



Федеральное агентство научных организаций
ФГБУН Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН
ФГБУН Институт физико-химических и биологических проблем
почвоведения РАН

Общество почвоведов им. В.В. Докучаева
International paleopedology commission of IUSS



2015

Международный
год почв

ПОЧВЫ ХОЛОДНЫХ ОБЛАСТЕЙ: ГЕНЕЗИС, ГЕОГРАФИЯ, ЭКОЛОГИЯ (К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА О.В. МАКЕЕВА)

МАТЕРИАЛЫ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ



Улан-Удэ
2015

УДК 631.4

ББК 40.3

П 65

Редакционная коллегия

д.б.н. Н.Б. Бадмаев, д.б.н., Куликов А.И., д.б.н., Гынинова А.Б.

Почвы холодных областей: генезис, география, экология (к 100-летию со дня рождения профессора О.В. Макеева): Материалы научной конференции с международным участием. – Улан-Удэ, 2015.

ISBN 5-7925-0474-5

В сборнике материалов представлены результаты исследований генезиса, географии и классификации, биологии, физики, химии почв, экологические функции и проблемы охраны почв холодных областей.

Представляет интерес для широкого круга специалистов в области почвоведения, экологии, рационального природопользования.

УДК 631.4

ББК 40.3

ISBN 5-7925-0474-5

© Коллектив авторов, 2015

© ИОЭБ СО РАН, 2015

© Изд-во БНЦ СО РАН, 2015

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

РОЛЬ ПРОФЕССОРА О.В. МАКЕЕВА В СОЗДАНИИ ТЕОРИИ ПОЧВЕННОГО КРИОГЕНЕЗА

Федоров-Давыдов Д.Г., Остроумов В.Е., Худяков О.И., Губин С.В., Лупачев А.В.
Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино,
muss@orc.ru

Систематическое изучение почвенного криогенеза в нашей стране началось в 1969 г. с создания лаборатории криогенных процессов в почвах (г. Пушкино), на должность заведующего которой был приглашен известный исследователь почв Сибири профессор Олег Владимирович Макеев. Особенности почвообразования, протекающего под воздействием сезонной и многолетней мерзлоты, О.В. Макеев интересовался на протяжении всей своей научной деятельности. Ряд важных наблюдений и обобщений был сделан им в ходе изучения почвенного покрова Байкальского региона. Так, было показано, что многолетняя мерзлота способствует засолению и тормозит оподзоливание почв; что наличие мерзлоты, весеннего переувлажнения и низких зимних температур оказывает влияние на подвижность железа и процессы его миграции в почвенном профиле; что на подошве сезонного слоя происходит аккумуляция марганца, меди и кобальта. В докторской диссертации О.В. Макеев отметил сходство дерново-таежных почв юга Средней Сибири с палевыми почвами Якутии и высказал предположение о палеокриогенной природе ряда их свойств. С возникновением лаборатории криогенных процессов изучение почвенного криогенеза стало главным делом в жизни Олега Владимировича. Он был не единственным почвоведом, изучавшим влияние мерзлоты на почвообразование, но никто в отечественной науке не ставил этот вопрос так широко, фундаментально и многогранно, никто не проявлял в изучении криогенеза такой целеустремленности, и никто не оставил таких глубоких обобщений, как он.

Олег Владимирович привлек в свой коллектив специалистов из самых разных отраслей: почвоведов, агрохимиков, мерзлотоведов, микробиологов, климатологов и даже физиков. Комплексный характер лаборатории отражал широту интересов профессора Макеева и особенности его исследовательского таланта. Почва интересовала ученого на всех уровнях своей структурной организации, и на каждом из них он видел особую роль криогенеза: от особенностей протекания физико-химических процессов при отрицательных температурах до образования криопедосферы.

Сотрудники лаборатории изучали географические закономерности почвообразования в Восточном Забайкалье и Монголии, влияние криогенных процессов на почвенный покров Большеземельской тундры, проявления криогенеза в погребенных почвах Русской равнины, гидротермические режимы мерзлотных и холодных почв, энергетику почвенного криогенеза, влияние промораживания и протаивания профиля на динамику подвижного железа, биологическую активность криогенных почв, зависимость урожайности сельскохозяйственных растений от температуры и влажности корнеобитаемого слоя в условиях криолитозоны. За годы существования лаборатории были сформулированы принципы тепловой, водно-тепловой и химической мелиорации мерзлотных и холодных почв, установлены дозы и пропорции внесения минеральных удобрений.

Не менее серьезным было и отношение к экспериментальной работе. Под руководством О.В. Макеева исследовались теплофизические, электромагнитные и массообменные свойства мерзлых и промерзающих почв, фазовый состав влаги, минеральные трансформации и формирования структуры дисперсных материалов в условиях криогенеза. Коллективу лаборатории удалось показать, что зимой в почве происходят окислительно-восстановительные реакции, массообмен, минеральные трансформации, структурные перестройки и другие процессы, определяющие специфичность криогенного почвообразования. Было установлено, что мерзлые почвы не являются непроницаемыми системами. Напротив, для них характерна аномально высокая и избирательная подвижность зарядов, жидкой и газовой фаз, которая объясняется не только присутствием незамерзшей влаги и повышенной скважностью, но и трансляцией за счет локальных перестроек структуры льда. Теория почвенного криогенеза разрабатывалась О.В. Макеевым в течение 30 лет (1969–1999 гг.). На протяжении этого времени в нее постоянно вносились поправки и дополнения, учитывающие новейшие научные достижения. Эта теория почвенного криогенеза, вобрала ряд фундаментальных основ почвоведения, геокриологии и смежных с ними дисциплин: во-первых, учение о генезисе почв и почвообразовательных процессах; во-вторых, представление о пространственном распространении и эволюции почв; в-третьих, теплофизические закономерности развития сезонно- и многолетнемерзлых грунтов; в-четвертых, знание особенностей массообмена и структурных перестроек в дисперсных системах при отрицательных температурах и фазовых переходах вещества. Концепция О.В. Макеева

впервые объединила знания о сложном наборе взаимодействующих объектов зоны криогипергенеза вместе с многообразием природных и техногенных факторов в единую непротиворечивую систему.

В результате возникла новая отрасль науки – криология почв, основными понятиями которой являются: мерзлота как субфактор почвообразования, почвенный криогенез как совокупный процесс, криогенные признаки в почвах и криогенные генетические горизонты, криогенные (мерзлотные и холодные) почвы, криопедосфера, фации почвенного криогенеза и криогенные ареалы.

О ВКЛАДЕ ОЛЕГА ВЛАДИМИРОВИЧА МАКЕЕВА В СТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВОВЕДЕНИЯ В ЗАБАЙКАЛЬЕ

Куликов А.И.

*Институт общей и экспериментальной биологии СО
РАН, г. Улан-Удэ, kul-an52@mail.ru*



- Родился 2 августа 1915 г. в г. Кяхта Бурят-Монгольской автономной республики.

- Окончил Иркутский государственный университет по специальности «Почвоведение» в 1940 г. с отличием. Научно-педагогическая деятельность в альма-матер по 1942 г.

- Война. Воевал в разных офицерских должностях на Западном и Втором Белорусском фронтах с 1942 г. и до конца Великой Отечественной войны. За ратный труд награжден орденами Красной Звезды, Красного Знамени, Отечественной войны I-й, II-й степени, десятью медалями.

Вернувшись в университет, по результатам исследований почв Иркутской области и Бурятии уже в 1949 г. О.В. Макеев защитил кандидатскую диссертацию, а в 1958 г. – докторскую.

Олег Владимирович – выдающийся организатор. Это качество ярко проявилось в период работы в Бурятии, куда он был приглашен Бурятским Обкомом КПСС и Правительством. Нельзя переоценить тот факт для становления и развития почвоведения в Бурятии как организация при Бурятском комплексном научно-исследовательском институте (БКНИИ) СО АН СССР Отдела почвоведения (1958 г.), его деятельность на посту директора БКНИИ СО АН СССР (1960–1966 гг.), а позже (1966–1969 гг.) Председателя президиума Бурятского филиала СО АН СССР. В Бурятском сельскохозяйственном институте в 1963 г. возглавил кафедру почвоведения.

В годы деятельности Олега Владимировича Макеева почвенно-географические, почвенно-генетические, агрохимические и биогеохимические, почвенно-физические, почвенно-эрозионные исследования в Бурятии не только прошли становление, но и получили широкое развитие и популярность. Столь широкое, что стали подвергаться остракизму. Каково было лидеру почвенного блока только приходится догадываться.

Под руководством профессора О.В. Макеева защищено более 20 кандидатских диссертаций. Впервые исследования начали проводиться на стационарах. По праву учениками Олега Владимировича считались кандидаты сельскохозяйственных наук, а позже доктора наук В.И. Дугаров, Ц.Х. Цыбжитов, кандидат биологических наук В.А. Вторушин. С признательностью и глубокой благодарностью как великом ученом отзываются и агрохимики: доктор сельскохозяйственных наук Г.Д. Чимитдоржиева, доктор биологических наук В.А. Ревенский, кандидат биологических наук Г.М. Иванов, а также эрозиовед кандидат сельскохозяйственных наук Н.Б. Намжилов.

Большое значение имеют исследования микроэлементов в почвах и растениях. В этот период своей научной деятельности профессор О.В. Макеев возглавил Комиссию по микроэлементам СО АН СССР. Целый ряд работ посвящен картографированию и районированию почвенного покрова. Он являлся редактором карт по почвенной тематике в Атласе Забайкалья (1967).

Однако наиболее важными являются те результаты, полученные в Бурятии, которые позволили развить учение о криологии почв. Пионерными и по-настоящему смелыми являются идеи профессора О.В. Макеева крио-формации почв, криопедосфере и термopedосфере, фациях почвенного криогенеза, мерзлоте как субфакторе, а в более поздних работах уже как полноценном факторе почвообразования и др.

Таким образом, о профессоре О.В. Макееве можем говорить, как о создателе школы бурятского почвоведения, выдающемся ученом, талант которого позволил обосновать и развить учение о почвенном криогенезе и криологии почв – самостоятельном направлении науки.

Основные научные труды.

Дерновые таежные почвы юга Средней Сибири. Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1959. – 347 с.

Проблемы почвенного криогенеза // Почвенный криогенез. М.: Изд-во Наука, 1974. – С. 7-17.

Криогенные почвы // Криогенные почвы и их рациональное использования. – М.: Изд-во Наука, 1977. – С. 5-13.

Мерзлота как фактор почвообразования // Проблемы почвоведения. 1978. – С. 196-201.

Фации почвенного криогенеза и особенности организации в них почвенных профилей. М.: Изд-во Наука, 1981. – 87 с.

Об О.В. Макееве Почвоведы и агрохимии Сибири и Дальнего Востока: Биографо-библиограф. справочник. – Новосибирск, 2004. – С. 208-210.

Почвоведение. 2000. № 2.

ВКЛАД О.В. МАКЕЕВА В ИРКУТСКОЕ ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Лопатовская О.Г., Бубнова Л.Р.

Иркутский государственный университет, lopatovs@gmail.com

После окончания Кяхтинской школы-девятилетки (школа II ступени) в 1931 году Олег Владимирович Макеев поступил в Восточно-Сибирский Госуниверситет (переименованный в последствии Иркутским государственным университетом им. А.А. Жданова) на геолого-почвенно-географический факультет. В Иркутске Олег Владимирович жил на ул. Карла Маркса, д. 54. Обучение проходило с 1 сентября 1935 г. по июнь 1940 г. По окончании Олег Владимирович получил специальность «Почвовед», диплом с «Отличием» (93 % отличных оценок за 5 лет) и остался в университете для преподавательской деятельности. В это же время он утвержден аспирантом госуниверситета. Но, уже с ноября 1940 г. и до 1945 г. его деятельность в качестве преподавателя была прервана, в связи с началом Великой Отечественной Войны.

С декабря 1945 г. он снова аспирант кафедры почвоведения. Рекомендацию в аспирантуру ему дал декан факультета, профессор И.В. Николаев, который в производственной характеристике-рекомендации положительно отзывается о кандидате.

В автобиографии Олег Владимирович перечисляет этапы своей жизни и трудовой деятельности. Так, он пишет, что с 1937 по 1940 годы – участник работ по полевым исследованиям почв и почвообразующих горных пород в Иркутском Госуниверситете. С июля 1940 по декабрь 1948 года – аспирант геолого-почвенно-географического факультета Иркутского Госуниверситета уже, будучи старшим преподавателем.

В декабре 1948 года О.В. Макеев закончил аспирантуру, полностью выполнив весь установленный план обучения.

Из архивов следует, что Олег Владимирович Макеев был принят на 0,25 ставки с 1 сентября преподавателя в состав профессорско-преподавательского состава Университета с 1 октября 1946 года. С 1-го сентября 1947 г. он уже переведен на 0,5 ставки преподавателя по кафедре почвоведения.

С 1 сентября 1948 г. он работает на 0,5 ставки старшего преподавателя по кафедре минералогии и петрографии, где читает курс минералогии и кристаллографии.

26 февраля 1948 года, приказом № 53 от 27 февраля 1948 г. он командирован для оказания консультативной помощи в г. Москву в Почвенный Институт АН СССР и на Пленум ЦК союза В.Ш. и Н.У.

В 1949 году 7-го апреля Олегом Владимировичем защищена кандидатская диссертация по теме «Подзолообразование на различных породах Среднесибирского плоскогорья». 22 апреля 1949 года, протоколом № 12, решением Совета Иркутского Государственного университета, Олегу Владимировичу Макееву присуждена ученая степень кандидата геолого-минералогических наук. 30 апреля 1949 года выходит приказ о назначении должностного оклада, как преподавателя со стажем менее 5 лет, основанием стало решение Ученого Совета. В приказе от 12 сентября 1949 года приказом 482/УК решено утвердить О.В. Макеева доцентом по кафедре почвоведения. Затем, 22 апреля 1950 г. ему присвоено звание доцента.

Приказом 229 от 31. мая 1950 г. старшему преподавателю Макееву Олегу Владимировичу с 22 апреля 1950 года присваивается звание доцента.

В университете Олег Владимирович читал курсы: кристаллография, минералогия, почвоведение с основами земледелия, история почвоведения, география почв с основами почвоведения, химический и физико-химический анализ почв, полевое картирование почв, проводил полевую практику по почвоведению. Общая нагрузка составила в 1949 году 329 часов. И, 19 января 1949 года профессором И.В. Николаевым он рекомендован к оплате преподавательской деятельности за полную ставку по

должности старшего преподавателя.

С 1 сентября 1950 года Олег Владимирович работает на 1,0 ставки доцента кафедры почвоведения, будучи уже кандидатом геолого-минералогических наук. В аттестационном листке о нем были написаны слова: «... подготовил кандидатскую диссертацию на соискание кандидата геолого-минералогических наук «Трансформации минералов основных типов горных пород Сибирской платформы в процессе выветривания и почвообразования». Тов. О.В. Макеев специалист по геологии, коры выветривания и минералогии почв и грунтов. Как полевой исследователь и участник отряда экспедиций отличается умением рассматривать природные комплексы в целом с позиции современной биогеохимии, глубоко проникая при этом в тонкие детали явлений. В своих исследованиях превращений минералов в зоне гипергенеза им впервые для Сибирских объектов применены методы рентгеноструктурного, электронографического и термического анализов. Широко применяются им также методы химического анализа горных пород. Будучи тонким и наблюдательным экспериментатором, он неумолимо совершенствует методики исследований. Тов. О. В. Макеев обладает широким научным кругозором и эрудицией в разных областях геологического знания. Как преподаватель является способным лектором, строящем читаемые лекции на уровне современных достижений, излагает их с большим педагогическим мастерством. Отдает много энергии воспитанию кадров геологов Восточной Сибири и подготовке их в области кристаллографии и минералогии. Перу О.В. Макеева принадлежит шесть научных работ по исследованию современной коры выветривания Восточной Сибири. Тов. О.В. Макеев – активный участник общественной жизни. ... Вполне достоин присвоения персонального звания: «директор геологической службы III-ранга».

