Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ)**

И.М. Яшин, И.И. Васенев, Р.А. Атенбеков

ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПОЧВЕННОЙ ЭКСКУРСИИ GUIDE TO SOIL EXCURSION

**Международный конгресс Европейского общества
почвоведов «Экологическая оценка и охрана почв»**



Москва, Россия (2016)

18-22.05.2015

Moscow, Russia

УДК: 631. 48/455

И.М. Яшин, И.И. Васенев, Р.А. Атенбеков. Путеводитель почвенной экскурсии. Международный конгресс Европейского общества почвоведов «Экологическая оценка и охрана почв». М.: РГАУ-МСХА. 2016. - 20 с.

Рецензент: профессор кафедры почвоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, профессор В.И. Савич.

Материалы, представленные в путеводителе, знакомят экскурсантов Конгресса с почвами и ландшафтами Переславль-Залесского района Ярославской области России. Участникам Международного Конгресса Европейского общества почвоведов будут представлены в агроландшафтах подзоны южной тайги полно *профильные разрезы дерново-подзолистых, дерновых оглеенных почв*. Охарактеризованы их генезис, морфология, физические, химические свойства, эволюция и экологические риски. Предложена *дискуссия* по актуальным вопросам классификации, диагностики и географии почв. На демонстрационных объектах будут рассмотрены водная эрозия и охрана почв – регулирование и поддержание почвенного плодородия с помощью химических средств мелиорации, внедрения противоэрозионных (почвозащитных) посевов многолетних трав и сидерация.

Полевая экскурсия участников конгресса проходила 20 мая 2015 г. Модератором экскурсии по почвенным разрезам и оценке экологической ситуации в связи с глобальным изменением климата выступал профессор кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева – И.М. Яшин; переводчик – доцент Российского университета дружбы народов (РУДН) - В.И. Васенев.

На обложке: одна из групп участников полевой экскурсии Международного Конгресса Европейского общества почвоведов обсуждают генезис почвы на плакоре выположенного увала в агроландшафте ОАО «Дружба» Переславль-Залесского района Ярославской области (фото И.М. Яшина, 2015).

Фото на 2-й странице: типичный почвенный профиль дерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почвы на покровных бескарбонатных суглинках на плакоре агроландшафта в 74 м к Ю от автобусной остановки в д. Дубки ОАО «Дружба» (фото И.М. Яшина, 2010).

ISBN

СОДЕРЖАНИЕ (Contents)

Введение.....	5
Introduction.....	
Глава 1. Краткие сведения о климате, рельефе, растительности, почвах ОАО «Дружба» Ярославской области.....	6
Глава 2. Почвенная экскурсия в агроландшафтах ОАО «Дружба» Ярославской области.....	8
2.1. Морфология почв.....	8
2.2. Химические свойства почв агроландшафтов	10
2.3. Гранулометрический состав почв	14
2.4. Водная эрозия почв.....	15
2.5. О генезисе почв и подзолообразовании.....	16
Глава 3. Исследование водной миграции веществ (и экотоксикантов) в почвах с помощью метода сорбционных лизиметров.....	17
3.1. Конструкции сорбционных лизиметров.....	17
3.2. Применение сорбционных лизиметров в почвах стационарных площадок некоторых ландшафтов России.....	19
Выводы.....	22

ВВЕДЕНИЕ

Маршрут полевой почвенной экскурсии Международного Конгресса Европейского общества почвоведов проходит в аграрных экосистемах – на пашне, лугах и сенокосах. *Полевые маршруты подготовлены* профессорами кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева И.М. Яшиным и И.И. Васеневым. При стационарном изучении почв и агроэкосистем ОАО «Дружба» (ранее бывшего учебного хозяйства РГАУ-МСХА) также участвовали аспиранты, магистры и студенты-экологи: в агроландшафтах учхоза в 2009-2015 гг. проходила выездная учебная практика.

Во время *полевой почвенной экскурсии* с участниками Международного конгресса будут обсуждаться следующие вопросы:

1. Экологическое состояние, генезис и охрана дерново-подзолистых почв в эрозионной и переувлажненной катенах ОАО «Дружба»;
2. Влияние приемов окультуривания на химические свойства (и кислотность) дерново-подзолистых почв, а также компенсация экологических рисков;
3. Эволюция и деградация почвенного покрова;
4. Влияние травосеяния на стабилизацию гумусового состояния почв.
5. Исследование водной миграции веществ (и экотоксикантов) в почвах с помощью метода сорбционных лизиметров: вопросы теории и практики.

Почвенно-экологические исследования и морфологическое описание профилей почв в катенах ОАО «Дружба» выполнены профессорами И.М. Яшиным и И.И. Васеневым. Индексировка основных генетических горизонтов и названия почвенных типов даны по книгам «Классификация и диагностика почв» (1977); «Классификация почв России» (2004); классификация ФАО ЮНЕСКО (Почвенная карта Мира, 1990).

Химические анализы выполнены аспирантами и специалистами в сертифицированной лаборатории ГЦАС «Московский» по стандартным методикам в соответствии с ГОСТами.

Гранулометрический состав – по Качинскому; гумус – по Тюрину; pH – потенциометрически; микроэлементы и ионы тяжелых металлов – на атомно-абсорбционном спектрофотометре.

Подготовка сорбционных лизиметров, их установка в почвенные профили проходила в соответствии с методическими рекомендациями, изложенными в книге И.С. Кауричев, И.М. Яшин, В.А. Черников «Теория и практика метода сорбционных лизиметров в экологических исследованиях» (1996). Активное участие при реализации программы полевой почвенной экскурсии Международного Конгресса Европейского общества почвоведов принимали соискатели кафедры экологии Р.А. Атенбеков, С.Р. Рамазанов, а также студенты-дипломники Артур Кашаев и Дмитрий Кружалин.

ГЛАВА 1. Краткие сведения о климате, рельефе, растительности и почвах ОАО «Дружба» Переславль-Залесского района Ярославской области

Ярославская область в географическом отношении расположена в центре обширной Русской равнины. Ее территория составляет 36,4 тыс. км². *Город Ярославль в 2010 году отметил свое тысячелетие.*

Полевая экскурсия проходит в южной части Ярославской области, в аграрных ландшафтах ОАО «Дружба». Ниже представлены сведения о климате, рельефе, растительности, почвах и природе этого южно-таежного региона.

Климат - умеренно-континентальный. Безморозный период длится 92-181 дней. В период вегетации выпадает 70% массы осадков. Величина испарения достигает 400 мм за год. Водный режим промывной. Период вегетации – 165-170 суток. Сумма температур $>10^{\circ}\text{C}$ составляет 1850-1900 $^{\circ}\text{C}$. Средняя годовая температура воздуха $+3,4^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое количество осадков 550-600 мм. Абсолютный минимум минус 45 $^{\circ}\text{C}$. Абсолютный максимум $+35^{\circ}\text{C}$. Летняя засуха бывает один раз в 20 лет, а избыточно влажные годы повторяются каждые 10-15 лет. На открытых пространствах почвы промерзают на глубину 54-75см, а в лесу – 28-37см. За счет зимних осадков в почвах накапливается 80-100 мм воды. Поверхностный сток талых вод часто идет по не оттаявшей почве, смывая оставшиеся на поверхности растительные остатки, частицы почвы в местные базисы эрозии. Биоклиматические ресурсы региона ограничивают набор возделываемых культур. Наряду с этим условия климата благоприятны для развития процессов оглеения и подзолообразования, активного подкисления почв.