С декабря 1948 по февраль 1948 г. был председателем областного комитета союза работников высшей школы и членом президиума в г. Иркутске, а в 1949 году с октября по март был кандидатом Центрального комитета союза работников высшей школы.

С сентября 1940 года по июль 1945 г. работал в должности старшего помощника начальника оперативного отдела Штаба армии.

О.В. Макеев имел многочисленные награды. В сентябре 1943 г. Военсоветом 49-ой армии за образцовое выполнение боевых заданий на фронте борьбы с немецкими захватчиками, за победу над Германией, был награжден орденом «Красной звезды». В июле 1944 г. орденом «Отечественной войны II степени», 23 марта 1945 г. указом президиума Верховного Совета медалью «За взятие Кенигсберга», 9 мая 1945 г. медалью «За победу над Германией».

О.В. Макеев принимал активное участие в полевых исследованиях. В 1946 г. он возглавил научную экспедицию по изучению почв Тункинского аймака БМАССР, составлен почвенный очерк Тункинского сортоиспытательного участка с картой. В 1949 г. начал стационарные и экспериментальные исследования по теме: «Плодородие почвы и его повышение путем травопольной системы земледелия в Иркутской области».

В 1949–1950 годы работал ответственным редактором общеуниверситетской газеты «За научные кадры», заместителем партбюро биолого-почвенного факультета, профоргом, академработником. Во время выборов в Верховный Совет СССР работал агитатором.

Согласно приказа МВО за № 947_к от 8-го июня 1955 года «считать Макеева Олега Владимировича прикомандированным в двухгодичную докторантуру при Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова сроком с 1-го сентября 1955 г. по 1-е сентября 1957 г. с утверждением темы «Дерново-подзолистые, серые лесные и Дерново-карбонатные почвы южной части Средней Сибири и пути повышения их плодородия». Научным консультантом был утвержден доктор геолого-минералогических наук, профессор Ремизов Н.П.

Из характеристики следует, что «... тов. Макеев отличается большой настойчивостью в достижении намеченной для исследования цели, способностью к построению обобщения и глубоких выводов, умением организовывать работу.

Тов. Макеев член ВКП(б). Делу Ленина-Сталина предан. Отличается хорошим политическим развитием. Принимает активное участие в общественной жизни. Подпись: Ректор Т.Т. Деуля».

1 сентября 1957 г. О.В. Макеев возвращается в Иркутск и приступает к своим обязанностям преподавателя.

В апреле 1958 года Олег Владимирович отправляется в командировку в г. Москву для участия в работе I Съезда почвоведов с докладом «Дерновые лесные почвы Средней Сибири как почвенный тип и генетические ряды в его пределах».

С 1 сентября 1958 г. он назначен заведующим кафедрой почвоведения.

В 1959 г. выезжает в г. Улан-Удэ в связи с исполнением служебных обязанностей в Бурятском КНИИ СО АН СССР.

С 15 мая 1959 года, уже доктором геолого-минералогических наук, переходит на работу в Комплексный Научно-Исследовательский Институт г. Улан-Удэ, оставаясь в Иркутском университете на 0,5 ставки по совместительству.

26 августа 1959 года Олег Владимирович написал заявление об освобождении его от занимаемой должности в Иркутском университете, в связи с большой загруженностью. Его просьба была удовлетворена. Тем не менее, руководство университета считает целесообразным приглашать Олега Владимировича для чтения лекций студентам университета.

Таким образом, личное дело доцента О.В. Макеева, начатое в Иркутском Госуниверситете им. А.А. Жданова 1 октября 1946 г. было закончено 26 августа 1959 г. и сдано в архив. Всего в личном деле 79 листов.

Вклад Олега Владимировича Макеева в Иркутское почвоведение очень велико. Он имел множество учеников. Им подготовлены высококвалифицированные специалисты-почвоведы. В «Иркутский период» написаны фундаментальные монографии и научные статьи. По праву он считается до сих пор ведущим специалистом в области почвоведения, генезиса, классификации почв в Иркутском госуниверситете.

О.В. МАКЕЕВ – МОЙ НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ В АСПИРАНТУРЕ

Алифанов В.М.

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино,
alifanov_v@mail.ru*

О.В. Макеев по приглашению В.А. Ковды прибыл в Пушкино из Бурятского научного центра СО РАН. Он сразу же включился в активную работу по организации будущего Института агрохимии и почвоведения в системе Академии наук, в работу по подбору кадров, в том числе, молодых сотрудников.

В декабре 1969 года я поступил в аспирантуру АН СССР; моим руководителем был назначен профессор О.В. Макеев. Тема кандидатской диссертации была утверждена как «Почвы Восточного Забайкалья и криогенез». С одной стороны, тема несла региональный аспект (в почвоведении это очень часто присутствует), а с другой, была направлена на решение важных для страны вопросов мерзлотного почвообразования.

О.В. Макеев давал большую свободу при выборе методов, подходов проведения научных изысканий, будучи уверенным во мне как в выпускнике МГУ имени М.В. Ломоносова, Географического факультета. Очень значительную помощь он оказывал в научно-организационных вопросах. Благодаря этому мне удалось организовать и провести несколько экспедиций в Забайкалье (Читинская обл.) и в Монголии. В беседах на разрезах разгорались острые дискуссии по многим вопросам мерзлотного почвообразования.

Обсуждались терминологические проблемы, затрагивались вопросы статуса мерзлоты: что это – фактор (дополнительный) почвообразования или элемент климата; почвы, формирующиеся на вечной мерзлоте – это криогенные (т. е. рожденные холодом) или криоморфные почвы (т. е. приобретшие яркие специфические морфологические и другие признаки). Все эти исследования и дискуссии выливались потом в публикации, в некоторых из которых мы, молодые исследователи, дискутировали с О.В. Макеевым.

О.В. Макеев был участником Великой Отечественной войны. Он практически с первых месяцев участвовал в боях. О войне он мало рассказывал, но когда вспоминал, то особенно волнительно говорил о первых днях на фронте.

О.В. Макеев навсегда остался в моей памяти большим ученым, светлым, порядочным человеком.

СЕКЦИЯ 1. ГЕНЕЗИС, ГЕОГРАФИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ ХОЛОДНЫХ ОБЛАСТЕЙ

ПОЧВЫ СЕВЕРА ЯМАЛА

Абакумов Е.В., Томашунас В.М.

*Санкт-Петербургский государственный университет, E_abakumov@mail.ru,
e.abakumov@bio.spbu.ru*

В ходе экспедиции «Ямал–Арктика-2013» были изучены почвы некоторых ключевых участков севера Ямальского региона, в частности, почвы п-ова Явай, п-ова Мамонта, м. Харанасале и устья р. Монгочейха при впадении в Енисейский залив. Проведено морфологическое описание более чем 45 разрезов, проведено картирование ключевых участков с использованием материалов аэрофотоснимков, установлена мощность почвенного профиля и глубина залегания контактно-глеевых горизонтов с помощью метода электрического профилирования.

Почвенный покров на п-ове Явай характеризуется существенным разнообразием, что связано с относительно расчлененным рельефом. Для переувлажненных позиций: лайд, приозерных террас и замкнутых понижений характерны глееземы и торфяно-глееземы со слабовыраженными признаками криотурбаций. В этих почвах мощность сезонноталого слоя меньше, чем в почвах, располагающихся на относительно дренированных позициях. На краевых частях водоразделов, холмах и увалах мощность оттаивающего слоя почвы возрастает до 60 и более см с одновременным уменьшением водонасыщенности почвы. Большая дренированность почв приводит к появлению признаков криотурбаций наряду с сохраняющимися признаками оглеения. В целом, криоземы имеют более дифференцированный профиль, чем глееземы или торфяно-глееземы. В криоземах возможно накопление органического вещества гумусовых горизонтов в срединной части профиля, отличающегося по степени трансформированности от подстильно-торфяного органического вещества. В некоторых почвах встречаются погребенные органические прослойки и признаки надмерзлотной аккумуляции гумуса.

Почвы п-ова Мамонта представлены глееземами, глееземами окисленно-глеевыми и криоземами оглееными. В целом, разнообразие почв на изученном участке меньше, чем в случае п-ова Явай в связи относительно более ровным и менее расчлененным рельефом. Особенностью территории является широкое распространение мокрых лайд, где доминируют болотные почвы глееземы и торфяно-глееземы. На водоразделах распространены более дренированные почвы – криоземы и глееземы окисленно-глеевые. В целом почвенный слой перенасыщен влагой, что в условиях близкого залегания многолетнемерзлых пород приводит к проявлению свойства тиксотропной текучести грунта. На отдельных участках распространены полигональные комплексы и бугры пучения с соответствующими почвами – криоземами или глееземами криотурбированными. На п-ове Мамонта глеевый и торфяно-болотный процесс развит в большей степени, чем на п-ове Явай. Это связано с распространением относительно выровненных заболоченных пространств и лайд.

Почвенный покров м. Харанасале характеризуется высоким разнообразием. В первую очередь это связано с пересеченным увалистым и долинно-лощинным рельефом, во вторую очередь – с несколько большим разнообразием почвообразующих пород по сравнению с другими участками. Кроме многолетнемерзлых суглинистых отложений здесь распространены более дренированные и сухие эоловые пески и супеси, приуроченные к краевой части возвышенностей, примыкающих к коренным берегам (полоса шириной от 20 до 400 м). Именно к этим, легким по гранулометрическому составу отложениям, приурочены почвы криоземного типа с признаками альфегумусового процесса. Сильная пересеченность рельефа приводит к перераспределению веществ, в частности образуются сильнослоистые почвы с множеством погребенных органогенных и глеевых горизонтов.

Почвы в районе Енисейского залива отличаются сильной выраженностью глеевого процесса почти во всех профилях. Это обусловлено относительно ровным рельефом и низкой степенью дренированности ландшафта. Лишь в краевой зоне в участках, примыкающих к коренному берегу распространены эоловые супесчаные отложения с большей мощностью сезонноталого слоя и выраженными признаками криогенного массообмена. В остальных случаях на ровных плоходренированных пространствах распространены глеевые почвы с нередкими для этих условий признаками надмерзлотной аккумуляции гумуса.

В ходе проведенных исследований выявлено существенное разнообразие почв, обусловленное разнообразными геоэкологическими и геогенными условиями почвообразования. Наиболее разнообразный и неоднородный почвенный покров характерен для м. Ханарасале. Доминирование гидромофрных почв с глеевыми и болотными признаками отмечено для участков п-ов Мамонта и

Енисейский залив. На п-ове Явай проявляется равномерное сочетание криоземных и глеевых почв. На легких породах всех изученных участков и на о-ве Белый возможно развитие микропрофилей альфегумусовых почв, вложенных в профили зональных криоземно-глеевых или просто криоземных почв.

Работа выполнена при поддержке Правительства ЯНАО (экспедиция «Ямал-Арктика-2013»), гранта Президента РФ для молодых докторов наук (МД 3615.2015.4) и проекта CarboPerm-Project, BMBFGrantN. 03G0836A.

СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛОВ В НЕКОТОРЫХ ПОЧВАХ АРКТИКИ И АНТАРКТИКИ

Абакумов Е.В.¹, Томашунас В.М.¹, Лодыгин Е.Д.²

¹Санкт-Петербургский государственный университет; ²Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, E_abakumov@mail.ru, e.abakumov@bio.spbu.ru

Фенолы представляют собой производные бензола с одной или несколькими гидроксильными группами. Биогенные фенолы в естественных условиях образуются в почве в результате процессов жизнедеятельности растительных и животных организмов при ведущей роли растительности. Фенольные соединения присутствуют во всех трех фазах почвы и участвуют в биологических, геологических, химических, биохимических и физико-химических процессах, происходящих в почве, подвергаясь многократным метаморфозам биотического и абиотического синтеза и разложения. Вещества фенольной природы принимают участие в образовании органоминерального почвенного комплекса и глинисто-гумусной плазмы, как ее важнейших структурных и функциональных составляющих, и служат фрагментом вещественной и энергетической основы континентальной биосферы. Вследствие присутствия молекул фенолов гидроксильной группы, они являются полярными соединениями, то он достаточно хорошо растворяется в почвенном растворе.

Проведен анализ содержания водорастворимых фенолов в первичных почвах Арктики и Антарктиды. Установлено, что содержание водорастворимых фенолов для всех изученных почв колеблется от 0,016±0,009 мг/кг до 2,9±1,6 мг/кг и имеет отчетливо выраженную приповерхностную аккумуляцию, в минеральных горизонтах фенолы практически отсутствуют. Наибольшее содержание фенолов отмечено в органогенных горизонтах. Специфика растительного покрова обусловила особенности накопления водорастворимых фенолов. Доминирование в арктических и антарктических биоценозах мохообразных и лишайников определяет накопление водорастворимых низкомолекулярных фенольных соединений в почвах. Наличие ароматических веществ фенольного ряда – прекурсоров гумификации объясняет феномен образования гуминовых веществ в условиях дефицита фенилпропановых компонентов, являющихся преимущественно продуктом трансформации органических остатков высших растений. Полимеризация фенолов может быть основной реакцией, в составе процесса гумификации в полярных экосистемах.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для молодых докторов наук (МД 3615.2015.4), РФФИ 15-04-06118-а, 13-04-00070-аи проекта CarboPerm-Project, BMBFGrantNo. 03G0836A.

ACIDITY OF THE FINE EARTH IN SELECTED SOILS FROM DIFFERENT SECTORS OF RUSSIAN ARCTIC

Evgeny Abakumov¹, Elisabet Ejarque Gonzalez¹, Vitaliy Tomashunas¹, Vyacheslav Polyakov¹ and Sebastian Zubrzycki²

¹Saint-Petersburg State University, Faculty of Biology, Dept. of Applied Ecology, Saint-Petersburg;

²Institute of Soil Science, Center for Earth System Research and Sustainability, Universität Hamburg, Hamburg, Germany, E_abakumov@mail.ru, e.abakumov@bio.spbu.ru

Soil of the Arctic are known as very diverse in genesis, morphology, chemical, biological and physical properties. This is caused by different landscape forms, properties of parent materials as well as climatic conditions. The degree of the fine earth active and potential acidity characterizes the intensity of mineral weathering, intensity of organo-mineral interactions and the type of geochemical environment. More than 220 individual samples from about 40 soil pits have been investigated with the aim to characterize active soil acidity (pH_{H2O}) and its potential forms (pH_{CaCl2/KCl} and titrated forms of hydrolytic acidity). The key plots in Western Siberia (Yamal and Gydan peninsulas, Beliy, Vaigatch and Russkiy Islands, Enisey Gulf) and Eastern Siberia (Lena river delta, Bolshoy Lyachovskiy, Andreyka, Benneta and Vrangela Islands) were sampled and analyzed. Data obtained shows that about 70 % of samples are characterized by acid (pH = 4,5-

5,5) or slightly acid (pH = 5,5-6,5) values of active acidity. These soils are situated mostly in Western part of Siberia or in lowlands and deltas of Eastern Siberian part. About 25 % of samples shows the neutral (pH=6,5-7,0), slightly alkaline (pH = 7,0-7,5) or alkaline (pH=7,5-8,5) values of active proton reaction. Those soils are situated, majorly in capes and islands of Eastern Siberia. Histic layers of some soils show a strongly acid reaction (pH < 4,0), these was revealed in 5 % of samples analyzed. As for potential soil acidity, which was characterized by differences in soil pH, measured in water and salt solutions, these values were maximal in uppermost organic horizons and gleiyc layers on the contact with permafrost. These data, together with the titrated forms of soil acidity support the hypothesis that acidity forms in arctic soil majorly due to different forms of organic matter dissociation. Costal salinization and accumulation of the carbonates in weathering rock debris are considered as a main reason of formation of alkaline soil reaction.

This work is acknowledged to Yamal region government for scientific logistic during complex expedition "Yamal Arctic - 2013" and to Russian president grant for Young Doctors of Science № MD-3615.2015.4 and the German Ministry of Education and Research (CarboPerm-Project, BMBF Grant No. 03G0836A).