Рельеф изучаемой территории представлен холмисто - увалистой эрозионной мореной равниной. Абсолютные отметки местности не превышают 177м над у.м. В геоморфологическом отношении территория учхоза отличается мелко холмистым и полого-увалистым рельефом с плоскими плакорами. Овражно-балочная сеть выражена достаточно активно: по тальвегам распространены заболоченные и закустаренные луга. Склоны мореных увалов подвержены эрозии.

Почвообразующие и подстилающие породы. Основание мореной равнины Переславль-Залесского региона сложено известняками каменноугольного периода. Эти морские осадочные породы перекрыты ледниковой суглинистой мореной и покровными (нередко карбонатно-кальциевыми) суглинками. Морена московского оледенения характеризуется красновато-бурым цветом, сильной завалуненностью и щебнистостью, высокой

плотностью, слабой фильтрационной способностью почвенных растворов и лизиметрических вод, опесчаненностью и наличием дресвы. Покровные суглинки более благоприятны для формирования почв. Они обуславливают достаточно однородный гранулометрический состав почв, заимствованный от почвообразующей породы.

Растительность. Исследуемая территория приурочена к подзоне южной тайги. Ландшафты весьма живописные. Растительные сообщества представлены лесными, болотными, луговыми и полевыми видами. Отмечена дигрессия растительного покрова. Она происходит под влиянием как внешних факторов – изменения климата и антропогенных продуктов, так и вследствие почвоутомления, усиления кислотности и водной миграции элементов питания из почв.

Луговые травянистые экосистемы

Луговая растительность в регионе представлена следующими типами:

1-й – суходольные луга. Они приурочены к плакорам мореных увалов, опушкам леса, лесным полянам, залежам, склонам балок и увлажняются в основном атмосферными осадками. Здесь преобладают злаково-разнотравные ассоциации на дерново-подзолистых почвах,

2-й – суходолы временного избыточного увлажнения распространены по межуваulistым депрессиям и слабодренированным участкам на плакорах и очень пологих, часто закоряженных склонах увалов. Среди них встречаются щучково-вейниково-разнотравные, полевично-щучково-разнотравные и щучково-разнотравные ассоциации. Почвы обычно в той или иной мере **оглеенные**, уровень залегания грунтовых вод составляет 95-135 см.

3-й – низинные луга. Распространены в Переславль-Залесских ландшафтах по межуваulistым понижениям и развиваются в условиях избыточного увлажнения (поверхностного или грунтового). Как правило, это *осоковые, осоково-щучково-разнотравные, злаково-осоковые луга* на дерново-оглеенных и дерново-подзолистых глеевых почвах тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Грунтовые воды подходят близко к поверхности и оказывают негативное влияние на водно-воздушный и пищевой режимы. Низинные луга образуют переходные зоны к травяным болотам.

4-й – пойменные луга. Формируются в поймах рек и имеют локальное распространение.

Почвы и почвенный покров ОАО «Дружба»

На территории ОАО «Дружба» широко распространены *почвы подзолистого типа*. Их профиль обычно развивается под воздействием таежной растительности (биогеохимического круговорота веществ), вертикальных абиотических потоков водорастворимых органических

веществ с кислотными и комплексообразующими свойствами, периодического сезонного оглеения поверхностных горизонтов при ярком дефиците обменно поглощенного кальция, доступных форм фосфора и азота.

Типичные подзолистые почвы (индекс II) распространены в лесах учхоза под кронами вечнозеленой хвойной растительности. В меж кроновом пространстве деревьев развиты дерново-подзолистые почвы. *Они используются для фонового мониторинга.* Например, на склонах увалов нередко можно встретить профили «со вторым гумусовым горизонтом». Это эродированные – **намытые почвы**.

Дерново-подзолистые почвы имеют довольно сложную систему генетических горизонтов. *После сведения лесных массивов* эти почвы использовались длительное время в агроландшафтах. Пашни нередко забрасывались земледельцами из-за низкой продуктивности и вновь зарастали кустарником, вторичными лесами. *При подсечной системе земледелия* новые и удобные участки леса осенью вырубались или сжигались, а почвы вновь распахивались.

Окультуренные дерново-подзолистые почвы (садово-огородные и «монастырские» почвы) - самые плодородные пахотные почвы таежной зоны. *В их профиле отсутствуют горизонты EL, EL/B.* Пахотный горизонт залегает на иллювиальном В, *верхняя часть которого уже трансформирована.* Эти почвы богаты доступными формами элементов питания, гумусом, азотом и обменно поглощенным кальцием. *Подобные свойства приобретаются почвой в течение столетий, особенно вблизи церквей и монастырей. Раньше такие почвы именовались как монастырские.*

Дерново-глеевые почвы распространены в ложинах, ложбинах и в нижней части пологих склонов увалов (и холмов) при близком (в пределах 1,5м) залегании жестких грунтовых вод, обогащенных соединениями кальция и магния. Оглеение выражено в форме ржаво-сизовато-охристых примазок и обилия Fe-Mn конкреций.

Глава 2. Почвенная экскурсия в агроландшафтах Переславль-Залесского района Ярославской области

Участникам полевой почвенной экскурсии будет представлена информация о почвах эрозионной катены под озимыми (у д. **Алексино**), а также сведения о почвах катены вблизи д. **Михалево, на сенокосе**. В указанных катенах длительное время (с 2009 г.) проводится стационарное исследование почв, в частности, водная миграция веществ.

Полнопрофильные почвенные разрезы охватывали основные участки рельефа: плакоры, склоны и подошвы склонов (рис.1). Использовали традиционные полевые и лабораторные методы почвенно-экологических исследований.



Рис.1. Агроландшафты ОАО «Дружба» - вид на «эрозионную катену» (справа), заложенную в полевом ландшафте. Слева – у д. Алексино - поле «чистого пара» (фото Яшина И.М., 2014).

2.1. МОРФОЛОГИЯ ПОЧВ

Рассмотрим морфологические признаки некоторых почв **катены** у д. Михалево, на сенокосе. В почвах разрезов **5 и 6** был исследован также гранулометрический состав.

Разрез 5. Заложен на плакоре увала, на скошенном сенокосе, в 420 м на С-В от д. Михалево и на С от шоссе в 50 м. Абсолютная отметка местности: 217 м над у.м. На поверхности почвы много микрозападин и ложбинок стока. Растительность окультуренного сенокоса представлена тимopheевкой луговой, ежой сборной, овсяницей луговой, костром безостым и клевером луговым. *Верхние горизонты почвы (полоса вблизи шоссе) антропогенно эродированы за счет отсыпки грунта для полотна дороги при ее строительстве, поэтому карбонаты кальция залегают в профиле нетипично близко к поверхности.*

A_d	0-2 (2)	Слабо развитая дернина из живых корней: локально куртинки растений, много детрита и растительных остатков.
A₁	2-20(18)	Свежий, серый, легкосуглинистый, комковато-плитчато-пылеватый, средне уплотненный, корни растений, переход резкий.
B₁	20-53(33)	Свежий, палевый с почти черными длинными затеками ВОВ (<i>признаки водной миграции веществ</i>), среднесуглинистый, очень плотный, ореховато-призматический, по граням педов темно-серые и буроватые примазки, переход резкий по вскипанию от 10% HCL.



Рис. 2. Профиль **разреза 3 (А)** дерново-сильноподзолистой легкосуглинистой почвы на склоне увала 1-й «эрозионной катены»; гумусовый горизонт р. 3 очень мощный, с плотной «плужной подошвой» почти черного цвета; **В** – профиль **разреза 6** дерново-сильноподзолистой почвы у д. Михалево, в западине на сенокосе (фото Яшина И.М., 2014).

B_{2Ca}	53-79(26)	Влажный, светло-палевый, среднесуглинистый, комковато-призматический, очень плотный, мелкая дресва и округлый щебень CaCO ₃ , от 10% HCL сильно вскипает дресва и мелкозем при его подсыхании, локально темно-серые затеки.
B_{3Ca}	79-115(36)	Сырой, светло палевый, тяжелосуглинистый, комковатый, средне уплотненный, много дресвы CaCO ₃ , от 10% HCL бурно вскипает дресва и мелкозем уже <u>без его подсыхания</u> , переход постепенный по влажности.
BC_{Caг}	115-141(26)	Мокрый (при стоянии в разрезе появляется вода), буровато-палевый, тяжелосуглинистый, липкий, комковатый, <u>ожелезнение выявляется</u> при подсыхании мелкозема в форме диффузионно размытых пятен и примазок Fe-Mn на педах . От 10% HCL бурно вскипает дресва и мелкозем почвы.

Почва: дерново-слабоподзолистая остаточно-карбонатная грунтово-глееватая легкосуглинистая на покровных карбонатных суглинках.

Разрез 6.

Заложен на С, от **р.5** направление - прямо к лесу, в **85** м. Нижняя 1/3 очень пологого склона увала северной экспозиции. Абсолютная отметка местности 215 м над у.м. Сенокос окультуренный (скошен). Растительность: тимopheевка луговая, ежа сборная, овсяница луговая, костер безостый, клевер луговой. Состояние поверхности почвы: ярко выражен микрорельеф в виде потяжин и ложбинок стока, сглаженные бугорки; дернина верхних горизонтов почв (по ложбинам) локально зачочкарена.

Морфологическое описание профиля разреза 6.

A_d	0-1 (1)	Дернина из живых корней: плотная, локально куртинки растений, много детрита и растительных остатков, рядом кротовины, переход резкий, заметны мелкие угольки.
A₁	1-26(25)	Свежий, серый, легкосуглинистый, комковато-пылеватый, плотный, корни растений, много ходов червей и копролитов на глубине 8-12 см, мелкозем локально перемешан грызунами (кротовины на поверхности почвы), переход резкий по цвету.
EL_g	26-41(15)	Свежий, интенсивно белесый в сухом состоянии, супесчаный , слабо уплотненный, пластинчатый, по граням педов темно-серые и буроватые примазки, много Fe-Mn мелких конкреций, диффузионно размытых примазок, но они локальные (поэтому мазок в полевом дневнике палево-белесоватый), переход языковатый.
EL/B_g	41-61(20)	Влажный, белесо-палевый, среднесуглинистый, мелко глыбистый с плитчатыми педами, очень плотный, дресва мелкая и щебень, но от 10% HCL не вскипает, локально по граням структурных отдельностей четкие темно-серые и бурые затеки и примазки, переход постепенный.
B_{1g}	61-95(34)	Сырой, палевый, тяжелосуглинистый, мелко глыбистый, очень плотный и вязкий, от 10% HCL не вскипает, по граням педов буро-серые примазки, много мелких Fe-Mn конкреций (<i>оглеение по всему горизонту ярко выражено, возможно, раньше это был глеевый горизонт</i>), переход постепенный по влажности.
BC_g	95-141(46)	Мокрый (<i>с 141 см сочится вода</i>), буровато-палевый с четким сизоватым оттенком, тяжелосуглинистый, липкий, комковато-мелкоглыбистый, ожелезнение выявляется при подсыхании мелкозема в форме диффузионно размытых пятен и примазок на педах. От 10% HCL не вскипает.

Почва: дерново-сильноподзолистая профильно глееватая легкосуглинистая на покровных бескарбонатных суглинках.

2.2. Химические свойства почв

Анализируя морфологию почвы **разреза 6**, отметим следующее. Если бы в аграрных и других ландшафтах ОАО «Дружба» были распространены **серые** почвы с очень мощным гумусовым горизонтом на карбонатно-кальциевой почвообразующей породе, то подобного **яркого подзолообразования** в почве не наблюдалось. В понижениях рельефа формировались бы те же **серые, но оглеенные почвы, трансформируемые затем в дерново-глеевые аналоги. Процесс подзолообразования в серых почвах**, например Рязанской и Тульской областях, резко затормаживается вследствие карбонатно-кальциевого барьера миграции и осаждения органических кислот катионами кальция.

В лесных ландшафтах подзоны *южной тайги, по понижениям*, распространены болотно-подзолистые почвы с очень мощными подзолистым и глеевым горизонтами. При сведении леса подзолистый горизонт **нередко остается**, устремляясь глубже пахотного слоя, что и наблюдается в изучаемых почвах. Мощный гумусовый горизонт создается здесь в результате окультуривания подзолистых и дерново-подзолистых почв за счет

Таблица 1

Химические свойства почв катен учхоза «Дружба» Ярославской области
(отбор проб почвы в июле 2014 г.)

Горизонт и глубина отбора образцов, см	pH _{KCl}	Орган. в-во, по Тюрину, %	мг-экв на 100 г почвы			Подвижные формы	
			Hг	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ₂ PO ₄ ⁻	K+
1-й Стационарный склоновый участок у пруда, недалеко от д. Михалево: разрезы 1-4.							
Р. 1. Подошва склона увала на сенокосе (рядом с базисом эрозии). Дерново-слабоподзолистая намытая среднесуглинистая на бескарбонатных покровных суглинках.							
A _{пах} 0-22	5,1	1,8	2,3	12,6	4,4	238	122
A ₁ 22-28	5,4	1,7	2,0	10,2	3,0	140	105
A ₁ 22-31 (2-я повт.)	5,3	2,5	2,3	12,7	3,1	195	140
EL/B 38-48	5,0	0,8	2,2	14,5	5,4	62	149
B ₁ 59-69	5,3	1,2	1,8	13,6	5,2	225	212
A ₁ ^{пог} 69-75	5,3	1,0	1,8	14,0	5,5	179	213
A ₁ ^{пог} 69-75 (2-я повт.)	5,3	1,0	1,8	14,4	5,6	165	197
B ₂ 80-90	5,7	0,7	1,2	14,1	5,4	286	235
BC 90-100	6,7	0,6	0,5	16,3	5,5	206	205
Р.2. У лесополосы (западина на склоне). Дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая грунтово-глееватая на бескарбонатных покровных суглинках.							
A ₁ 10-20	5,4	1,9	2,3	10,7	2,4	128	149
EL/B 40-50	4,8	0,8	2,7	13,9	4,8	62	130
B ₁ 75-85	4,0	0,9	4,2	13,1	5,8	52	113
BC 90-100	4,1	0,8	3,8	13,8	6,4	110	119
Р.3. Сенокос. Склон увала В экспозиции. Дерново-сильноподзолистая грунтово-глееватая легкосуглинистая на бескарбонатных покровных суглинках.							
A _{пах} 0-22	4,8	2,7	3,7	9,7	2,1	113	77
A ₁ 23-32	5,0	1,8	2,5	8,9	1,8	110	68
EL 31-40	4,9	1,3	2,1	9,0	2,2	143	104
EL/B 50-60	4,7	0,7	2,5	14,0	4,7	100	103
B ₁ 70-80	5,1	0,8	2,2	16,3	5,9	83	105
Р. 4. Плакорный участок на склоне. Дерново-слабоподзолистая среднесмытая среднесуглинистая на бескарбонатных покровных суглинках.							
A _{пах} 0-22	5,3	1,6	2,2	10,4	2,4	251	525
B ₁ 24-34	4,7	0,8	2,6	9,5	2,3	238	1164
B ₂ 43-53	4,1	0,7	3,6	10,6	2,9	292	783
BC 71-81	4,8	0,6	1,9	14,0	4,7	304	138
2-й стационарный участок на сенокосе недалеко от шоссе и небольшого пруда. Р. 5-7.							
Р.5. Плакор увала, сенокос рядом с шоссе у д. Михалево. Дерново-слабоподзолистая остаточо-карбонатная легкосуглинистая на бескарбонатных покровных суглинках.							
A ₁ 2-12	4,5	2,4	4,4	11,0	3,7	50	113
B ₁ 23-33	4,3	0,8	3,6	13,9	5,3	119	121
B ₂ ca 43-53	6,4	0,6	0,8	15,5	4,9	141	58
B ₃ ca 88-98	6,7	0,5	0,4	16,6	5,3	63	50
BCca 125-135	6,9	0,9	0,4	17,6	5,5	62	50
Р. 6. Западина на сенокосе недалеко от д. Михалево (малый пруд). Дерново-сильноподзолистая грунтово-глееватая легкосуглинистая на бескарбонатных покровных суглинках.							
A ₁ 9-19	4,6	2,8	5,5	7,9	1,4	52	41
EL 28-38	4,5	2,7	4,2	5,9	1,0	132	25
EL/B 46-56	4,0	1,1	4,5	8,8	3,4	118	56
B _{1г} 80-90	5,2	2,1	3,3	14,9	6,0	66	99