ОТ ФАКТОРНОЙ ДИАГНОСТИКИ К СУБСТАНТИВНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ПОЧВ. ЧАСТЬ 2: ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АСПЕКТ

Бадмаев Н.Б.

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, nima_b@mail.ru

Почвенный покров представлен нами как система объектов, расположенных в n-мерном экологическом гиперпространстве, осями которого выступают факторы почвообразования (Бадмаев, 2008). Экологическая ниша типа почв определяется его реакцией на факторы гиперпространства. Каждый тип может формироваться лишь внутри определенной амплитуды значений каждого фактора почвообразования. Крайние значения определяют тот объем многомерного пространства, который и может быть определен как экологическая ниша типа почв.

Субстантивные принципы диагностики и классификации данных почв представлены в Путеводителе научных экскурсий V Международной конференции по криопедологии (Бадмаев, Конюшков, Куликов и др., 2009), где на основе анализа морфологических, аналитических, вещественных и гидротермических свойств сделана попытка корреляции классификаций почв СССР (1977), Классификации почв России (1997, 2004) и WRB (2006).

Принцип идентификации почв на основании их собственных генетически обусловленных свойств отграничивает профильно-генетическую классификацию от эколого-генетической, учитывающей в качестве диагностических критериев факторы почвообразования и современное функционирование почв (Полевой определитель..., 2008). Использование субстантивного подхода к диагностике почв позволяет объединять в единые таксоны почвы с одинаковыми морфогенетическими свойствами независимо от их возможной пространственной разобщенности и экологической приуроченности.

Установленные ранее количественные связи (Куликов, 1991; Бадмаев, 2008) свидетельствуют, что наибольшей информативностью в системе «почва–среда (факторы почвообразования)» обладают материнские породы и тип растительности. Эти два фактора наряду с элементами рельефа являются наиболее характерными признаками для факторной диагностики почв. Установленные меры связи почв с факторами почвообразования коррелируются с принципами Новой классификации почв России, где на первом месте является разделение разнообразия почв по соотношению процессов почвообразования и литогенеза (торфогенеза). Этим требованиям соответствует высшая таксономическая единица классификации почв – ствол.

Следующим по величине тесноты связи в системе «почва – среда» является тип растительности, который на наш взгляд, соотносится уже со следующей таксономической единицей – отделом, группе почв, характеризующихся сходством основных элементов строения профилей и единством, однонаправленностью создающих их главных процессов почвообразования.

В дальнейшем, для окончательного распознавания типов почв последовательно используются характеристики рельефа (высота, экспозиция, крутизна и положение почвы в ландшафте (фация). Поэтому, разработанный подход для оценки разнообразия почв и координатный анализ связей в системе «почва – среда», выявленные параметры экологических ниш почв и рассчитанные меры связи позволяют провести процессы распознавания и вполне согласуются с принципами Новой классификации почв России.

Данный подход к оценке разнообразия почв и их распознавания учитывает не только вещественный состав объектов (американская школа почвоведения), но и генетическую

составляющую образования и формирования почв, т. е. классическую триаду русского и советского почвоведения – «факторы – процессы – свойства». Именно сочетание русского и советского «багажа» теоретического почвоведения и западной школы почвоведения, позволяет попытаться найти новые подходы к диагностике, классификации и распознаванию почв.

Литература

Бадмаев Н.Б. Координатный анализ и принципы распознавания. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2008. – 206 с;

Бадмаев Н.Б., Конюшков Д.Е., Куликов А.И., Лесовая С.Н., Мергелов Н.С., Титова А.А., Турова И.В., Горячкин С.В. Почвы и температурные режимы Центральной Бурятии и Восточного Прибайкалья. Путеводитель научных экскурсий V Международной конференции по криопедологии. М. Изд-во ИГ РАН. 2009. – 55 с.

Полевой определитель почв России. Почвенный институт им. В.В. Докучаева. М.: 2008. – 182 с.

Куликов А.И. Экология почв и информационная оценка связей в системе «почва – среда» // Почвоведение. 1991. № 11. – С.133-141.

ОБ ОДНОЙ ПРОДУКТИВНОЙ НАУЧНОЙ ИДЕЕ О.В.МАКЕЕВА

Богатырев Л. Г., Бенедиктова А.И.

МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, bogatyrev.l.g@yandex.ru

В ряду современных концепций почвоведения, концепция криопедосферы занимает свое достойное место. В рамках последней теории О.В. Макеев выделяет особую часть криолитосферы, в пределах которой почвенный покров развивается при существенной роли криогенеза. Криогенез О.В. Макеевым рассматривается «как иерархическое подразделение в системе факторов почвообразования – субфактор, в котором сочетаются особенности климатические – отрицательные температуры почвенного профиля и породные – мерзлота породы» (Макеев, 1975, с. 6). Есть ли основание для его выделения в качестве субфактора и насколько он предопределяет специфику почвообразования в зоне криогенеза? Пожалуй, до сих пор эта проблема остается далеко не полностью решенной за некоторым исключением. Бесспорно, специфика криогенеза проявляется на уровне типологии мерзлотных форм нано - и мезорельефа, элементарных процессов, почвенных режимов, в том числе водного и теплового. Частным подтверждением специфики криогенеза следует признать работы О. И. Худякова о необходимости дополнительного расчета затрат энергии на протаивание, что имеет отношение к развитию теории о затратах энергии на почвообразование, предложенной выдающимся ученым В.Р. Волобуевым (1974). Специфичным является эволюция почв в условиях криогенеза. Так, одним из примеров является эволюция почв в условиях плоскобугристых торфяников севера Западной Сибири. Обычно болотные экосистемы, формирующиеся вне зоны распространения многолетнемерзлых пород, эволюционируют по мере физико-географического расчленения территории, в результате вступления в фазу осушения. Эволюция плоскобугристых торфяников связана с явлениями морозного пучения, при которых их дальнейшее развитие детерминировано скоростями развития пучения с последующим выходом в автоморфную стадию развития, минуя стадию гидроморфизма при однотипности эволюции, как в условиях пойменных, так и террасовых ландшафтов. Исследования в пределах ландшафтов реки Лонг-Юган (Богатырев, 1984; Васильевская, Богатырев, Иванов, 1986, Матышак, 2009) показали, что дальнейшая эволюция происходит в зависимости от характера подстилающих пород. Наиболее быстрая эволюция происходит при близком подстилании торфяников песчаными отложениями, с последующим развитием почв по подзолистому типу. Более медленная эволюция происходит при залегании тяжелых суглинков с развитием почв торфяно-глеевого типа. Наряду с этим описываются остаточные бугры пучения с остаточно-торфяными почвами по Е.И. Ивановой, при близком залегании мерзлоты. Для последних характерен исключительно поверхностная деградация, но без элементов глубокого преобразования торфа. Однако, если здесь эволюционный ряд может быть построен в зависимости от высоты относительного поднятия бугров над уровнем болота, то в других регионах, механизм эволюции может быть иным. Очевидно, что механизм эволюции следует каждый раз искать в тесной зависимости от характера мезо и наноформ рельефа, так как они отражают специфику проявления криогенеза. Например, в условиях пятнистых тундр эволюционный ряд может быть построен по мере циклов зарастания пятен. Вместе с тем в тундровой зоне не исключено и построение эволюционного ряда в классической системе поймы – террасовые ландшафты. То есть следует выделять три группы механизмов эволюции. Первая обуславливается самим нахождением почв в системе криогенеза, вторая нахождением почв в системе геоморфологических элементов – пойма – террасы – водораздел, третья – особенностями мерзлотного комплекса, обуславливающего специфику эволюции. В сочетании с региональностью тундровых экосистем, задача представляется вполне решаемой, но

требующей единой программы и методики. В противном случае еще долгое время полученные и опубликованные материалы будут часто несопоставимы. Более проблематично доказательство влияния криогенеза на свойства почв, что косвенно сказалось и на суждении о специфике биологического круговорота. Первоначальное представление об относительной бедности тундровых почв, логично соотносилось с азотным низкосолевым типом круговорота. Исследования тундровых почв, формирующихся на богатых отложениях, например, в пределах Таймыра по В.В. Васильевской, существенно расширили рамки разнообразия типов круговорота в тундровых экосистемах. Облегченность верхних горизонтов тундровых почв, связанная с латеральным выносом по В.В. Иванову, подтвердило правомочность выделения для тундр поверхностно - элювиальных ландшафтов по М.А. Глазовской. Выделение специфичных почв для Центральной Якутии И.А. Соколовым и В.О. Таргульяном не исключает процессов оподзоливания и осолодения и некоторых других. Проявление палеокриогенеза в широком диапазоне гидротермических условий – вплоть до черноземов, подтверждает гипотезу В.Р. Вильямса о том, что «одною из наиболее ранних стадий этого изучаемого нами грандиозного динамического процесса эволюции взаимоотношений между элементами биосферы, атмосферы и литосферы является пребывание страны в состоянии тундры» (Вильямс, 1953, с. 622). Дальнейшие исследования в области теории криогенеза как субфактора, в рамках концепции О.В.Макеева, позволяют надеяться на возможное решение этой проблемы.

ГЕНЕЗИС ПОЧВ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ БОРЕАЛЬНОГО ПОЯСА РОССИИ

Двуреченский В.Г.

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск, dvu-vadim@mail.ru

Изучение процессов почвообразования и прогноз развития почв, формирующихся в техногенных ландшафтах во всех биоклиматических зонах мира, представляет научный интерес, являясь частью проблемы восстановления почвенного покрова в целом. При этом возникает необходимость выявления различных индикаторов, характеризующих почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов, по которым можно было бы проследить скорость и направленность почвообразовательных процессов. Такие параметры, как количество, соотношение различных форм и фракций железа и распределение их в почвенном профиле обладают индикаторной способностью.

Цель исследования. 1. Определение направленности почвообразования. 2. Определение скорости почвообразования в техногенных ландшафтах.

Исследования проводились в 2002 и 2012 годах в эмбриоземах, формирующихся на внешних транспортных отвалах Красногорского и Ольжерасского углеразрезв в Кемеровской области. А также в 1998 и 2013 годах на отвалах Елизаветинского месторождения полиметаллических руд в Свердловской области. Железо подразделялось на формы и фракции, согласно классификации С.В. Зонна.

Зональными почвами горно-таежного пояса Кузбасса, где расположены углеразрезы, являются дерновые глубокоподзолистые почвы. В пределах Красногорского разреза под вторичными лиственными лесами диагностируются бурые таежные почвы, которые определяются, как фоновые. В пределах Елизаветинского рудника фоновыми почвами являются бурые таежные почвы, зональными – дерново-подзолистые.

Групповой состав железа эмбриоземов и фоновых бурых таежных почв в горно-таежном поясе Кузбасса и южной таежной подзоне Урала имеет некоторое генетическое сходство.

При благоприятных условиях, учитывая, что почвообразование происходит по типу буроземообразования, под лесной растительностью прогнозируется формирование нового подтипа почв техногенных ландшафтов – эмбриоземов органо-аккумулятивных буроземоподобных.

Проведенные исследования показали, что в почвах техногенных ландшафтов бореальных экосистем фоновый характер направленности процессов почвообразования достаточно четко прослеживается. Динамика группового состава железа указывает на то, что эмбриоземы, как и 10 лет назад, находятся в метастабильном состоянии.

Выводы: 1. Соотношение и распределение форм и фракций железа отражают специфические признаки эмбриоземов в бореальных экосистемах России, начиная с почвообразовательных процессов 2 порядка или мезопроцессов. В эмбриоземах, формирующихся в техногенных ландшафтах бореального пояса Сибири и Урала, диагностируются процессы буроземообразования с признаками псевдоподзоленности и оглинивания.

2. Динамика группового состава железа в Кузбассе показала, что в промежутке времени развития ландшафта с 35 года до 42 лет, интенсивность почвообразования снижается.

3. В почвенном покрове нарушенных бореальных экосистем предполагается формирование почв

на каменистых отложениях под древесной растительностью – эмбриоземов орнано-аккумулятивных буроземоподобных, как наиболее соответствующих зональным почвам.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АВТОМОРФНЫХ СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВ ЮГО-ВОСТОКА БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ

Русанова Г.В., Денева С.В., Шахтарова О.В.

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, г. Сыктывкар, denewa@rambler.ru

Исследованы почвы юго-востока Большеземельской тундры (бассейн р. Воркута), формирующиеся в автоморфных ландшафтах полого-увалистых всхолмленных равнин с ерниково-кустарничковой растительностью на покровных пылеватых суглинках с различной глубиной залегания многолетнемерзлых пород. Изучение генезиса выполнено на основе комплексного подхода, не применявшегося ранее по отношению к почвам Субарктики, который включает анализ структурной организации и дифференциации продуктов функционирования, выявление процессов крио- и педогенеза, литохимический метод определения степени выветрелости профиля, анализ гумусовых педореликтов.

В глееземах криотурбированных (O-Bh-Gctr-CG), формирующихся на пологих и плоских вершинах водоразделов, в пятнисто-бугорковых тундрах, при близком залегании мерзлоты (≈ 90 см), профильное оглеение не связано с дополнительным внутрипочвенным или поверхностным поступлением влаги, а вызвано надмерзлотным увлажнением, слабой испаряемостью и заторможенностью биохимических процессов. Основные особенности глееземов криотурбированных: 1) преобладание в почве длительных периодов восстановительных условий и оглеения, о чем свидетельствует слитность сложения верхней части и низкая степень развития оксидогенеза; 2) Максимальная выраженность криотурбаций, наряду с которыми имеют место перераспределение, сортировка компонентов и криокоагуляционная агрегация органического вещества на границе с минеральной толщей; 3) слабое развитие и изменение педогенными процессами почвенной толщи: Al-Fe-иллювиирование, хемогенная дифференциация оксидов Fe, замедленная миграция продуктов функционирования; 4) формирование горизонта Bh под органогенным слоем, как и в почвах без диагностического горизонта G, свидетельствующее об активизации педогенных процессов в ходе эволюции в верхней части; 5) сохранность унаследованных признаков: фрагменты глинистых кутан, гумусовые педореликты. Криотурбированные линзы над мерзлотой, содержащие гуминовые кислоты, связанные с Ca, свидетельствуют об унаследованности этих педореликтов от более ранних периодов почвообразования.

Глееземы криометаморфические (O-G-CRM-C) формируются в дренированных условиях с массивно островным типом многолетнемерзлых пород на глубине 2-5 м. Результатом криогенных процессов в почве являются субпараллельная микрослоеватость, линзовидные и тонкопластинчатые агрегаты, отражающие современный криогенез (давление ледяных шпиров), в верхних горизонтах, концентрическое строение ооидных агрегатов (результат палеокриогенеза) в срединных и нижних. Согласно анализам структурных компонентов внутриагрегатная масса, блокируемая песчано-пылевыми кутанами от выщелачивания и консервирующая свойства, четко отражает элювиально-иллювиальную дифференциацию профиля, сохранившуюся от среднеголоценового почвообразования. Анализы песчано-пылеватых кутан, находящихся на путях миграции подвижных компонентов, отражают процесс Al-Fe-гумусового иллювиирования, который наряду с оглеением может быть отнесен к тундровому этапу. Расчеты литохимического индекса показали меньшую зрелость и выветрелость верхней части (до 40 см). Гумусовые педореликты и фрагменты глинистых кутан подтверждают полигенетичность почвы, разновозрастность однотипного на первый взгляд профиля. Разработаны диагностические критерии полигенетичности.

Работа поддержана проектом Президиума и ОБН РАН № 15-15-4-46 «Взаимосвязь биоразнообразия и биопродукционного потенциала наземных экосистем Европейской Арктики с особенностями формирования мерзлотных почв и динамическими аспектами их трансформации в современных условиях климата»

ПОЧВЫ ВЕТРОВЫХ УБЕЖИЩ ОАЗИСА ХОЛМЫ ТАЛА (ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА)

Долгих А.В.¹, Мергелов Н.С.¹, Лупачев А.В.², Зазовская Э.П.¹, Шоркунов И.Г.¹, Горячкин С.В.¹

¹Институт географии РАН, Москва; ²Институт физико-химических и биологических проблем

Почвенные исследования в Восточной Антарктиде начались еще в 50-е годы (Глазовская, 1958). Отдельные почвенно-ландшафтные исследования на территории оазиса Холмы Тала (Молодежный) проводились в 60–70 гг. (MacNamara, 1969; Симонов, 1971; Александров, 1985). Комплексные российские исследования в оазисе начаты в 2008 году и до сих пор продолжаются (Dolgikh et al., 2015).