известкования, травосеяния, внесения удобрений. В лесостепной зоне данный горизонт создается под лесной растительностью. Это ключевой факт.

Перейдем к рассмотрению химических свойств почв ОАО «Дружба» на примере 1-й «эрозионной катены». Дерново-слабоподзолистая намытая почва, приуроченная к

подошве склона, отличается слабокислой реакцией среды по всему профилю (рН варьирует в пределах 5,1 – 5,3 и лишь на глубине 80-100 см увеличивается до 5,7- 6,7). Органическое вещество почвы характеризуется *заметной подвижностью в осенне-весенний период*: на это указывает невысокое содержание общего гумуса и его почти равномерное распределение по почвенному профилю, а корни проникают неглубоко. В модельном лабораторном опыте, проведенном нами в 2010 году, водой из образца почвы,

взятого из гор. $A_{пах}$, выщелачивалось за сутки 15-18% $C_{орг}$ от общего содержания органического углерода. Водный раствор 0,1н. щавелевой кислоты был заметно активнее – десорбция составила около 23-25% $C_{орг}$ от общего углерода в почвенном образце. Причем, вытесненные из почвы оксалат-ионами компоненты ВОВ проявили стимулирующее действие на растения люпина в модельном опыте. Гидролитическая кислотность по изученным профилям, как правило, невысокая (исключение составляют р.5 и 6, где она достигает 4,4-5,5 мг-экв. на 100 г. почвы). Кислотность благоприятствует мобильности органического вещества дерново-подзолистых почв. Содержание доступных форм фосфорной кислоты в дерново-подзолистых почвах тесно связано с кислотностью почв: аналоги со слабокислой реакцией (разрез 1) характеризуются повышенным содержанием мобильных фосфатов. *При оглеении и усилении кислотности* до рН менее 5,0 наблюдается дефицит в почвах анионов фосфорной кислоты вследствие формирования труднорастворимых осадков $AlPO_4$, $FePO_4$. При близком залегании к поверхности почв $CaCO_3$ (р.5) содержание доступных форм фосфатов также заметно уменьшается из-за образования труднорастворимых форм $Ca_3(PO_4)_2$. В этих условиях катионы Ca^{2+} являются конкурентами ионам калия при их поступлении в растения. На одном из участков отмечено очень высокое содержание обменно поглощенного калия (р. 4), что, по-видимому, связано с неравномерным внесением калийных удобрений (это артефакт).

Особого внимания заслуживает оценка кислотности в разрезе 5. Здесь, при близком залегании к поверхности почвы $CaCO_3$ (от 10% хлористоводородной кислоты бурно вскипают как дресва и окатанный щебень, так и почвенный мелкозем, *что очень важно*) верхние генетические горизонты данной почвы имеют сильнокислую реакцию среды (рН 4,5-4,3). *Почему же нижние горизонты, насыщенные ионами кальция, не оказывают положительное влияние и не компенсируют в почвенно-поглощающем*

комплексе гор. A_1 и B_1 высокое содержание ионов водорода и алюминия? Это связано с одной из главных почвенно-экологических особенностей ландшафтов южной тайги – активной внутрипрофильной миграцией водорастворимых органических веществ (ВОВ) с кислотными и комплексообразующими свойствами. В условиях низкого содержания в почвах таежных экосистем гумуса и элементов питания *биота сформировала эффективный биогенный механизм адаптации* к весьма суровым условиям существования – это механизм нами назван как «биогенная кислотность». Поэтому векторы миграции *ионов кальция вверх* из гор. B_{2Ca} за счет *гидротермического градиента* и вертикально вниз *ионов водорода* (в форме органических кислот из дернины и гумусового горизонта *при промывном водном режиме*) оказываются по масштабу неравнозначными: заметно преобладает миграция *кислотных компонентов ВОВ* и органоминеральных комплексных соединений вглубь почвы. Это еще одно прямое доказательство, что в условиях южной тайги Ярославской области – даже на карбонатно-кальциевых породах - формируются *не серые почвы*, а остаточные карбонатные дерново-подзолистые почвы с кислой реакцией веществ гор. A_1 .

Подкисление отмечалось также нами и в черноземах выщелоченных Саратовской области, например, в плужной подошве гор. A_1 , на фоне общего подщелачивания (осолонцевания) профиля. *Этот интересный факт требует дальнейшего изучения и обоснования.*

При освоении таежных (лесных) почв под пашню биогенное кислотообразование, которое было давно задано таежной древесной растительностью и плесневыми грибами-кислотообразователями (как важнейший фактор функционирования и адаптации таежной биоты), *не исчезает, а принимает иные формы*. Ведущую роль в кислотообразовании в почвах агроэкосистем играют плесневые грибы и в меньшей мере бактерии. В почвах агроландшафтов *оглеение становится ведущим процессом* наряду с кислотным гидролизом минералов и выщелачиванием веществ.

Под сенокосами (поле у карьера) дерново-подзолистые почвы в 2009 году отличались низкой степенью окультуренности. Имели слабокислую реакцию, низкое содержание гумуса (1,5 – 2,3%). Содержание доступных форм фосфора и калия было весьма неравномерное по профилям почв и в пространстве. В ОАО «Дружба» удобрения долгое время не использовали (склад удобрений был разрушен), почвенно-агрохимические материалы и карты также не применяли, увлекались лишь травосеянием. Напомним, что уровень плодородия почв сельскохозяйственных угодий зависит от рационального внесения удобрений и известкования почв в условиях тайги (табл.2). Установлено, дерновые почвы мезо понижений и блюдцеобразных западин учхоза являются наиболее плодородными. Их и принимают чаще всего за серые почвы, если руководствоваться только морфологией почв, не учитывая ландшафты и процессы почвообразования. **Лимитирующим фактором в дерновых почвах** является близкое залегание грунтовых

Таблица 2

Химические свойства почв учхоза «Дружба» Ярославской области
(отбор проб почвы в июле 2009 и 2010 гг.)

№ разреза	Горизонт и его мощность, см	Образец (см)	pH _{кел}	Н _г	Сумма обменных оснований		Подвижные формы, мг/кг	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ₂ PO ₄ ⁻	K ⁺
					мг-экв. на 100 г.			
Агроландшафт сенокосный (у карьера – подошва склона <i>микро повышение</i>); почва: освоенная дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая на покровных суглинках								
1-я	A ₁ 2-28	10-20	5,2±0,3	2,6±0,7	12,7±0,4	2,7±0,1	35±7,3	118±12,1
Агроландшафт сенокосный (у карьера – подошва склона, <i>микрозападина</i>); почва: окультуренная дерновая грунтово-глееватая намытая легкосуглинистая на покровных суглинках								
4-я (1-повт.)	A ₁ 3-34	10-20	5,4±0,2	2,4±0,9	10,5±2,1	2,0±0,8	193±12,7	326±7,7
	A ₁	20-30	5,4±0,3	2,3±0,4	11,0±2,2	2,2±0,5	133±8,3	166±4,9
	A ₁	30-40	5,1±0,2	2,9±0,6	10,9±1,8	2,2±0,3	78±5,4	98±3,3
	A ₁ ^{повт} 34-63	50-60	5,1±0,4	2,5±0,3	13,0±2,4	2,4±0,7	80±4,2	48±1,8
	B _g 63-81	70-80	4,8±0,1	4,1±1,1	13,1±1,7	4,3±1,1	147±5,9	151±8,3
Агроландшафт сенокосный (у карьера – подошва склона, <i>микрозападина</i>); почва: окультуренная дерновая грунтово-глееватая легкосуглинистая на покровных бескарбонатных суглинках								
4-я (2повт)	A ₁ 3-34	3-13	5,3±0,3	4,6±0,9	20,9±4,4	5,8±0,5	61±2,8	134±5,1
	A ₁	13-23	6,0 ±0,4	1,7±0,4	10,4±1,3	2,0±0,2	173±9,5	139±4,4
Агроландшафт полевой (посев ячменя у д. Михалево) – блюдцеобразная западина; почва: освоенная дерновая грунтово-глеевая легкосуглинистая на покровных суглинках								
6-я	A _p 0-26	10-20	6,0±0,2	2,0±0,2	15,1±1,7	3,8±0,9	359±3,1	250±8,9
	G 37-59	44-54	4,8±0,4	2,4±0,2	17,3±2,2	5,1±0,4	30±1,2	100±3,1
Агроландшафт сенокосный (у конторы учхоза) – плакор увала; почва: окультуренная дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая на покровных бескарбонатных суглинках								
16-я	A ₁ 4-37	4-14	6,0±0,3	1,9±0,1	14,2±1,4	3,8±0,3	489±7,2	197±7,9
	A ₁	20-30	6,0±0,3	1,8±0,2	12,1±0,9	3,3±0,2	366±2,9	171±4,1
	B ₁ 37-62	43-53	4,8±0,4	2,9±0,3	13,1±0,7	4,2±0,1	24±0,5	115±3,9

вод, оглеение нижних слоев профиля, масштабная мобилизация в раствор ВОВ с кислотными свойствами, избыток закисных форм Fe, Mn, способствующих осаждению фосфатов. Гумусовые горизонты дерновых почв (**р.6я**, табл.2) имеют низкую кислотность, хорошо обеспечены доступными формами фосфатов (360 мг/кг) и обменно поглощенного калия (250 мг/кг). Глеевые горизонты отличаются среднекислой реакцией (pH = 4,8) и очень низким содержанием доступных фосфатов (30 мг/кг) из-за их осаждения на минералах в форме труднорастворимых фосфатов алюминия и железа.

Окультуренные дерново-подзолистые почвы встречаются в учхозе небольшими контурами и чаще вблизи населенные пункты – Дубки, Михалево и Алексино. Такие почвы имеют весьма благоприятные агроэкологические свойства, низкую кислотность и высокое содержание доступных форм элементов питания в верхних горизонтах (табл. 2).



Рис. 3. **А** - профиль дерново-слабоподзолистой легкосуглинистой почвы (**сенокос**, разрез 1я, см. табл. 2); заметно, что подзолистый процесс не исчезает, а углубляется ниже гумусового горизонта A_1 в иллювиальный гор. **В**; **ВОВ** активно мигрируют в сезон дождей, и могут маскировать белесые «языки» в серый цвет, создавая иллюзию мощного гумусового горизонта; **В** – почвах с признаками «**плужной подошвы**», затеками **ВОВ** и грунтовым оглеением – обширное западина у д. Михалево, посев овса; после дождей в **2009** году верховодка появилась с глубины 78-84 см (фото Яшина И.М., 2009, 2010).

Один из контуров этих почв на карте расположен недалеко от конторы, у автобусной остановки. Однако окультуривание почвы (внесение извести, удобрений в предыдущие 50-60 лет) *затрагивает только верхние горизонты почв*, с глубиной химические свойства сравнительно слабо изменяются в сравнении с почвами лесных экосистем: резко увеличивается кислотность и существенно уменьшается содержание доступных форм фосфатов в нижних иллювиальных слоях B_1 .

2.3. Гранулометрический состав почв

Обратимся к результатам гранулометрического состава изучаемых почв по двум разрезам почв – 1 и 6 (табл.3). Эти сведения актуальны, поскольку, во-первых, позволяют уточнить сложение профилей почв (однородное или двучленное), во-вторых, углубить представления о структуре и физических свойствах почв. Известно, например, что почвы с двучленным сложением на территории Европейского Севера имеют в пределах первого метра резкое изменение гранулометрического состава: *супеси и легкие суглинки в пределах первого метра сменяются средними и тяжелыми суглинками* (через градацию).

Таблица 3

Гранулометрический состав дерново-подзолистых почв учхоза «Дружба»
(отбор проб почвы проведен в июле 2014)

Горизонт, глубина отбора образцов, см	Размер частиц мелкозема (мм) и их содержание в % (метод пипетки, по Н.А. Качинскому)							
	1,0- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	>0,01
Р. 1. Подошва склона увала на сенокосе (рядом с прудом). Дерново-слабоподзолистая намытая среднесуглинистая на бескарбонатных покровных суглинках.								
A_{пах} 0-22	0,6	23,4	39,9	10,7	11,0	14,4	36,2	63,8
A₁ 22-28	0,7	13,3	53,1	11,0	10,2	11,6	32,8	67,2
A₁ 22-31 (2-я повт.)	0,6	29,0	38,1	9,7	11,2	11,3	32,3	67,7
EL/B 38-48	0,2	8,5	43,1	7,7	9,2	31,4	43,8	51,7
B₁ 59-69	0,4	11,3	40,3	9,3	10,1	28,7	48,1	51,9
A₁^{пог} 69-75	0,3	8,0	44,5	7,7	12,0	27,6	47,3	52,7
A₁^{пог} 69-75 (2-я повт.)	0,2	9,5	42,3	9,8	7,2	31,0	48,0	52,0
B₂ 80-90	0,2	7,8	46,8	8,7	10,9	25,6	45,3	54,7
BC 90-100	0,4	11,9	42,0	8,1	14,9	22,8	45,8	54,2
Р. 6. Западина на сенокосе недалеко от д. Михалево (малый пруд). Дерново-сильноподзолистая грунтово-глееватая легкосуглинистая на бескарбонатных покровных суглинках.								
A₁ 9-19	2,2	13,6	57,6	12,0	8,7	6,0	26,7	73,3
EL 28-38	3,0	27,9	50,3	9,8	3,9	5,1	18,8	81,2
EL/B 46-56	0,6	18,0	35,4	15,9	8,1	22,1	46,0	54,0
B_{1g} 80-90	0,9	12,7	39,7	8,9	9,7	28,0	46,7	53,3

Сложение одной из почв (*разрез б*) подчиняется данной закономерности. При этом горизонты *A₁* двучленных профилей агроландшафтов учхоза включают припаханные горизонты *A₁*, *E_g*, *B_f* микроподзола, который был техногенно деградирован. Двучлены интересны в том отношении, что они являются прекрасными водоупорами и широко распространены в ландшафтах тайги РФ. Там, где залегают почвы на двучленных породах, всегда присутствует переувлажнение и оглеение почвенных профилей. В этих почвах активизируются процессы денитрификации, водной миграции ВОВ, появляются закисные формы железа и марганца, ухудшаются физические свойства, отмечается высокое содержание обменного алюминия, токсичного для растений, а из газов – CH₄ и H₂S. Двучленность почв обычно нарушена из-за природной и антропогенной эрозии, а к дневной поверхности подходит плотный иллювиальный горизонт *В*. Постепенно такие почвы утрачивают уровень плодородия и производительную способность, при этом гранулометрический состав становится весьма неблагоприятным – тяжелосуглинистым.