Прибрежный оазис Холмы Тала расположен в западной части Земли Эндерби. Данный оазис состоит из двух участков: Молодежный (S67°40' E45°51') и Вечерний (S67°39' E46°10'), общей площадью около 20 км². Участок Молодежный представляет собой холмисто-грядовый мелкосопочник с высотами до 109 м, сложенный гнейсами, эндебритами, кристаллическими сланцами, интрузивами гранитоидного состава; вытянут в субширотном направлении, общая площадь участка – 13,2 км². Здесь располагается российская станция «Молодежная», функционирующая с 1962 г. На расстоянии 4 км по прямой расположен другой участок оазиса Холмы Тала – Вечерний. Он также субширотно вытянут, общая площадь составляет 6,7 км². Основная часть территории – низкоегорье горы Вечерней (272 м). На данном участке располагается полевая база «Вечерняя» (Александров, 1985).

Климат оазиса Холмы Тала более суров по сравнению с наиболее теплыми прибрежными оазисами Восточной Антарктиды Вестфоль, Ларсеманн. Это связано с его небольшой площадью, вытянутостью в субширотном направлении, близком расположении к леднику. Район исследований относится к переходной семигумидной зоне среднеантарктических снежниковых криптогамных пустошей (Goryachkin et al., 2011; Balks et al., 2013). В оазисе Холмы Тала широко представлены органо-минеральные почвы с микропрофилями под водорослевыми, лишайниковыми и моховыми покровами. Ближайшими почвенно-географическими аналогами являются оазисы Восточной Антарктиды: Ларсеманн (Мергелов, 2014а) и Ширмахера (Zazovskaya et al., 2015).

В экстремальных условиях Восточной Антарктики, при отсутствии высших растений, гумифицированных продуктов их разложения, жидких осадков, промывающих профиль, при низком содержании пылевато-илистых частиц, а также отсутствии «классических» почвенных горизонтов, самым отчетливым, а иногда единственным продуктом почвообразования под криптогамными и бактериальными комплексами являются органо-минеральные пленки на поверхности минеральных частиц мелкозема (Мергелов, 2014b).

Наиболее развитыми почвами *in situ* в оазисе Холмы Тала в условиях отсутствия явного привноса органического вещества морского и озерного генезиса являются почвы наскальных ванн ветровых убежищ с мелкоземистым заполнением элюво-делювия под мощными моховыми подушками с лишайниками. Формирование таких почв (подбуры, или Spodic Cryosol (WRB), или Spodic Psammorthels (Soil Taxonomy)) обуславливается орогенным фактором (сохранение снежного покрова зимой при господстве в округе сильных кatabатических ветров), повышенным увлажнением (при)поверхностных горизонтов в летний теплый период. В данных условиях формируются торфяно-перегнойные горизонты мощностью до 15 см. Радиоуглеродный возраст нижней части органо-генного горизонта 360±60 лет позволяет предположить, что такие убежища с моховыми покровами функционируют не менее 500 лет. Ранее было датировано органическое вещество торфяного горизонта мощностью 18 см почвы, сформированной под мхом *Ceratodon purpureus* (Hedw.). Сохранившаяся куртина имела площадь 2,5 м², полученная дата – 220±80 ВР (Александров, 1985). Для срединного горизонта характерно накопления железа и формирование железистых пленок на гранях отдельностей (до 9,5 % Fe в пленках). Эти почвы встречаются в оазисе повсеместно, однако площадь их незначительна, доминируют же «безгумусовые» и эндолитные почвы. Близкими аналогами таких почв являются Spodorthels в оазисе Гирсона, Земля Уилкса (Beyer, Bölter, 2000).

Адаптация к экстремальным условиям среды проявляется у бриофитов в поиске влагообеспеченных укрытий от стоковых ветров. Направления основных гряд (юго-восточное – северо-западное) и стоковых ветров совпадают. Таким образом, снег, приносимый восточными циклоническими ветрами, надежно сохраняется в наскальных ваннах гряд, укрытых от стоковых ветров. Растительность летом получает необходимую талую снеговую воду на месте. Кроме того, местами через такие наскальные ванны протекают временные водотоки, транспортирующие талые воды от снежников с вершин гряд вниз в днище долин. В ветровых убежищах, в условиях, когда наскальная ванна заполнена мелкоземом, создаются благоприятные условия не только для произрастания бриофитов, но и для протекания альфегумусовых процессов.

Почвы ветровых убежищ – уникальные образования, которые демонстрируют, какой морфологический и процессный облик могут приобрести почвы при смягчении экстремальности климатических параметров.

УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И ПОЧВЫ НУНАТАКОВ ЗЕМЛИ КОРОЛЕВЫ МОД (ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИКА) ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Зазовская Э.П.¹, Федоров-Давыдов Д.Г.², Осокин Н.И.¹, Шишков В.А.¹

¹Институт географии РАН, Москва; ²Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино, zaszovsk@gmail.com

Почвенно-географическое положение Восточной Антарктиды до сих пор остается неясным. В 2008 году по инициативе Д.А. Гиличинского в окрестностях станций Новолазаревская, Прогресс, Мирный, Молодежная были начаты работы российских почвоведов. В результате этих работ была предложена новая «островная» схема распределения почв и почвоподобных тел Антарктиды (Горячкин и др., 2012), в отличие от принятой широтно-зональной схемы. Согласно этой схеме среди покровного ледника выделяются «почвенные острова» высоко-антарктических и горно-нунатаковых холодных пустынь, средне-антарктические снежниковые криптогамные пустоши и низко-антарктические тундропустоши. Следует отметить, что в связи с труднодоступностью для продолжительных полевых исследований и очень суровыми климатическими условиями, не предполагающими высокого биологического разнообразия, нунатаки Восточной Антарктиды в настоящее время являются наименее изученными почвоведомы территориями. Нунатаками называют отдельно стоящие небольшие пики или хребты, выступающие над поверхностью ледникового покрова. По классификации Симонова (1971) отдельные нунатаки и горные массивы, расположенные в суровых климатических условиях где нет таяния или оно очень мало (следовательно, нет скоплений воды), а органическая жизнь угнетена, не могут быть отнесены к антарктическим оазисам, на которых может сформироваться климат, отличный от климата ледяного окружения. Однако, те небольшие данные, имеющиеся в литературе, а также наши наблюдения позволяют говорить, что в Восточной Антарктике существуют нунатаки, на которых формируется микроклимат, отличный от окружающего климата и есть условия для почвообразования. Объекты нашего исследования расположены на территории Земли Королевы Мод, занимающей обширный сектор на атлантическом побережье Антарктиды между 20° западной и 45° восточной долготы. Площадь свободной от льда территории составляет 3400 км² (6,9% от общей площади). Основными территориями свободными от льда являются горные массивы – Мюлин-Гофман (Mühlig-Hoffmann), Вольтат (Wohlthat) и Сер Рондани (Sør Rondane). Площадь каждого из которых составляет около 900 км². Данные о климате горных районов и отдельных нунатаков, представлены, в основном, сезонными наблюдениями, однако они позволяют говорить о том, что несмотря на, в целом, суровые условия, определяющиеся высотой над уровнем моря, сильными кatabатическими ветрами, поверхности камня в летнее время могут нагреваться и иметь положительные температуры. Так, в горах Мюлин-Гофман на высоте 2188 м над уровнем моря средняя температура января составляет -10°C, а поверхность скал нагревалась от 12 до 23°C. (Engelskjøn, 1986). Это позволяет накапливаться талой воде в ветровых убежищах, создает условия для развития жизни и инициирует почвообразование. Нами были изучены почвы на двух нунатаках расположенных в окрестностях оазиса Ширмахера. Нунатак «Базисный» расположенный в 30 км на юго-восток от оазиса Ширмахера, и нунатак «г. Аэродромная», расположенный в 1,9 км на юг от оазиса. Для нунатака «Базисного» на высоте 580 м над у.м. на склоне северной экспозиции нами были описаны почвы под моховым покровом, профиль которых аналогичен почвам, исследованным нами в оазисе. Эти почвы формируются на небольших скальных террасах, в ветровых убежищах, обычно, под прикрытием крупных валунов. По устному сообщению, Курбатовой Л.Е. видовое разнообразие мхов нунатака «Базисного» не сильно уступает видовому разнообразию оазиса. На г. Аэродромная нами был выделен весь спектр почв, встречающихся в оазисе Ширмахера. Стоит отметить, что мощность профилей и площади распространения почв под мхами на исследованных нунатаках и в оазисе заметно отличаются. Температурные наблюдения, проведенные в оазисе Ширмахер (80 м. над у.м.) и на г. Аэродромная (470 м над у.м.) с января 2014 г. по январь 2015 г. показали, что максимальные и минимальные температуры на поверхности почвы без мохового покрытия (на глубине 1 см) практически не различаются для этих территорий, однако продолжительность периода с положительными температурами для оазиса составляет 88 суток, а для г. Аэродромная 45 суток. То есть условия нунатака (в т. ч. и абсолютная высота) существенно влияют на продолжительность теплого периода – они различаются почти в 2 раза, т. е. она уменьшается почти на 10 дней на 100 м высоты. Сравнение среднегодовых температур – дает классическую величину высотного градиента температуры -0,7°C на 100 м. Таким образом первые результаты исследования условий почвообразования нунатаков Земли Королевы Мод показывают, что на них формируется свой

микроклимат, который может заметно отличаться от климата окружающих их территорий и складываются благоприятные условия для почвообразования.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 14-27-00133.

ПОЧВЫ ПОЛИГОНАЛЬНО-ВАЛИКОВЫХ ТУНДР СЕВЕРА ЯКУТИИ

Иванова А.З., Десяткин Р.В.

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, madalexia@mail.ru

Почвы Северной Якутии развиваются в условиях сплошного распространения многолетнемерзлых пород и в связи с трудной доступностью остаются слабо изученными. Самые ранние сведения о северных почвах Якутии встречались в докладах К.К. Никифорова (1919), В.Н. Сукачева (1911), основанных на результатах почвенно-ботанических экспедиций Переселенческого управления в 1908-1914 гг., проводившихся под руководством К.Д. Глинки. В 30-х годах вышло несколько обобщающих обзорных работ по северным почвам И.М. Иванова (1931), Ю.А. Ливеровского (1934), Е.И. Цыпленкина (1937), во многом противоречивые в отношении к специфичности тундрового глеевого почвообразования и влиянию многолетней мерзлоты на процессы формирования почв. Но до середины XX века основная направленность в изучении северных почв заключалась в систематизированном обзоре почв именно Европейской части СССР (Маляревский, 1926, 1929; Самбук, 1927; Ратманов, 1930; Городков, 1935, Иванова, 1943, 1944 и др.). И более или менее плановый подход к изучению почв и почвенного покрова тундровой и северотаежной зон Дальнего Востока начал существовать с 50-х годов прошлого столетия, когда стали проводиться сборы фактического материала во время экспедиций, связанных с подготовкой почвенной карты СССР масштаба 1:1000000. Изыскания проводились на территории бассейнов Яны, Колымы, Индигирки, Лены. Имеются публикации Л.В. Тетериной и Л.Г. Еловской, которые относятся к периоду с 1958 по 1976 г., Н.А. Караваевой (1960, 1963, 1969, 1970), В.О. Таргульяна (1960, 1963, 1970, 1971), Е.Н. Ивановой (1965) и др. В последние десятилетия также появились работы, дающие более детальное представление о структуре почвенного покрова и характере почвообразования Приморских низменностей Якутии (Федоров-Давыдов, 1998, 2002, 2004; Макеев, 1998, 2002; Губин, 1991, 2004; Фоминых, 1997; Фоминых, Золотарева, 2004; Мергелов, 2007; Десяткин, 2008 и др.).

Исследователи обосновали практическую специфику глеевых процессов в условиях вечной мерзлоты, доказав, что почвы в данном регионе, хотя и имеют иногда признаки поверхностного оглеения, в основном характеризуются оглеением в минеральных горизонтах, усиливающимся в надмерзлотной части профиля. Также было установлено, что слабая дифференцированность профиля тундровых почв Якутии связана с ничтожной водопроницаемостью глинистых и глееватых почв, что в свою очередь приводит к замедленному удалению подвижных продуктов почвообразования, а неудовлетворительные физические свойства почвы обусловлены оглеением, слабой порозностью и регулярной сменой анаэробных условий почвообразования.

На северо-востоке Якутии в тундровой зоне в районе дельт крупных рек (Яна, Колыма, Алазея и т. д.) выделяются северные и южные тундры. В пределах северной тундры на территории приморской низменности с приморским луговым ландшафтом граничат полигонально-валиковые пушицево-лишайниково-зеленомошные тундры. Полугидроморфные почвы валиков представлены мерзлотными тундровыми торфянисто-глееватыми почвами, встречающимися в комплексе с мерзлотными торфяными почвами мезопонижений (полигонов). Такие почвы формируются при сочетании повышенного дренажа самого валика и обводненности окружающих участков. Валик в таких условиях выполняет функцию задержания поверхностных и надмерзлотных вод. Почвы оттаивают лишь до 30 см (строение почвы О-АТ-Vg(BCg)), под моховой подушкой залегает торфянистый грубогумусный горизонт мощностью до 10 см, минеральная толща не дифференцирована и имеет слабые признаки оглеения. Реакция среды кислая (рН 4,5-4,7), гранулометрический состав минерального горизонта супесчаный. Содержание органического вещества в верхнем торфянистом горизонте очень высокое (64,6 %), в минеральная толща содержит много гумуса (до 10 %). Относительно высокое содержание гумуса в нижних горизонтах, возможно связано с процессами ретинизации, под которым понимают процесс передвижения водорастворимого органического вещества к фронту мерзлоты (Таргульян, 1971). В таких случаях большую роль играет фульватный состав гумуса почв, сформированных под тундровой растительностью. Усиливающей эффект накопления гумуса в нижних слоях почвы возможно дают небольшая мощность почвы и участие большое количество внутрипочвенного детрита. Гидролитическая кислотность уменьшается при продвижении вниз по профилю (от 62 до 15 ммоль/100г). Почвы не насыщены основаниями (до 17-22%).

Профиль почвы в понижениях почти целиком состоит из торфяного материала и в виду хорошей теплоизоляции имеет очень небольшую мощность протаивания (20-25 см). Содержание органического вещества очень высокое по всему профилю (ППП 32-69 %). Реакция почвенной среды слабокислая (рН 4,9-5,0). Гидролитическая кислотность сравнительно высокая (30-52 ммоль/100г), максимумы распределения находятся в нижней и верхней частях профиля, и указывает на характер распределения содержания органического вещества. Почвы слабо насыщены основаниями (26-37 %) – относительно высокое содержание оснований по сравнению с почвами валиков, видимо, объясняется повышенным содержанием данных элементов в органическом материале торфяных горизонтах.

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГИПСОНОСНЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРИАНГАРЬЯ

Киселева Н.Д., Лопатовская О.Г.

Иркутский Государственный Университет, Иркутск, nata_kis71@list.ru

Почвы являются самостоятельным природным телом, и обладают рядом особенностей, важнейшим из которых является профильное строение генетических горизонтов. Эти особенности положены в основу субстантивно-генетической классификации новой классификационной системы почв России (2004), где морфологические характеристики почвенных горизонтов отражают условия формирования почв.