2.4. Водная эрозия почв

Активизируют водную эрозию почв «чистые пары» на склонах (рис.1). Дополняет эрозию обработка почв (боронование, культивация, фрезерование, зяблевая вспашка) при избыточной влажности пахотного слоя. Происходит налипание частиц почвы на лемеха, лапы культиваторов и стаскивание

мелкозема к краю поля: так уменьшается мощность пахотного слоя и его гумусированность. Высказанные соображения подтверждаются сведениями о распределении фракций «физической глины» (частицы почвы менее 0,01 мм) в профиле **р.1** (табл.3). В верхних горизонтах данной почвы состав мелкозема среднесуглинистый, а с глубины 34 см – тяжелосуглинистый (водоупор). Данная почва - **намытая** (погребенный горизонт залегает глубже 50 см в профиле) и по контуру на карте сопряжена с вышележащей по склону *смытой дерново-слабоподзолистой почвой*. Маршрутные исследования почв дополнялись стационарными наблюдениями и изучением почв на «ключках». Они позволяют *уточнить генезис почв* и, в частности, констатировать, что почв **«со вторым гумусовым горизонтом»¹** здесь не существует: это *обычные намытые (погребенные) почвы*, тяготеющие к западинам и подошвам склонов.



Рис. 4. **Верхняя 1/3 склона увала у д. Алексино** - слева (А) - профиль дерново-слабоподзолистой легкосуглинистой почвы в верхней трети склона увала (**разрез 4**, посев вико-овсяной смеси на зеленый корм – влажное лето 2009 г.); при окультуривании почв в подзоне южной тайги подзолистый процесс не исчезает совсем, а углубляется ниже пахотного горизонта; справа (В) – та же почва **через 4 года** на сенокосе: заметна припаханность, увеличение мощности подзолистого горизонта на левой боковой стенке разреза – засушливое лето 2014 г. (фото Яшина И.М., 2009; 2014).

2.5. О генезисе почв и подзолообразовании

Продолжим рассмотрение результатов исследований почвы **разреза 6**. В частности, перераспределение частиц ила и физической глины в составе мелкозема (в западине) имеет элювиально-иллювиальную направленность, типичную для почв тайги. В современном подзолистом горизонте **EL_g**

¹ Трактовать почвы со «вторым гумусовым горизонтом» - нужно внимательно, учитывая залегание почв по рельефу и их историю (почвы в прошлом неоднократно зарастали лесом и вновь осваивались).

(очевидно, этот горизонт, состоит из собственно подзолистого и контактно-осветленного в почвах на двучленах, объединенных при распадке лесных почв) наблюдается оглеение, разрушение почвенных минералов, формирование комплексных Fe, Al-органических соединений и их перераспределение в профиле. Эти особенности соответствуют классической трактовке оподзоливания почв в условиях агроландшафтов подзоны южной тайги. Однако до сих пор не ясно, почему именно на такой глубине протекает кислотный гидролиз и формируется подзолистый горизонт, а не сразу под дерниной, как в лесу - под лесной подстилкой? На эту важную генетическую деталь оподзоливания почв агроландшафтов почвоведы почему-то не обращают должного внимания.

На наш взгляд, подобный **генетический феномен** оподзоливания в пахотных дерново-подзолистых почвах связан с процессом *хроматографии (сорбции-десорбции и фракционированием при динамической миграции)* ВОВ и иных соединений в минералах (и гумусовых веществах) горизонтов $A_{\text{пах}}$ и A_1 при промывном водном режиме. При взаимодействии и водной миграции органоминеральных солей гетерополярного типа с почвенными коллоидами и минералами гор. A_1 происходит распад солей и ионообменное *поглощение высвободившихся катионов*. Свободные от катионов органические кислоты осуществляют гидролиз минералов на глубине их *наибольшего формирования* и активности – глубже гор. $A_{\text{пах}}$ и A_1 . Наряду с фульвокислотами дополнительным источником органических кислот могут быть *продукты жизнедеятельности плесневых грибов* (алифатические органические кислоты, антибиотики), накапливающиеся в горизонтах «плужной подошвы» горизонта $A_{\text{пах}}$ при оглеении и дефиците свободного кислорода. Причем, *агротехническое почвоуглубление и травосеяние не устраняют данную проблему полностью*: оподзоливание устремляется глубже $A_{\text{пах}}$ даже в очень мощных (окультуренных пахотных слоях) – в иллювиальный горизонт. Для изучения этого явления и используются *сорбционные лизиметры* (рис. 5-9). Возможно, указанный механизм фракционирования ВОВ и ионообменной сорбции веществ реализуется и в подзолистых почвах лесных фаций тайги. То есть благоприятные циклы формирования и аккумуляции под лесной подстилкой гумусовых веществ (типа прогуминовых веществ) чередуются с процессами их фракционирования, ионной сорбции-десорбции и выщелачивания. Особенно наглядно эти процессы, связанные с расщеплением песка и супеси соединениями железа при их сезонной трансформации, можно наблюдать в подзолах на двучленах (древнем аллювии и др.) тайги при их деградации и дегумификации.

Глава 3. Исследование водной миграции веществ (и экотоксикантов) в почвах с помощью метода сорбционных лизиметров

Метод сорбционных лизиметров (МСЛ) впервые предложил и разработал профессор Тимирязевской академии И.С. Кауричев в 1959 году. Затем МСЛ теоретически обосновал профессор И.М. Яшин (1973, 1993, 2013). В 1989 году им было получено авторское свидетельство № 1686350: **коллектив авторов** под руководством профессора И.М. Яшина - В.А. Черников, И.Г. Платонов, И.С. Кауричев и А.И. Пупонин (приоритет изобретения 28.03.1989). Данное авторское свидетельство называется: «Способ изучения трансформации органических веществ субстратов в почве». В Госреестре изобретений СССР зарегистрировано 22.06.1991 г. Рассмотрим конструкции сорбционных лизиметров.

3.1. Конструкции лизиметров инновационного типа (рис.5)

В лаборатории агроэкологического мониторинга (ЛАМП) кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева усовершенствована и успешно внедрена в практику экологического мониторинга **технология сорбционных лизиметров** (Яшин И.М., Васенев И.И. (1974, 1993, 2007-2014), Мухин Е.В. (2006), Кузнецов П.В. (2011), Петухова А.А. (2012-2013), Когут Л.П. (2012-2014) и др.). Метод отличается простотой, эффективностью и мобильностью, а также возможностью их установки в труднодоступных ландшафтах.



Рис.5. Конструкции сорбционных лизиметров, наиболее широко используемых для оценки водной миграции веществ в форме ионов и молекул в почвах: I, IV – предложенные Кауричевым И.С. (1958); II, V, VI – разработка Яшина И.М. (1969-1974, 1993); III, VII – колонки для учета восходящих и боковых потоков мигрантов в почвах на двучленах, апробированные Кашанским А.Д. (1972).

Сорбционный лизиметр (СЛ, рис.5,6В) представляют собой конструкцию, состоящую из сорбционной колонки со слоями химически очищенного кварцевого песка и сорбентов (в них и происходит поглощение мигрантов); двух вакуумных шлангов, соединяющих колонку с приемником вод и для связи с атмосферой. Одно из достоинств СЛ - активная аккумуляция в массе сорбентов, в том числе и **экоотоксикантов**, а не только продуктов почвообразования, с последующей уверенной их диагностикой в лаборатории кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева с помощью физико-химических методов. Поглотители: активированный уголь, оксид алюминия и ионообменные синтетические органические смолы. В мировой практике применяются и иные сорбенты, в том числе и для отдельных классов веществ. Но они обычно весьма дорогие.



Рис.6. **А** - Установка сорбционных лизиметров в профиле лугово-черноземной почвы **Правобережья Саратовской области** аспирантом Кузнецовым П.В. в 2006 году; **В** – сорбционная колонка, извлеченная из-под лесной подстилки в таежном лесопарке Петрозаводска: на гифах плесневых грибов гирляндами висят белые частицы кварцевого песка и бурые гранулы катионита КУ-2; **микроорганизмы** – источники микотоксинов, алкалоидов и низкомолекулярных органических кислот (фото Яшина И.М., 2004, 2006).

3.2. Применение сорбционных лизиметров в почвах стационарных площадок некоторых ландшафтов России

Сорбционные лизиметры достаточно широко применяются при исследовании водной миграции ионов и молекул веществ *как нативного, так и антропогенного генезиса* – от северотаежных экосистем Архангельской области до лесостепи Правобережья Среднего Поволжья и лесопарков Москвы и Петрозаводска.

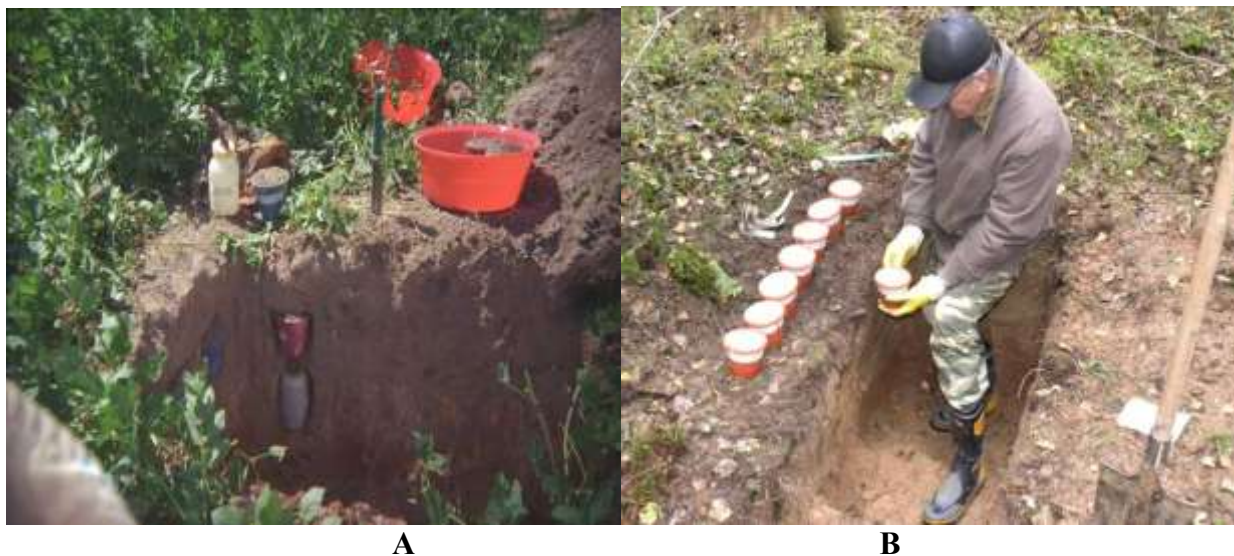


Рис.7. **А** - Сорбционные лизиметры в профиле почвы **Полевой опытной станции** РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; **В** – профессор Яшин И.М. перед установкой СЛ в профиле дерново-подзола **ЦЛГПБЗ Тверской области** (фото Яшина И.М., 2011).



Рис.8. **А** – сорбционные лизиметры в почве учхоза «Дружба» **Ярославской области** устанавливает студент-эколог РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Кашаев Артур; **В** – студентка-дипломница Наумова Елена устанавливает СЛ в профиле деградированного подзола в лесопарковой фации **Петрозаводска** (фото Яшина И.М., 2014, 2009).

Сорбционные лизиметры перспективны также для экологической *оценки водоохраннх зон рек и озер; при мониторинге почв агроэкосистем*, где вносят большие дозы органических и минеральных удобрений, в пределах промышленных хвостохранилищ, складирования твердых отходов производств, вблизи угольных и иных терриконов. Не менее актуально



Рис. 9. **А** – сорбционные лизиметры в профиле глееподзолистой почвы стационара Музея деревянного зодчества «**Малые Корелы**» **Архангельской области** (подзона северной тайги, регион Беломорско-Кулойского плато, где в 1981 году разведаны *промышленные залежи алмазов* - трубки «Пионерская» и др., но вмещающие их горные породы заметно обогащены токсикантами Ва, V и др.); **В** - сорбционные лизиметры в почве таежной лесопарковой фации **Петрозаводска** (нижняя 1/3 склона увала, где происходит «разгрузка» латерального потока в двучленах), фото Яшина И.М., 2003, 2009.

использование СЛ в поймах рек, садах и огородах, вблизи свалок отходов.

При использовании МСЛ следует знать следующие положения:

1. методологию постановки модельных лабораторных экспериментов, а также выбора и закладка стационарных площадок в М1:500;
2. физико-химические свойства используемых сорбентов;
3. аналитические схемы разделения веществ на сорбентах (при десорбции в лаборатории) и диагностику веществ, а также технику подготовки сорбционных лизиметров и их установку в профили почв;
4. литературный материал по вопросам трансформации и миграции веществ в почвах и почвенном покрове, например, в зонах тайги и лесостепи;
5. уметь характеризовать «поля миграции» веществ в фациях и урочищах;
6. знать и уметь рассчитывать *параметры миграции*, например ВОВ с кислотными свойствами, и органоминеральных соединений для уточнения экологической кислотности экосистемы и экологической безопасности почв и поверхностных природных вод.

Каждый из этих вопросов может быть выбран в качестве самостоятельной информационной проработки при исследовании почв и ландшафтов. Информация 2,3,5,6 тесно связана с практикой хроматографического анализа в почвоведении и экологии.

Метод сорбционных лизиметров позволяет полнее ознакомиться с теоретическими и практическими аспектами хроматографии, ионометрии, фракционированием, фильтрацией и комплексобразованием веществ в почвах и ландшафтах. А это очень важно при диагностике экотоксикантов.

Метод сорбционных лизиметров помогает понять важное экологическое положение: природные сорбенты (в частности, почвы) – основа качества жизни и экологической безопасности людей и биоты.