На территории Южного Приангарья, среди многообразия почв, встречаются особые почвы, имеющие в своем профиле гипс различного генезиса и форм. К ним, в основном, относятся дерново-карбонатные почвы. На их формирование оказывают влияние продукты выветривания и переотложения кембрийских осадочных пород. Эти породы образовались в период, когда территория области была занята водами моря. Климат был жаркий и сухой, в результате чего происходило сильное испарение, увеличивалась концентрация солей, которые затем выпадали в осадок. В настоящее время, в определенных позициях рельефа, наблюдается выход на дневную поверхность (реэкспонирование) гипсоносных почвообразующих пород. Совместное влияние биоклиматических условий (наличие мерзлоты), строения поверхности, пород определили своеобразие Приангарских почв.

В качестве объектов исследования были выбраны почвы, расположенные на повышенных элементах рельефа, подстилаемые верхнекембрийскими породами, а также почвы, находящиеся в пониженных формах рельефа, сформированные на продуктах выветривания и переотложения гипсоносных пород. Кроме того, почвообразующая порода представлена элюво-делювием и делювием карбонатных пород.

В почвах, формирующихся на склонах водоразделов, отмечается ряд сходных признаков. К таковым относятся: выраженный темный (иногда серо-бурый) гумусовый горизонт, мощностью до 40-50 см, мелко-комковато-зернистой структуры.

Под ним залегает не выраженный иллювиальный горизонт. Этот горизонт чаще всего имеет буровато-красноватый или красноватый оттенок. Такой цвет обусловлен особенностями подстилающих пород – верхнекембрийских доломитов и мергелей. Красноцветность определяется окислами железа, интенсивно пропитывающим почвенные горизонты. Очень часто, внутри почвенного профиля четко вырисовываются осветленные горизонты скопления гипсовых и карбонатных новообразований. При полевом описании почв, уже с поверхности отмечается бурная реакция от соляной кислоты выраженная реакция с BaCl_2 (подтверждает наличие гипса в профиле). Структура почв в основном комковато-зернистая, гранулометрический состав среднесуглинистый. При мезоморфологическом исследовании выявлено незначительное наличие биологических новообразований. Карбонатные и гипсовые новообразования могут быть обнаружены в любой части почвенного профиля. Форма их разнообразна: обильный псевдомицелий, локально и диффузно-разбросанная белоглазка, корочки, бородки в нижней части почвообразующей породы, а также мелкокристаллический гипс – гажа.

Почвы, находящиеся в поймах рек, имеют более мощный гумусовый горизонт темно-серого, до черного цвета с буроватыми оттенками. Под ним залегает осветленный горизонт, содержащий мелкокристаллические скопления гипса, и далее выделяется погребенный гумусовый горизонт светло серого цвета, подстилаемый слоистыми отложениями иллювиального происхождения. Оглеение – это типичный признак пойменных почв. Окраска глеевых и оглееных горизонтов в таких почвах от оливковой до серо-голубой и голубой. Вскипание от соляной кислоты по всему профилю с поверхности, а также выраженная реакция с BaCl_2 . Структура комковато-зернистая, грансостав в основном среднесуглинистый, с утяжелением вниз по профилю. При мезоморфологическом исследовании выявлены биологические новообразования в гумусовом горизонте, с признаками

активности мезофауны. Большое количество растительных остатков разной степени разложенности. Признаки гидроморфизма проявляются не только в глееватости, но и в наличии обломков раковин малакофауны. Наличие химических новообразований: солевые корки, псевдомицелий, мучнистые мелко-кристаллические присыпки в межагрегатном и внутрипоровом пространстве.

Особенности строения почвенного профиля: красноцветность, гипсоносность, карбонатность, к сожалению, не позволяют отнести их к той или иной классификационной единице. Это, в свою очередь затрудняет присвоение им типового названия и корреляцию с последними классификациями, что несомненно, требует обсуждения. Так, например, в «Классификации почв России» (2004) и WRB не представлены дерново-карбонатные почвы, формирующиеся на красноцветных гипсоносных породах. О.В. Макеев, в свою очередь, среди дерново-карбонатных почв выделял два рода: на известняках – рендзины, а на карбонатно-силикатных породах это дерново-карбонатно-силикатные почвы – парарендзины.

СЛИТОГЕНЕЗ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ: ВЕРТИСОЛИ В АРЕАЛЕ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ

Ковда И.В.¹, Бадмаев Н.Б.², Куликов А.И.², Лебедева М.П.³, Чижикова Н.П.³, Горячкин С.В.⁴

¹Институт географии РАН, Москва, ikovda@mail.ru; ²Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ; ³Почвенный институт им. В.В.Докучаева, Москва

Вертисоли считаются почвами преимущественно тропических и субтропических регионов (Dudal, 1965; Wilding, 2004; WRB, 2014). Между тем, появилось все больше сведений об их распространении в регионах умеренного и даже холодного климата, до 50-55° с.ш., а возможно и севернее, в широчайшем диапазоне природных условий. Степень проявления слитогенеза «северных» слитоземов варьирует от максимальной, с формированием слитоземов, до минимальной – зональные почвы с вертикальными признаками. Отмечается разнообразие их морфологических и химических свойств при относительно узком диапазоне изменения физических свойств (минералогического и гранулометрического составов, твердости, объемной массы). Почвы с различной степенью проявления слитогенеза уже обнаружены в Украине, Молдове, Казахстане, странах Закавказья. В России почвы со признаками, которые можно трактовать как слитоземные отмечались в южном Приуралье, Зауралье и Заволжье, (Оренбургская и Челябинская обл., Башкирия), в Среднем Поволжье (Чувашия, Мордовия, Татарстан, Ульяновская обл.), Нижнем Поволжье – Прикаспийской низменности, Ергенях и других регионах (Ковда, 2012). Хитровым (2012, 2014) выявлены новые ареалы проявления слитогенеза в Белгородской, Воронежской и Волгоградской областях. Информация о слитых почвах и Вертисолях в восточных регионах России отсутствует, хотя косвенные предпосылки к этому, в частности, глинистый состав, имеются в Сибири – на Приобском плато, Среднеобской низменности, Ишимской равнине, Барабинской низменности, восточной части Васюганской равнины (Винокуров, Цимбалей, 2006; Сысо, 2007). Слитое сложение, глинистый состав, трещиноватость и глыбистость отмечались в солонцеватых и осолоделых черноземах Кузнецкой котловины в Западной Сибири (Хмелев, Танасиенко, 1983). Вертисоли и вертикальные почвы с температурным режимом *cryic* ($T_{\text{ср.год.}} < 8^{\circ}\text{C}$ при отсутствии многолетней мерзлоты) обнаружены в прериях Канады (Brierley et al., 2011), в Китае (Xianzhu Long et al., 2010) и России (Ковда, 1992). Предположения о вертисолях в условиях температурного режима *gelic* ($T_{\text{ср.год.}} < 1^{\circ}\text{C}$) не подкреплены фактическими данными (Soil Taxonomy, 1998), либо в них не были обнаружены необходимые диагностические признаки (MacNamara, Tedrow, 1966).

Нами изучалась возможность проявления слитогенеза в почвах ультраконтинентального климата юго-запада Витимского плато Забайкалья ($T_{\text{ср.год.}} -4.2^{\circ}\text{C}$) при близком залегании многолетней мерзлоты. Предпосылками для постановки такой задачи было наличие условий для протекания процессов усадки-набухания почв – глинистый смектитовый состав почв, чередование периодов иссушения и увлажнения, а также нетипичная морфология почв, отмеченная в предыдущих исследованиях (Ногина, 1964; Уфимцева, 1967).

Почвы локального водораздела в районе пос. Сосновоозерск Еравнинской котловины (~52°39' N 112° 24' E) в Бурятии были изучены катенарным методом с заложением почвенных разрезов на водоразделе, склоне южной экспозиции и у подножья. Почвы имеют морфологические признаки криогенеза в виде трещин и клиньев, сортировки крупнозема, надмерзлотного оглеения, плитчатой структуры, зафиксированных уровней деградированной мерзлоты. Многолетняя мерзлота в конце августа была вскрыта на глубине 240 см на водоразделе и 280 см на склоне. При этом локально в почвах водораздела и склона, в различной степени выраженности, были выявлены морфологические признаки слитогенеза: трещины иссушения, глыбистость, клиновидная структура, сликенсайды. Наличие этих

признаков также подтвердилось на микроуровне при изучении в шлифах в виде характерной оптической ориентации (волокнутой, перекрестно-волокнутой, параллельно-волокнутой, струйчатой, околупоровой и вокругскелетной), угловато-блоковой микроструктуры, пор-трещин, крупно-блочных и угловатых микроагрегатов. Почвы легко-глинистые; доля ила в наиболее слитых горизонтах достигает 55%. Минералогический анализ илистой фракции обнаружил присутствие смектитовой компоненты, доля которой достигает 98-100%. Плотность наиболее слитых горизонтов, из-за повышенной влажности, не превышала 1,57 г/см³. В составе ППК преобладают Ca²⁺ и Mg²⁺, доля Na⁺ незначительна. При этом в почвах отмечено пространственное и профильное варьирование содержания карбонатов, C_{орг}, C:N, pH.

Проявление слитогенеза в ультраконтинентальных почвах стало возможным вследствие наблюдаемого с середины прошлого века потепления климата, в результате чего уровень многолетней мерзлоты понизился более чем на 100 см. В освободившейся ото льда глинистой смектитовой толще стало возможным чередование процессов усадки и набухания. При этом максимальная выраженность слитогенеза определяется не содержанием смектита, а локальными гидротермическими режимами. Среди почв с признаками слитогенеза диагностированы Лювик Вертик Фаезем (клэйик, турбик), Вертик Глэйик Фаезем (глоссик, пакик, клэйик, джелистагник) и Глэйик Вертисоль (глоссик, джелистагник).

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, грант № 14-27-00133.

ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕЗИСА И КЛАССИФИКАЦИИ ПОЧВ ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЮЖНОГО ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

Козлова А.А.

ФГБОУ ВПО Иркутский государственный университет, Иркутск, allak2008@mail.ru

Территория Южного Предбайкалья отличается от многих других регионов большой пестротой природно-климатических условий и занимает Иркутско-Черемховскую равнину и южную часть Предбайкальской впадины, представляющий собой краевые прогибы Сибирской платформы (Атлас. Иркутская область..., 2004).

Своеобразие природной обстановки региона, обусловлено сложной историей развития и современными особенностями. Неоднородность литогенной основы, различная крутизна и экспозиция склонов, охлаждающе-отепляющее влияние водной массы Байкала на прибрежную территорию определяет формирование контрастных ландшафтов и соответственно сложного почвенного покрова. Ведущим фактором, определяющим своеобразие природы, является климатический, особенности которого, в свою очередь, связаны с устройством поверхности – рельефом, являющимся основным перераспределителем солнечной энергии (тепла), влаги и растворимых веществ (Кузьмин, 1988, 2007).

Важным фактором дифференциации почвенного покрова на данной территории служит криогенная обстановка, а именно наличие в регионе островной мерзлоты и прерывистого распространения многолетнемерзлых пород. В целом, воздействие мерзлоты на почвы настолько многогранно, что позволяет рассматривать ее как фактор почвообразования, а почвенный криогенез – как криопедосферу (Тюлина, 1976; Макеев, 1985). Криогенез включает процессы тепло- и массообмена при промерзании и оттаивании почв, механические, геохимические и биогеохимические преобразования почвенной толщи (Кузьмин, 2007).

Поскольку основная часть региона покрыта бореальной растительностью, то и почвы лесных ландшафтов наиболее распространены. В почвенном покрове наиболее часто встречаются дерново-подзолистые, дерновые лесные, дерново-карбонатные и серые лесные почвы, которые и явились объектами исследования.

Несмотря на разнообразие почвенного покрова, почвы лесных ландшафтов обладают рядом сходных свойств, а именно слабокислой, нейтральной или слабощелочной реакцией среды верхних гумусированных горизонтов, с нарастанием щелочности книзу профиля, заторможенностью подзолистого процесса, повышенным содержанием и высокой степенью насыщенности обменными основаниями почвенного поглощающего комплекса, включая дерново-подзолистые почвы. По мнению В.А. Кузьмина (1988, 2007), это связано с проявлением криогенной метаморфизации почвенных растворов, являющейся одним из ведущих почвенно-геохимическим процессом в регионе. Он сопровождается уменьшением содержания в растворах гидрокарбонатов щелочных земель, относительным увеличением содержания двууглекислой соды, возрастанием pH. При промораживании происходит существенное изменение химического состава растворов, а их концентрация снижается в результате перехода в твердую фазу, прежде всего, карбоната кальция,

вследствие чего происходит уменьшение в растворе отношения Ca:Mg (Иванова, Власова, 1973). В целом это приводит к снижению растворимости многих элементов и в результате – к обогащению почв труднорастворимыми соединениями и уменьшению химического стока (Кузьмин, 2007). Другой причиной низкой кислотности почв, участия в поглощенном состоянии натрия, по мнению В.А. Кузьмина (1988), служит засоленность пород, которая, способствует осолодению в условиях слабого дренажа, т. е. когда возможности удаления солей ограничены.

Во всех почвах отмечается высокое содержание органического вещества в верхней, небольшой по мощности части профиля, связанное со спецификой биоклиматических условий (холодностью и засушливостью климата, длительностью промерзания почв). Для них характерно слабое разложение органических остатков на поверхности почв, что ведет к формированию «грубого» гумуса. Этим они заметно отличаются от своих Европейских аналогов. Общим для почв региона, развитых в суровых биоклиматических условиях, является заторможенность процессов выветривания и почвообразования, что обуславливает зависимость их физико-химических свойств в большей степени от литогенной неоднородности и состава почвообразующих пород, чем от почвообразования.

Сочетание в автономных условиях почв с элювиально-иллювиальным и недифференцированным профилями рассматривается как общая закономерность почвенного покрова, отражающая проявление парагенезиса, т. е. закономерного пространственного сочетания биогеосистем, почв и почвенных комбинаций (Куликов и др., 2005). Этот подход позволяет показать многообразие почв, встречаемость в сходных условиях почв с разным строением профиля, что невозможно интерпретировать только на основе представлений о широтной зональности (Кузьмин, 2007). Необходимо учитывать функциональную целостность и пространственно-временное сопряжение почв в парагенетической системе, которое осуществляется латеральными потоками, преимущественно однонаправленными (Куликов и др., 2005).

Все это в значительной степени затрудняет диагностику и классификацию почв региона, что возможно решить с позиции субстантивно-генетического подхода, изложенного в Классификации и диагностики почв России (2004).

КУТАНЫ КРИОАРИДНЫХ ПОЧВ ЮГО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ КАК ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПРИЗНАК И КЛЮЧЕВОЙ БЛОК ПОЧВЕННОЙ ПАМЯТИ: МОРФОЛОГИЯ, СОСТАВ, ГЕНЕЗИС

**Конопляникова Ю. В.^{2,1}, Бронникова М. А.¹, Лебедева-Верба М.П.^{3,1}, Шоркунов И.Г.¹,
Агатова А. Р.⁴**

¹Институт географии РАН, лаборатория географии и эволюции почв, Москва; ²МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва; ³Почвенный институт имени В.В. Докучаева, Москва; ⁴ Институт геологии и минералогии имени В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск,

jkonopl@gmail.com

Криоаридные почвы, формирующиеся в экстремальных условиях экстраконтинентальных криофитных степей, являются одним из доминирующих компонентов в почвенном покрове горных котловин и южных склонов Юго-Восточного Алтая [1]. Этот тип почв включен в «Классификацию и диагностику почв России» 2004 г. в составе отдела палео-метаморфических почв; одним из диагностических признаков криоаридных почв являются натечные формы карбонатов («бородки», кутаны или подвески) на нижней поверхности обломков кристаллических пород в аккумулятивно-карбонатном горизонте ВСА [2]. Вопросы генезиса и эволюции криоаридных почв остаются недостаточно изученными. Уникальным носителем почвенной памяти в профиле криоаридных почв являются многослойные карбонатные и гумус-содержащие кутаны на поверхности обломочного материала. Перспективность исследования таких кутан была показана ранее на примере криоаридных почв континентальной Чукотки [3]. В настоящей работе произведена попытка выявить генетические и диагностические особенности морфологии, состава и организации кутан, составляющих генетически единый кутанный комплекс криоаридных почв, выявить факторы и процессы, определяющие формирование кутан и кутанных комплексов. Объектом исследования является катена криоаридных почв на террасированном склоне южной экспозиции в котловине озера Ак-Холь (Монгун-Тайгинский район республики Тыва), включающая 6 разрезов на абсолютных высотах от 2230 до 2309 м.