С помощью МСЛ можно более полно оценивать экологическую ситуацию ландшафтов, в частности, в Подмосковье, испытывающих все более интенсивную антропогенную нагрузку. Интерпретация результатов опытов при использовании МСЛ позволяет специалистам *понять вклад почвенного покрова в формирование химического состава природных вод.* Так, в таежной зоне формируется масштабный биогенный и абиотический поток органических лигандов с кислотными свойствами, являющихся движущей силой миграции различных химических элементов. Поэтому природные воды тайги содержат в растворимом (ионно-молекулярном) состоянии *большое количество фульвокислот и иных органических веществ, а также органоминеральные соединения железа, алюминия кремния при дефиците кальция.* Качество таких вод для питья явно *неудовлетворительное* и требует обязательной очистки путем последовательных технологических операций: *отстаивание, аэрация, коагуляция, фильтрация через песчано-карбонатные, целлюлозные и иные абсорберы..., обеззараживание* и т.д. В зоне степей, где распространены черноземы, ситуация совершенно другая: химический состав поверхностных природных вод отличается очень низким содержанием ионных форм железа, алюминия и кремния. В водах преобладают растворимые гидрокарбонаты кальция. Содержание $C_{орг}$ также крайне низкое. Качество питьевой воды – чаще всего хорошее (если нет антропогенного загрязнения – мощных животноводческих комплексов, предприятий и т.д.).

Отметим, что проблема глубокой очистки природных вод для населения является одной из приоритетных, получивших поддержку в одном из национальных проектов Президента Российской Федерации на период 2006 - 2015 гг. В этой связи особое внимание следует уделять *не только очистке воды и водоподготовке, но и предупредительным мерам:* улучшить эколого-химический контроль за деятельностью различных производств, предприятий, свалок и очистных сооружений. Например, в Подмосковье более 80% свалок расположены в поймах рек, что недопустимо из-за химического загрязнения пойменных почв и природных вод. Овощная продукция и рыба оказываются опасными для употребления в пищу. Здесь необходим экологический мониторинг почв, поверхностных вод и производимой продукции.

Выводы

1. Морфологические признаки изученных почв указывают на их принадлежность к *дерново-подзолистым аналогам*. Они в той или иной мере оглеенные и эродированные (смыто-намытые). Оподзоливание и оглеение таких почв *заметно усиливаются по небольшим понижениям в рельефе*. Диагностированы и *дерновые оглеенные почвы* в западинах рельефа, которые некорректно принимают в качестве типа «серые».
2. Химические свойства дерново-подзолистых почв ОАО «Дружба» свидетельствуют об их ненасыщенности основаниями и кислой реакции среды. Даже при близком залегании к поверхности CaCO_3 высокая кислотность верхних горизонтов сохраняется (pH 4,3-4,5), очевидно, за счет масштабной мобилизации и водной миграции ВОВ с кислотными свойствами.
3. Содержание органического вещества в дерново-подзолистых почвах учхоза низкое (0,7-2,8% гумуса), отличается равномерным распределением по профилю и склонностью к водной миграции ВОВ.
4. Лимитирующие экологические факторы в агроландшафтах почв учхоза – *плужная подошва, повышенная кислотность, низкое содержание органического вещества, а также использование «чистых паров»*, активизирующих дегумификацию и смытость пахотных слоев почв.
5. При выделении в почвенном покрове учхоза «Дружба» контуров высокобонитетного типа «серые почвы» необходимо ландшафтное и почвенно-экологическое обоснование данного генетического типа. *Диагностика серых почв только по их морфологии некорректна – это начальный этап изучения почвы, как и любого другого типа*. Правильное определение типов почв важно для кадастровой оценки почвенных ресурсов и налогообложения. Дальнейшее улучшение (сохранения) почвенного плодородия агроландшафтов учхоза неразрывно связано со скорейшим обновлением *почвенно-агрохимической документации*, постройкой нового хранилища для удобрений и их применением с помощью ГИС технологий (по информации на электронных картах с помощью современной техники) в севооборотах.

Литература

1. Яшин И.М., Шишов Л.Л., Раскатов В.А. Почвенно-экологические исследования в ландшафтах. М.: МСХА.2000. 560 с.
2. Яшин И.М., Карпачевский Л.О. Экогеохимия ландшафтов. М.: РГАУ-МСХА. 2010. – 224 с.
3. Яшин И.М., Пузырев С.В., Мухин Е.В. Ландшафтоведение: лабораторный практикум. М.: МСХА. 2004. 70 с.
4. Яшин И.М., Пузырев С.В., Мухин Е.В. Основы ландшафтоведения. М.: МСХА. 2004. 212 с.
5. Кауричев И.С., Яшин И.М., Черников В.А. Теория и практика метода сорбционных лизиметров в экологических исследованиях. М.: МСХА. 1996. 144 с.
6. Кауричев И.С., Яшин И.М., Кашанский А.Д. Применение метода лизиметрических хроматографических колонок в почвенных исследованиях// Методы стационарного изучения почв. М.: Наука. 1977.Том 2. С. 167-198.
7. Посыпайко В.И., Козырева Н.А., Логачева Ю.П. Химические методы анализа. М.: Высшая школа. 1989. 448 с.
8. Яшин И.М., Кауричев И.С., Черников В.А. Экологические аспекты гумусообразования// Известия ТСХА. 1996. Вып. 2. С. 110-129.
9. Яшин И.М., Васенев И.И., Рамазанов С.Р., Черников В.А. Экогеохимия. Учебное пособие. Под ред. И.М. Яшина. М.: РГАУ-МСХА. 2016. – 212 с.
10. Яшин И.М., Кашанский А.Д., Петухова А.А., Когут Л.П. Ландшафтно-геохимическая диагностика почв Европейского Севера России. Монография. Под общей ред. И.М. Яшина. М.: РГАУ-МСХА. – 2012. – 158 с.
11. Яшин И.М., Сердюкова А.В., Петухова А.А., Грачев Д.А. Изучение миграционных потоков тяжелых металлов для диагностики загрязнения таежных экосистем // Известия ТСХА. – 2012. – Вып. 2. – С. 20-31.
12. Яшин И.М. Мониторинг процессов миграции и трансформации веществ в почвах. Учебное пособие. М: РГАУ-МСХА. 2013. – 183 с.
13. Яшин И.М. Эколого-геохимическая оценка почвенного покрова (на примере стационарных исследований в зоне тайги) // Сб. трудов Московской Международной летней экологической школы MOSES 2013-2014 гг. М.: РГАУ-МСХА. – С. 10-26.
14. Яшин И.М., Кашанский А.Д. Развитие идей профессора И.С. Кауричева в области теоретического почвоведения и экологии // Сб. докладов Международной научной конференции, посвященной 150-летию со дня рождения В.Р. Вильямса и 100-летия со дня рождения И.С. Кауричева. М: РГАУ-МСХА. 2015. – С. 105-112.
15. Яшин И.М., Васенев И.И., Когут Л.П., Таллер Е.Б., Грачев Д.А. Генезис и миграция веществ в почвах на двучленных породах ЦЛГПБЗ в Тверской области // Известия ТСХА. 2014. Вып. 3. – С. 5-20.
16. Яшин И.М., Васенев И.И., Черников В.А. Экогеохимия ландшафта. Учебное пособие. М.: РГАУ-МСХА. 2015. – 306 с.
17. Яшин И.М., Васенев И.И., Постников Д.А. и др. Выездная учебная практика экологов. Учебное пособие. М.: РГАУ-МСХА. 2015. – 76 с.
18. Яшин И.М. Научно-библиографический очерк о профессоре И.С. Кауричеве. Учебное пособие. М.: РГАУ-МСХА. 2015. – 90 с.
19. Яшин И.М., Васенев И.И., Гареева И.Е., Черников В.А. Экологический мониторинг вод Москвы-реки в столичном мегаполисе // Известия ТСХА. 2015. Вып. 5. – С. 8 – 23.
20. Яшин И.М., Васенев И.И., Гареева И.Е., Атенбеков Р.А. Экологический мониторинг воздействия антропогенеза на поверхностные воды. Учебное пособие. М.: РГАУ-МСХА. 2015. -167 с.
21. Роуэлл Д.Л. Почвоведение: методы и использование. Пер. с англ. М.: Колос. 1998. 486 с.