Методологическая основа работы состоит в иерархическом морфогенетическом исследовании почвенного тела: на макро-уровне в полевых условиях произведена первичная типизация и статистический учет встречаемости кутан разных типов; исследование организации кутан на мезо-уровне производилось на отобранных образцах обломков с использованием световой стереомикроскопии с помощью оптического бинокулярного микроскопа LeicaMZ6 в отраженном

свете; микроморфологическое исследование морфотипов кутан проводилось путём изучения организации кутан в шлифах с помощью поляризационного микроскопа NikonE200 Pol. Рентгеновский микроанализ состава кутан производился на отшлифованных обломках, из которых были изготовлены шлифы, при помощи растрового электронного микроскопа JEOLJSM-6610LV, снабженного анализатором элементного состава OxfordINCAEnergy.

Всего по составу и особенностям морфологического строения выделено 6 морфотипов кутан: силикатный; гумусовый бескарбонатный; гумусовый, пропитывающий карбонатный; карбонатный белый рыхлый мергелистый микритовый; карбонатный «цветной»: окрашенный в желтые или бурые тона плотный без видимых кристаллов (преимущественно, со сложным микростроением); карбонатный белый спаритовый со столбчато-ромбовидными кристаллами. Выделенные морфотипы отличаются по составу и особенностям морфологического строения: окраске, плотности упаковки частиц, размеру, ориентации и форме кристаллов. Для каждого морфотипа установлены подтипы, различаемые на мезоуровне (преимущественно, по окраске), и микроподморфотипы, отличающиеся в строении на микроуровне. Для горизонтов ВСА_{1с} на мезоуровне выделено 4 возможных последовательности сочетания слоёв морфотипов на обломке. Наиболее частая последовательность: непосредственно к породе прилегает крайне плотный «цветной» (прозрачно-белый, желтый, либо бурый) карбонатный морфотип без видимых кристаллов; поверх него залегает белый рыхлый «мергелистый» микритовый карбонатный слой, поверх которого могут наблюдаться бурые пятна гумусового или включения силикатного карбонатного морфотипов. Наиболее характерное микростроение кутан в горизонтах ВСА_{1с} представлено последовательностью: прозрачный микроспаритовый с переслоями микрита → бурый плотный микритовый → прозрачный спаритовый с зубовидными кристаллами → верхний среднеплотный микритовый → бурый гумусовый, пропитывающий верхний микритовый → бледно-бурый к прозрачному рыхлый микритовый. Стадии, при которых происходило отложение микритового материала, являются наиболее аридными. Анализ элементного состава в плотных микритовых слоях кутан обнаружил тонкие прослои с повышенным соотношением Ca:Mg, содержащие аморфный кремнезем. Формирование этих прослоев отвечает максимально аридным эволюционным фазам. Чередование микрита и микроспарита обусловлено сменой быстрого и более медленного осаждения карбонатного вещества, частой сменой условий увлажнения. Образование спаритового слоя могло произойти при медленной аккумуляции чистого кальцита при высоком уровне озера и периодическом подтоплении позиций, занятых криоаридными почвами. Иллювиальное накопление гумуса происходило при максимально гумидных условиях.

Произведенная систематизация кутан криоаридных почв позволяет эффективно использовать их как наиболее информативный архив почвенной памяти. На настоящем этапе исследования можно сделать первичные выводы о последовательности эволюционных фаз развития исследованных почв. Первый этап педогенеза, вероятно, был периодом нарастающей аридности, возможно, более сухим, по сравнению с современностью. На этом этапе, вероятно, сохранялась, или периодически возобновлялась гидрологическая связь криоаридных почв с озером, в настоящее время полностью утраченная. Далее последовал гумидный этап, сформировавший гумусовые кутаны. Для этого этапа была получена датировка по углероду гумуса – 3500 радиоуглеродных лет [4]. Гумидный альфегумусовый педогенез вновь сменился аридно-семиаридным, аккумулятивно-карбонатным.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РНФ (проект № 14-27-00133) и РФФИ (проекты № 13-04-01829 и № 13-050555).

Литература

1. Волковинцер В.И. Степные криоаридные почвы, Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1978. 208 с.
2. Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители: Л. Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
3. Пустовойтов К.Е., Таргульян В.О. Кутаны иллювиирования на щебне как источник педогенетической информации // Почвоведение, 1996, №3. С. 335 – 347.
4. Cherkinsky A., Bronnikova M., Turova I. ¹⁴C variation in layered coatings of soils as a proxy of Holocene environmental changes in mountains of the South Siberia // Radiocarbon in the Environment Conference 2014, 18 -22 August 2014. Queen's University, Belfast. Bookofabstracts. – p. 81.

КРИОГЕННЫЕ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СЕВЕРА СРЕДНЕЙ СИБИРИ НА ЛИСТАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЧВЕННОЙ КАРТЫ (ГПК)

Ананко Т.В., Конюшков Д.Е., Шубина И.Г.

ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева ФАНО, Москва, dkonyushkov@yandex.ru

1. В отделе генезиса, географии, классификации и цифровой картографии почв Почвенного института им. В.В. Докучаева продолжается работа по неизданным листам ГПК Севера Сибири: вносятся коррективы по данным новой космической информации, проводится районирование, составляются объяснительные записки. Согласно последней рабочей программе ГПК (Соколов, 1986), криологическое состояние почв напрямую отражено на карте: выделены группы почв с длительной сезонной и постоянной мерзлотой; последние разделены на сухо- и льдистомерзлотные почвы с глубоким (>1 м) и мелким (<1 м) протаиванием. Особо выделяются почвы, подстилаемые высокольдистыми ледово-минеральными отложениями. Дифференциация почвенного покрова на микро- и мезоуровнях определяется комплексом криогенных процессов. Ведущими являются морозобойное растрескивание и криогенная сортировка грунтов, криогенное пучение, термокарст и криосолифлюкция. Их проявление зависит от литолого-геоморфологических условий и отражаются в типах криогенных структур почвенного покрова (КСПП) и в характере рисунка на космических снимках.

2. Наиболее разнообразны КСПП плато, сложенных плотными карбонатными породами. Тяжелые слабощебнистые дериваты этих пород, вскипающие с поверхности, характеризуются высокой льдистостью (до 50 %) и подвержены *полигональному растрескиванию и пучению* с формированием *мелкополигонального бугорковато-трещиноватого комплекса* тиксотропных криоземов бугорков и торфянистых почв западин-трещин под северотажными мохово-лишайниковыми лишайничниками с елью. Термокарст развит слабо. Послепожарная активизация пучений отражается в динамике пятен голого грунта на бугорках. На склонах КСПП осложняются *криосолифлюкцией*. На выпуклых участках покатых ступенчатых склонов образуются пятна голого грунта, зарастающие дриадой, мелкими осочками, кустистыми лишайниками; в летний период почвы иссушаются. Формируется *неупорядоченно пятнистый комплекс* выходов пород и маломощных щебнистых перегнойно-грубогумусовых почв. В нижних частях склонов на мощных солифлюкционных отложениях под моховыми лишайничниками формируются вытянутые вдоль склонов *бугорковато-полосчатые* тиксотропных криоземов бугорков и торфянистых глееватых почв понижений. Для склонов, осложненных деллями, характерны мезосочетания тиксотропных криоземов основной поверхности и торфянисто-глеевых почв деллей под моховыми лишайничниками. *Наименьшая выраженность криогенных процессов* характерна для склонов, сложенных устойчивыми к выветриванию доломитами. На них преобладают *перегнойно-карбонатные* почвы под лишайничными голубичными лесами в сочетании с выходами скальных пород. В условиях неотектонических поднятий чехол рыхлых продуктов выветривания практически отсутствует. Отчетливы процессы *мерзлотной сортировки и полигонального растрескивания*. Характерны *нанополигональные или полосчатые (на склонах) комплексы* карбонатных почв тундровых пятен и мелких перегнойно-гумусовых щебнистых карбонатных почв трещинных зон, сочетаемые с выходами пород. На карбонатных породах, перекрытых мощным (3–10 м) чехлом тяжелых высокольдистых отложений развиты процессы *термокарста* с образованием мелких озер. Формируются *округло-пятнистые бугорковато-кочкарные комплексы* торфянисто-перегнойных глеевых и торфянистых почв под заболоченными моховыми ерниковыми лесами и редколесьями межозерковья и торфянисто-глеевых и торфяных почв приозерковых осоково-пушицево-сфагновых болот. На более легких, лучше дренированных отложениях под мохово-лишайниковыми лишайничниками (с березой) преобладают *бугорковатые комплексы* тиксотропных криоземов или палево-криоземов с торфянисто-перегнойными глееватыми почвами.

3. Для плотных кислых метаморфических пород Анабарского плоскогорья и пород траппового комплекса плато Путорана характерны *крупноглыбовое выветривание, полигональное растрескивание и сортировка грунта*. Широко развиты *курумы*. Преобладают сочетания выходов пород и *каменно-многоугольниковые* (на склонах – *полосчатые*) комплексы каменных бордюров и кислых палевых почв и/или подбуров (Анабар) или подбуров охристых и подбуров темных (Путорана) под дриадово-лишайниковой или лишайниково-моховой тундрой. С накоплением мелкозема в аккумулятивных частях склонов под ерниковой тундрой появляются торфянисто-перегнойные (гомогенные) криоземы. Разница в характере эрозионного расчленения и ярусности рельефа заметны в общем рисунке почвенного покрова.

5. *Формирование полигонально-жильных льдов и развитие термокарста* характерно для

аккумулятивных ландшафтов заболоченных пойм и крупных озерных депрессий. В долинах крупных рек и на Анабаро-Оленекской низменности образуются *полигональные и полигонально-валиковые комплексы* торфянисто-глеевых (аллювиальных) почв полигонов, торфянисто-перегнойно-глеевых почв дренированных валиков и торфяных почв трещин.

6. Закономерности географии криогенных процессов и форм почвенных комплексов определяются литолого-геоморфологическими условиями. Роль климатической дифференциации менее выражена, однако она проявляется в общей направленности почвообразования: нейтральной аккумулятивно-метаморфической в центральной и восточной частях и кислой элювиально-иллювиальной в западной части севера Среднесибирского плоскогорья.

СЕРОГУМУСОВЫЕ ПОЧВЫ СВЕТЛОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

Краснощечков Ю.Н.

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, kyn47@mail.ru

Серогумусовые (дерновые) почвы в Байкальском регионе распространены в подтаежном, реже таежном светлохвойном высотно-поясных комплексах типов леса. Широкий диапазон высот и орографических условий ареала распространения этих почв обуславливает и довольно широкую амплитуду экологических условий в его пределах. На них произрастают лиственничные и сосновые разнотравные, бруснично-разнотравные, рододендроновые бруснично-разнотравные леса и их производные. Материнскими породами служат остаточные и переотложенные коры выветривания плотных, силикатных (бескарбонатных) пород суглинистого и глинистого гранулометрического состава. В зависимости от геоэкологических условий среди серогумусовых почв лесной зоны выделяются длительно-сезонномерзлотные (холодные) и глубокомерзлотные (мерзлотные) почвы.

Формирование серогумусовых почв связано с дерновым почвообразовательным процессом. Дерновый процесс развивается под воздействием травянистой растительности и характеризуется интенсивным гумусообразованием, связанным с особенностями биологического круговорота веществ в этой растительной формации. Серогумусовые почвы в лесной зоне представляют собой один из частных проявлений дернового почвообразовательного процесса.

В Сибири выделение самостоятельного типа дерновых почв в южно-таежной подзоне было обосновано О.В. Макеевым (1959). Их происхождение он связывает прежде всего с богатством пород основаниями и первичными минералами. Ряд исследователей (Носин, 1963; Михайленко, 1967) придерживаются взгляда, что эти почвы, развивающиеся в южной тайге в наиболее континентальных районах Сибири, являются биоклиматическим, а не образованием, обусловленным литологией. Следует отметить, что серогумусовые (дерново-таежные, дерново-лесные) почвы на территории Сибири в настоящее время наиболее изучены, но по вопросам классификации и номенклатуре рассматриваемых почв у исследователей подходы недостаточно едины. В одном случае под этим названием понимаются почвы разнотравных изреженных светлохвойных лесов, насыщенные основаниями и мягким гумусом; в другом – почвы высоко-, среднеполнотных насаждений ненасыщенные основаниями и кислым подвижным гумусом. Морфологически эти почвы между собой не различаются. Различия вскрываются лишь по степени насыщенности и качественному составу гумуса.

Профиль серогумусовых почв состоит из лесной подстилки, мощностью 1-5 см, гумусово-аккумулятивного горизонта АУ (7-25 см) серовато-, буровато-коричневого или серовато-бурого цвета, который принимает более светлую окраску при переходе к материнской породе. Горизонт имеет криогенную текстуру, выражающуюся в том, что слоистокомковатые структурные отдельности распадаются на мелкие пористые зерна.

По гранулометрическому составу изученные почвы суглинистые. В целом, для профилей изученных почв характерно облегчение гранулометрического состава с глубиной, высокое содержание ила и физической глины в верхних горизонтах.

Насыщенные серогумусовые почвы характеризуются высоким содержанием гумуса в горизонте АУ – 6-14%. С глубиной содержание его понижается, хотя абсолютное количество продолжает оставаться высоким. В составе гумуса рассматриваемых почв гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами только в горизонте АУ ($C_{гк}/C_{фк}$ равно 1,10-1,45). Причем преобладают гуматы связанные с кальцием. Почвы характеризуются слабокислой и кислой реакцией среды, невысокой гидролитической кислотностью. Почвенный поглощающий комплекс насыщен, главным образом, кальцием. Небольшое содержание обменного водорода приводит к высокой степени насыщенности основаниями.

Кислые серогумусовые почвы содержат в горизонте АУ 4-10% гумуса, с глубиной его количество резко снижается. Судя по отношению C/N, равным для серогумусовых горизонтов 7-14, гумус представлен собственно гумусовыми веществами, связанными с минеральной массой почвы. Распределение и характер гумуса целиком является результатом дернового лесного почвообразовательного процесса. Этим же и объясняется и качественный состав гумуса данных почв. Отношение $C_{тк}/C_{фк}$ в верхних серогумусовых горизонтах равно 0,75-1,00. Кривые распределения обменных оснований в целом согласуются с кривой распределения гумуса. Обменные катионы интенсивно аккумулируются в лесной подстилке и верхнем серогумусовом горизонте. В материнской породе содержание кальция и магния убывает, что подчеркивает биогенное их происхождение в аккумулятивной части профиля. Почвы кислые и слабокислые. Характерна высокая гидролическая кислотность верхних горизонтов. Почвы ненасыщены основаниями. Ненасыщенность рассматриваемых почв основаниями, по-видимому, связана как с гуматно-фульватным типом гумуса, характером материнских пород, так и спецификой напочвенного растительного покрова, который при разложении поставляет в почву достаточное количество иона водорода.

Валовой химический состав серогумусовых почв свидетельствует о слабой миграции оксидов по профилю. Отмечается биогенное накопление кальция и магния в горизонте АУ.

АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ ПОЧВЫ ДОЛИНЫ Р. БЕЛОЙ (ПРИАНГАРЬЕ)

Куклина С.Л.

Иркутский государственный университет, Иркутск, kukl_swet@mail.ru

Река Белая находится в Усольском районе Иркутской области и является правым притоком реки Ангары. Главным источником питания р. Белой служат дождевые осадки. Средняя амплитуда колебаний уровня воды летом равна 3-4 м., в высокие паводки уровень воды может подниматься до 8 м. Это и определяет высотные отметки пойм: к высокой пойме относятся – полого-наклонные поверхности, высотой 6-8 м над урезом реки, к средней пойме – 3-5-метровые уровни, к низкой пойме – 2-3-метровые уровни. Следует отметить, что долина реки Белой имеет четковидную форму с выраженными расширениями и сужениями.

Исследования почв проводились на различных участках долины р. Белой на высокой, средней и низкой пойме. Всего было заложено 16 разрезов в период с 2001 по 2014 г. Изученные аллювиальные почвы характеризуются высокой изменчивостью признаков и свойств (табл. 1) в зависимости от местоположения в долине и приуроченности к формам микрорельефа, которая обусловлена высокой пространственной неоднородностью аллювиальных отложений.

В общем, почвы на центральной части высокой поймы имеют высокую гумусированность, мощный горизонт АУ, который, в большинстве случаев, состоит из серии горизонтов, различающихся по степени гумусированности и окраске. Нижняя часть профиля почв более слоистая, представлена серовато-желтыми или белесыми супесями и суглинками, обогащенными карбонатами. Иногда, слоистость маркирована гидроксидами железа и тонкими прерывистыми оглеенными прослойками, указывающими на периодическое застойное увлажнение. Более «тяжелый» гранулометрический состав и плохо выраженная слоистость почв в расширениях пойм свидетельствуют о более слабой энергетической активности водных потоков. Здесь формируются аллювиальные темногумусовые глееватые, аллювиальные темногумусовые типичные почвы. Высокая пойма в расширениях долины реки Белая активно используется в сельском хозяйстве. На антропогенно-преобразованных участках почвы представлены аллювиальными агрогумусовыми и агрогумусовыми типами.

Почвы на приустьевых валах высоких пойм и на средней пойме имеют более выраженную слоистость, легкий гранулометрический состав, среднюю гумусированность, низкую влажность. Здесь распространены аллювиальные серогумусовые и агрогумусовые аллювиальные типы почв.

На низкой пойме формируются аллювиально-серогумусовые глеевые почвы. Они слабо слоистые, оглеенные с выраженными зонами окисления Fe^{3+} по песчаным пятнам и линзам. Почвы имеют супесчано-песчаный гранулометрический состав, плохую оструктуренность и слабую гумусированность. По всему профилю встречаются обугленные растительные остатки, образовавшиеся в результате недостатка кислорода. В нижней части профиля имеются включения галечника разного размера. Большую часть вегетационного периода почвы низкой поймы переувлажнены.

Таблица 1

Минимальные, максимальные и средние значения некоторых свойств разных типов почв

Типы почв	Гор-ты	Мощность верхнего гор- та, см	pH водной суспензии	Общий гумус, %	Физическая глина, %
Аллювиальные темногумусовые	AU	<u>61-108</u> 84,5	<u>6,1-8,05</u> 7,15	<u>7,08-12,69</u> 10,11	<u>8,36-16,52</u> 11,34
	C _(g) ~	=	<u>7,9-8,35</u> 8,13	<u>2,41-6,90</u> 4,15	<u>7,20-25,00</u> 14,08
Аллювиальные серогумусовые	AУ	<u>60-90</u> 50	<u>6,7-8,7</u> 7,8	<u>1,19-7,29</u> 4,63	<u>8,5-21,68</u> 13,86
	C~	=	<u>8,1-8,9</u> 8,5	<u>1,07-6,9</u> 2,72	<u>11,40-28,72</u> 17,69
Аллювиальныеагр огумусовые	P	<u>7-20</u> 17	<u>5,9-8,1</u> 7,3	<u>2,86-6,21</u> 5,12	<u>11,50-14,64</u> 13,22
	AУ	<u>54-123</u> 89	<u>7,6-7,9</u> 7,8	<u>1,19-6,09</u> 5,25	<u>6,44-17,5</u> 12,65
	C~	=	<u>7,9-8,2</u> 8,1	<u>0,45-1,90</u> 2,41	<u>6,8-18,3</u> 11,70
Аллювиальные серогумусовые глеевые	AУ _(g)	<u>5-9</u> 7	<u>7,0-8,1</u> 7,6	<u>2,84-3,41</u> 0,83	<u>10,3-11,04</u> 10,67
	G~	=	<u>7,6-8,6</u> 8,1	<u>1,19-3,51</u> 2,11	<u>7,7-13,8</u> 10,18

В ходе исследований выявлено, что почвенный покров исследуемых участков пойм реки представлен темногумусовыми, серогумусовыми, серогумусовыми глеевыми, агрогумусовыми и агротемногумусовыми аллювиальными типами почв. Распространение того или иного типа естественных почв зависит от многих факторов, определяющими из которых являются: высота поймы, расположение на пойме (приустьевая, центральная часть) и строение долины (сужение, расширение).

МИКРОПРИЗНАКИ ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРОМЕРЗАЮЩИХ И НЕПРОМЕРЗАЮЩИХ КРАЙНЕАРИДНЫХ ПОЧВАХ

Лебедева М.П.^{1, 2}

¹Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, m_verba@mail.ru; ²Институт географии, Москва

Крайнеаридные почвы гамад Мохаве в США (Skeletal Regosols (Yermic), WRB, 2014), Илийской впадины в Восточном Казахстане (Haplic Gypsisols (Yermic); Solonchaks (Yermic) WRB, 2014) и Заалтайской Гоби в Монголии (Skeletal Regosol (Yermic), WRB, 2014), расположенные на разных континентах и в разных климатических поясах (субтропическом и бореальном соответственно), характеризуются однотипными почвенными профилями мощностью 15-25 см, хотя и сформированы на разных по возрасту и свойствам породах. Под пустынной мостовой во всех изученных почвах сформированы везикулярный палевый корковый, слоистый подкорковый горизонты и срединные буровато-красные горизонты более тяжелого гранулометрического составом, в которых могут отмечаться карбонатные/гипсовые/солевые новообразования. При этом для крайнеаридных почв Азии характерно ежегодное промерзание до глубины 60-100 см при разных сезонах выпадения редких осадков – в Монголии преимущественно летом, в Казахстане весенне-осенний периоды (Панкова, 1992). В Северной Америке изученные почвы не промерзают (средние температуры января близки к 0°C), многолетний характер выпадения осадков преимущественно осенне-зимний. Летом в пустынях поверхность прогревается выше +54°C, суточные колебания температуры могут достигать до 26°, в результате роль конденсационной влаги в наиболее жаркие летние месяцы приобретает большое значение в ходе биохимических процессов, результаты которых фиксируются на микроуровне. На изученных подгорных равнинах с гамадами высшие растения отсутствуют, поэтому основным продуцентом органического вещества являются водоросли, грибы. Исследование основных особенностей микростроения промерзающих и непромерзающих крайнеаридных почв, формирующихся в экстремальных условиях, показало, что сравниваемые почвы имеют как общие микропризнаки, так и специфические*. Общими микропризнаками являются: 1) везикулярная

пористость коркового горизонта; 2) наличие «свежих» кутан иллювиирования в отдельных везикулярных порах; 3) наличие микрозон около пор обедненных глинисто-железистой плазмой; 4) преобладание глинистых кутан в срединных горизонтах, а в отдельных окаربоначенных микрозонах – глинистых папул, ассимилированных основной почвенной массой. Если первая группа микропризнаков является результатом современных процессов - коркообразования и везикуляции в условиях отсутствия поступления органического вещества, то наличие текстурных новообразований является реликтовым процессом иллювиирования глины. По включению текстурных новообразований в зоны интенсивной карбонатной пропитки можно предположить, что изученные почвы пережили смену гумидной фазы почвообразования, когда наблюдалась сезонная миграция ила, на аридную. Для подкорковых горизонтов всех изученных почв характерна слоистость, которую обычно связывают с криогенным оструктурированием и сепарацией частиц разной размерности. Как показали наши исследования, слоистость в подкорковых горизонтах крайнеаридных почв в пустыне Мохаве не связана с промерзанием и определяется многофазностью поступления материала – чередованием микрослоев оловой пыли и более глинистого материала делювиального генезиса. В пустынях Азии эти микропризнаки также отмечены, но вертикальная неоднородность материала активно преобразуется криогенезом, в результате для этих почв отмечены тонко плитчатые и линзовидные агрегаты. В ряду изученных почв наиболее отчетливо и на большую глубину (с захватом срединных горизонтов) криогенное оструктурирование выражено для почв Илийской впадины, что мы связываем с их промерзанием в более влажном состоянии, чем в Заалтайской Гоби. Вертикально стоящие обломки в пустынной мостовой крайнеаридных почв Азии могут свидетельствовать о выдавливании щебня из мелкоземистого материала за счет его промерзания. Для глинистых палеокутан срединных горизонтов характерен разный механизм их деструкции – в почвах Гоби расщепление на отдельные прослойки за счет криогенеза, для США – солевая коагуляция. Специфической особенностью почв пустыни Мохаве является наличие многочисленных железисто-глинистых псевдоморфоз по трещиноватым обломкам вулканогенных пород, которые предположительно, являются свидетелями активной палеогидротермальной проработки пород, в настоящее время формируются Fe новообразования. Итак, для всех изученных крайнеаридных почв выявлен ряд общих ЭПП: 1) коркообразование с везикулярными порами; 2) формирование пустынной мостовой; 3) образование пустынного загара; 4) рубефикация; 5) поверхностное соленакопление; 6) околопоровое обезжелезнение. Промерзающие крайнеаридные почвы характеризуются криогенным оструктурированием и фрагментированием реликтовых глинистых кутан на отдельные слои с образованием папул.

**Почвенные шифры были изготовлены в лаборатории минералогии и микроморфологии почв Почвенного института им. В.В. Докучаева М.А. Лебедевым. Микроморфологические исследования проводились с использованием минералогического микроскопа Olympus BX51.*

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта № 14-27-00133 и Президиума РАН (грант на проведение фундаментальных научных исследований в 2015 году), при частичной финансовой поддержке РФФИ № 15-04-00918а.

ВЛИЯНИЕ СЕЗОННО-МЕРЗЛОТНОГО РЕЖИМА И СПЕЦИФИКИ УСЛОВИЙ ПОЕМНОСТИ НА МОРФОГЕНЕЗ ПОЧВ СОВРЕМЕННОЙ ДЕЛЬТЫ Р. СЕЛЕНГИ (СУБСТАНТИВНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД)

Макушкин Э.О.

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, makushkin@bk.ru

Морфогенетический анализ почв различных участков современной дельты р. Селенги (далее по тексту «дельта»), проведенный автором данной работы, позволил выявить классификационное положение их по «Полевому определителю почв России» (2008) (далее по тексту «Определитель»). Также и основные факторы, влиявшие на формирование их горизонтов, это – сезонно-мерзлотный режим и специфичность условий их поемности.

Влияние первого фактора. На островах (далее по тексту «о-вах») и центральной пойме основания (верховьев) дельты и в краевых частях правобережья и левобережья, имеющих наибольшее влияние континентального климата, чем в устьевых частях дельты, для горизонтов почв характерны изгибы (например, р. 3-05), гумусовые затеки (р. 5-05, 4-05). В остальных частях дельты часто имеет место формирование горизонтов с вихревым рисунком минеральной массы. В срединной, наиболее возвышенной части дельты – на о-ве Сенной (р. 2-03), отчетливо выражено влияние криогенеза в виде вихревого рисунка минеральной массы по всем горизонтам профиля. Дополнительным доказательством этому являются здесь ландшафтные признаки, указывающие, согласно воззрениям

О.В. Макеева (1981), на влияние криогенеза при формировании почвенного покрова – отчетливость проявления полигональности рельефа в виде чередующихся концентрических кругов, оконтуренных растительностью. Также можно видеть образование отдельных бугорков в нанорельефе. На о-ве Гусевский (устье Основного русла), в р. 5-03, наряду с вихревым рисунком в горизонтах, в июле выявлено наличие льдистой мерзлоты на глубине 42-43 см, распространяющейся по полигональному принципу. Все указанные явления запечатлены на авторских фотоснимках. Согласно Определителю, явления криогенеза в почвах позволили идентифицировать в них подтиповой признак – «криотурбированные» (@). В почвах молодых о-вов в устьях проток правобережья (русла Лобановская) отсутствовали признаки влияния криогенеза. Здесь очевидно влияние отепляющего воздействия водоема залива Провал, отделяющего эти о-ва от холодного Байкала.

Влияние второго фактора. В силу геотектонического происхождения дельты имеет место разновысотность ее участков. Пространственная конфигурация ее «седлообразная» (Макушкин, 2012). Наиболее высокие части – основание и срединная часть, понижения представлены по краевым – левобережной и правобережной ее частям. Соответственно доминирующие водотоки р. Селенги идут по ним. В силу динамичности процессов обводнения на о-вах основания и центральной поймы дельты, а также начала левобережья и правобережья, формировались чаще почвы типа аллювиальные гумусовые синлитогенного ствола почвообразования. И реже – типа слоисто-аллювиальные гумусовые почвы первичного ствола. Профили почв полимодальные, с чередованием гумусовых и песчаных горизонтов. По мере расширения дельты ближе к Байкалу в результате влияния подпора со стороны водной массы озера и снижения скорости водотока, ослабевает прерывистость аллювиального процесса. Но усиливается поемный процесс, стимулируя доминирование роста водолубивой растительности, в отличие от участков остальных частей дельты, где представлено луговое разнотравье. В результате в устьевых частях дельты на о-вах представлены чаще бимодальные аллювиальные гумусовые почвы. Здесь процессы оглеения выявляются в нижних погребенных горизонтах, тогда как в первых случаях процессы оглеения затрагивают верхние горизонты и реже весь профиль. Эти процессы обусловили у почв подтиповой признак – «оглеенные» (g). Реже представлен признак «квазиглееватости» (q). По мере гашения скорости водотока к устьевым частям происходит оседание больше пылевато-иловатых частиц, что обусловило формирование признака разновидности почв – супесчаные или суглинистые и реже легкоглинистые. Тогда как в остальных случаях выявлены разновидности – от песчаных до легкосуглинистых почв. Последние характерны для дневных серогумусовых горизонтов, сформированных при влиянии усиления подпора со стороны Байкала после ввода в действие Иркутской ГЭС. На участках увлажненных западин, примыкающих к притеррасной пойме, происходит также оседание больше пылевато-иловатых частиц, и здесь закономерно формировались аллювиальные перегнойно-глеевые почвы, с доминированием водолубивой растительности. Динамичность аллювиального процесса определила чаще маломощность и реже среднемощность, как видовое отличие аллювиальных гумусовых почв основания и начала правобережья дельты от почв остальных частей дельты, где среднемощные. На возвышенных редко затопляемых участках дельты формировались аллювиальные темногумусовые почвы. В силу редкой затопляемости участков и наличия высокой солнечной инсоляции, здесь выражены признаки остаточной карбонатности (са), верхних горизонтов почв, как проявление подтипового признака. Таким образом, сезонно-мерзлотные условия в современной дельте влияли на формирование подтипового признака почв – «криотурбированные», Специфика условий поемности влияла на уровне разновидности (по гранулометрическому составу), вида (по мощности «дневного» гумусового горизонта), рода (чаще бескарбонатные), подтипа (глееватые, квазиглееватые), типа (аллювиальные гумусовые, темногумусовые, перегнойно-глеевые, слоисто-аллювиальные гумусовые) и ствола почв (синлитогенного и первичного почвообразования).

ЭКОЛОГИЯ И ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕЗИСА ГОРНО-ДОЛИННЫХ ПОЧВ ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Мартынова Н.А.

Иркутский государственный университет, Иркутск, natamart-irk@yandex.ru

Непосредственными объектами изучения послужили почвы и ландшафты геосистем Прибайкалья – Тункинской долины и ее горного обрамления. Первые работы по почвенному обследованию Тункинского хребта (в районе Тункинского аймака) были проведены О.В. Макеевым в 1949 г. Сложное геологическое строение региона определяет большое разнообразие коренных пород (докембрия, протерозоя и палеозоя), что, наряду с растительным разнообразием и характером рельефа, определяет дифференциацию почвенного покрова и характер почвообразования. В условиях сложного

горно-долинного рельефа Тункинской котловины общая направленность процессов почвообразования и выветривания обуславливает преобладание субэразальной дезинтеграции исходного природного материала и активное проявление различных экзодинамических процессов. Среди древних рельефообразующих процессов следует отметить эоловые. Возраст эоловых отложений котловины – сартанский, т. е. составляет примерно 11550 – 16120 лет. Тункинская суходольная впадина выполнена мощной толщей (до 2500 м) кайнозойских отложений, переслаивающихся с покровами неоген-четвертичных базальтов. В западной части котловины преобладают лессовые образования, в центральной части – озерно-флювиогляциальные пески, озерно-аллювиальные отложения, аллювий низких террас Иркут, по периферии впадины – делювиально-пролювиальные отложения предгорных наклонных равнин. Особыми формами рельефа днищ впадин являются расположенные в северо-восточной части Тункинской впадины молодые позднечетвертичные вулканы, сложенные лавами базальтов и вулканическими шлаками.

Один из важнейших уровней в каскадных ландшафтно-геохимических системах котловины занимают таежно-степные пространства вместе с нивальными высокогорными комплексами. Почвенный покров территорий во многом отражает мозаичность и исходный состав литогенной матрицы горных пород, экспозиционно-высотное расположение. Глубокое залегание многолетней мерзлоты связано с высокой напряженностью инсоляции летом и с высокой теплопроводностью каменистых грунтов. Преобладающей формой склоновых процессов в горах являются оползневые и солифлюкционные подвижки почвенно-грунтовых масс, формирующие полициклические профили почв с погребенными гумусовыми и торфяными горизонтами.

Среди почв лесного пояса в пределах рассматриваемой территории были выделены подбуры (дерново-, торфяно-), буроземы, дерново-подзолистые, подзолы, ржавоземы, серогумусовые, темnogумусовые, серые, литоземы, петроземы. На карбонатных породах формируются карболитоземы, темnogумусовые (рендзины), элювиально-метаморфические, пелоземы, петроземы. На холодных и увлажненных северных склонах под лиственнично-сосновыми сообществами распространены различные типы глееземов и криоземов. В южной и восточной частях котловины на наклонных равнинах и вулканических холмах широко распространены серые почвы, на карбонатных покровных лессовидных суглинках развиваются буроземы и серые метаморфические почвы. На склонах южных экспозиций формируются ксеропетрофитные степи с литоземами темnogумусовыми, черноземами и каштановыми почвами. Черноземовидные и темnogумусовые почвы развиваются на пологих шлейфах подгорной равнины на покровных карбонатных лессовидных суглинках или на пролювиально-аллювиальных отложениях различной степени сортировки.

Почвенный покров лесостепной части Тункинской впадины представлен сложным сочетанием разнообразных почв, среди которых значительную роль играют почвы отдела органо-аккумулятивных почв с выраженной слоистостью сложения, представленные синлитогенными образованиями с сериями различных погребенных гумусовых горизонтов (AU, AY, AJ, AN, H, W), помогающих расшифровать эволюцию ландшафтов. Нередко литологическая смена пород проявляется очень четко вследствие высокой активности литодинамических потоков, чему способствует сочетание Тункинской впадины с ее горным обрамлением. В связи с чем почвы не имеют полноразвитого профиля, в строении толщ выделяются не только горизонт С, но и горизонты D-подстилающей породы. К литологической неоднородности в строении почв, перекрытию почв новыми наносами и образованию погребенных гумусовых горизонтов или почвенных профилей приводят периодическое резкое усиление пролювиальных (сход селей с Тункинских альп) и аллювиальных процессов (наводнения в долине Иркут и его притоков). В структуре почвенного покрова господствуют полосато-линзовидные, мозаичные и кольцевые комплексы (приозерные, приболотные) с большим разнообразием почв. На низких террасах при высоком положении уровня грунтовых вод господствуют различные комплексы болотных почв (глееземов, торфяно-глееземов, темно-гумусо-глеевых и др.). Другой особенностью долинных почв является их карбонатность с глубины менее 30 см, обусловленная широким распространением карбонатных метаморфических пород в Тункинских альпах; образованием карбонатов при выветривании вулканических пород, представленных базальтами; разгрузкой на поверхности (источники Аршана) или вблизи от нее (на уровне грунтовых вод и верхневодки) трещинно-пластовых вод, богатых бикарбонатами кальция. Следующей особенностью долинных почв является их слабая глееватость, проявляющаяся в горизонте С_{са}, обусловленная высоким уровнем капиллярной каймы грунтовых вод, а также застойными явлениями, связанными с длительной сезонной и островной многолетней мерзлотой, способствующей развитию криотурбационных процессов.

ФЕНОМЕН ПОЧВОПОДОБНОЙ ЭЛЮВИАЛЬНО-ИЛЛЮВИАЛЬНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ В СКАЛЬНЫХ ПОРОДАХ АНТАРКТИКИ

Мергелов Н.С., Шоркунов И.Г., Долгих А.В., Таргульян В.О.

Институт географии РАН, Москва, mergelov@igras.ru

Сообщества эндолитных (обитают внутри скал) организмов - одни из наименее изученных наземных экосистем с ярко выраженной фотоавтотрофной компонентой. Их потенциальные ареалы огромны: ведь до 20 % поверхности суши Земли занимают скальные обнажения. При различных внешних стрессах (недостаток влаги, УФ-излучение, коррадирующий ветер и др.) развитие биоты на дневной поверхности угнетается. В таких условиях организмы находят свою экологическую нишу внутри скал, где, взаимодействуя с минералами породы, образуют эндолитные биокосные системы, которые обладают многими признаками почвы, но таковыми не осознаются. В первых работах Имре Фридмана (1976, 1982, 1987 и др.), исследующих функционирование эндолитных сообществ внутри красноцветных песчаников беконской свиты Сухих долин Антарктики, отмечалось формирование светлых лишённых (гидр)оксидов железа зон мощностью до 1 см и предполагалось, что они связаны с жизнедеятельностью грибов, цианобактерий и лишайников, обитающих во внутреннем объеме скальной породы. Однако конкретные механизмы такого явления не исследовались и никаких аналогий с формированием светлых элювиальных горизонтов почв не проводилось. В 2000-х годах появилась серия публикаций (Villar et al., 2005; Russell et al., 1998; Edwards et al., 2004, 2005), прежде всего, касающихся отработки методик изучения субстрата при помощи Рамановской спектроскопии. В качестве объекта исследования использовались как раз красноцветные песчаники из Сухих долин Антарктики. В этих работах отмечалось изменений вещественного состава несиликатных минералов песчаников, в частности предполагался механизм мобилизации Fe из гематита, его миграции и последующей иммобилизации уже в составе гетита. В результате этого процесса формировались микрогоризонты с новообразованным гетитом, а также светлые элювиальные прослои мощностью до 2 см. Однако подход авторов был скорее утилитарно-методологический и не затрагивал вопросов генезиса материала, не проводилось экологических или почвенных интерпретаций.

В ходе наших исследований субэкрального сегмента гранитоидов и гнейсов в оазисах Ларсеманн и Холмы Тала (Восточная Антарктика) выявлен феномен формирования элювиально-иллювиально-дифференцированных почвоподобных микропрофилей в теле массивно-кристаллических пород под воздействием эндолитных организмов. До этого светлые зоны внутри консолидированных пород с функционирующими эндолитными сообществами описывались лишь для песчаников Антарктики, Канады и Южной Африки, но никогда для гранитоидов и гнейсов. Элювиально-иллювиально-дифференцированные микропрофили являются аналогами развитых макропрофилей подзолов в рыхлых субстратах, почвоподобны им структурно, процессно, но не хронологически (пространственно), так как занимают необычные позиции в ландшафте (скальные обнажения). Необычно, что это явление обнаружено в формально аридных условиях и при отсутствии высших растений. Субэкральный сегмент изученных пород имеет не герметичный минеральный каркас (разветвленная сеть субвертикальных (2-20 микрон) и более крупных сквозных субгоризонтальных трещин), который проницаем для растворенных продуктов выветривания. Трещинная сеть служит транспортной системой при переносе элементов во внутреннем объеме верхних 1-2 см скальной породы, что позволяет сформироваться дифференциации по элювиально-иллювиальному принципу. В связи с особенностью субстрата (массивно-кристаллическая порода), позиции в ландшафте (скальные обнажения) и биоклиматической экстремальностью (эндолитная экологическая ниша) мощности элювиально-иллювиально-дифференцированных профилей и горизонтов (E и B_{hs}) оказываются на один-три порядка меньше по сравнению с «классическими» подзолами. В условиях минимального количества свободно передвигающейся влаги традиционный гравитационный механизм элювиально-иллювиальной дифференциации уступает, процессам, связанным с циклами замораживания-оттаивания и иссушения-увлажнения, а также биогенной перекачки вещества. Формирование светлых элювиальных микрогоризонтов является основной причиной десквамации, обуславливающей отсутствие возможности полнопрофильного педогенеза. Обнаруженное сходство в ЭПП и характере дифференциации профиля с хорошо известными профилями подзолов позволяют вновь поставить вопрос об отнесении почвоподобных микропрофилей к числу объектов генетического почвоведения. Ведь они являются предшественниками более развитых почвенных образований, а часто единственными равновесными с внешними факторами почвоподобными телами во многих районах холодных и жарких пустынь и высокогорий планеты. Кроме того, понимание современных процессов, происходящих в эндолитных системах с элювиально-иллювиальной дифференциацией, имеет фундаментальное значение для расшифровки палеопочвенной записи, так как такие системы могут

являться ближайшими современными аналогами протопочвенных тел, существовавших на планете до появления высших сосудистых растений с корневыми системами.

МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА СОВРЕМЕННОГО ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВЫ УРОЧИЩА ПЫМ-ВА-ШОР БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ

Романис Т.В.¹, Лебедева М.П.², Болотов И.Н.¹

¹ИЭПС УрО РАН, Архангельск, romanistttka@gmail.com; ²Почвенный институт имени В.В.

Докучаева, Москва, m_verba@mail.ru

Урочище Пым-Ва-Шор расположено на восточной окраине Большеземельской тундры (67°09' с.ш., 60°51' в.д.). Термальные источники приурочены к полосе развития верхнедевонско-нижнекаменноугольных карбонатов (Силаев и др., 2008). Берег с выходами гидротерм представляет собой вогнутый склон северо-восточной экспозиции (уклон - 15 градусов на 100 метров). Источники берут свое начало в верхней части склона. Воды (t 25,6-27,4 °C) нейтрально-слабощелочные (pH 8,0 – 8,4), восстановительные, хлоридно-натриевые (примесь кальция составляет 18 %). Материалы для исследований были собраны в составе экспедиций ИЭПСУрО РАН. 5 разрезов заложены в различных положениях склона и близости к выходам термальных источников в соответствии с данными термосъемки и интенсивности непосредственного термального воздействия (Функционирование..., 2011). Горизонты индексированы согласно классификации почв России (2004). Плоскопараллельные шлифы из почв (образцы ненарушенного сложения, отобранные по горизонтам профиля), обломков известняков и травертин были изготовлены в лаборатории минералогии и микроморфологии почв Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева М.А. Лебедевым. Микроморфологические исследования проводились с использованием оптического минералогического микроскопа Olympus BX51 с цифровой фотокамерой Olympus DP26. Изучались элементы микростроения основных горизонтов почв и обломки карбонатных пород, которые по особенностям строения можно отнести к: 1) обломкам карбонатных подстилающих пород, принадлежащих к верхнедевонско-нижнекаменноугольным (фаменским) известнякам с остатками многокамерных фораминифер и 2) травертинам - рыхлым карбонатным породам, образующихся в результате седиментации карбоната кальция из вод термальных источников. Характер и степень их деформации на микроуровне позволяет диагностировать значительное разрушительное влияние современных гидротермальных вод на реликтовые травертины и древние известняки. В настоящее время образование травертин происходит очень медленно - $2 \cdot 10^{-3}$ мм/год, не компенсируя разрушение.

Зональный тип почв в наших исследованиях - подбур оподзоленный иллювиально-железистый (O-Oh-Bfe-BHF-Cca). По микростроению верхние горизонты характеризуются активностью микробиоты, наличием крупных растительных остатков и углистых частиц, преимущественно пылеватым составом материала. Для срединного горизонта характерно увеличение содержания глинистого материала в виде железисто-глинистых кутан на поверхности песчаных зерен, отсутствие обломков травертин. В нижних горизонтах с глубины 20 см появляются сохранившиеся обломки карбонатных подстилающих пород. В зоне непосредственного действия гидротерм сформирована серогумусовая глееватая почва (Oao-AU1-AU2-Bg-Cg), в которой верхние горизонты отличаются наиболее тесной связью между гумусовым и глинистым веществом и большим количеством экскрементов червей, что позволяет говорить о формировании здесь гумуса типа mull. С глубиной в профиле серогумусовой глееватой почвы количество свежих кутан увеличивается. С повышением уровня грунтовых (термальных) вод до глубины 70-75 см отмечено формирование глеезема перегнойного (H1-H2-Gf-G-Gca-Cca), в котором в верхних горизонтах отмечено преобладание в составе органического вещества углистых частиц, ожеженных остатков растительности; в срединных и нижних горизонтах - появление микрозонального ожежнения глинистой плазмы. Почвы, удаленные от современных выходов гидротермальных вод, принадлежат к типам подбур глеевый остаточно-карбонатный (Oao-BHFca-BCgca-Cca) и ржавозем грубогумусированный остаточно-карбонатный (O-Oao-BFMca-BCgca-BCca-Cca). Для них в микростроении поверхностных горизонтов отмечено наличие старых копролитов и большое количество ожеженных остатков органики. Для срединных и нижних горизонтов этих почв с глубиной увеличивается размер и количество травертин, глинистых и железистых кутан (степень разрушения с глубиной уменьшается). Итак, благодаря микроморфологическому анализу выявлены как общие, так и специфические элементы микростроения изученных почв, позволяющие диагностировать современное и древнее влияния гидротермальных вод на формирование диагностических горизонтов почв урочища Пым-Ва-Шор.

Исследования выполнены при поддержке программ ФАНО (№0410-2014-0028) и УрО РАН (№ 15-12-5-3 и № 15-2-5-7), грантов Президента России (№МД-6465.2014.5 и №МК-4735.2015.4) и РФФИ (№ 15-04-05638_а, № 14-04-98801, № 14-05-31196).

Литература

Силаев И.В., Чайковский И.И., Митюшева Т.П., Хазов А.Ф. Современные карбонатные минерализации на испарительных и седиментационно-диагенетических изотопно-геохимических барьерах. Сыктывкар: Геопринт, 2008. – 68с.

Функционирование субарктического гидротермальной экосистемы в зимний период / Под ред. К.Г. Боголицына, И.Н. Болотова. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – 252 с.

ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ БАРГУЗИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОЙ ГИС

Рухович Д.И., Черноусенко Г.И., Калинин Н.В., Симакова М.С., Куляница А.Л.

Почвенный институт им. В.В.Докучаева, Москва, landmap@yandex.ru

Засоление почв Баргузинской котловины находит отражение в почвенных картах разного времени создания и разного масштаба. Для создания карты засоления почв Баргузинской котловины была собрана проблемно-ориентированная ГИС, включающая карты, как векторные оцифрованные, так и отсканированные бумажные, как крупномасштабные на отдельные хозяйства М 1:25000 (Гипрозем, 1984-86 г.), так и среднемасштабные 1:300000 и 1:500000 (Замана, 1983, Союзводпроект, 1988), а также мелкомасштабные 1:1 млн, 1:2,5 млн, 1:5 млн (ГПК, 1964, 1972, Почвенная карта РСФСР, 1988, Карта засоления почв России, 2006, Карта типов химизма России, 1976). Эти карты имеют разную контурную часть, разные легенды, разный подход к указанию химизма и степени засоления. Сопоставление карт между собой долгое время было затруднено не только масштабом, но, главным образом, разными проекциями этих карт. На бумажных носителях не существует технологий сопоставления разных проекций между собой. Разрешить проблемы масштабов, искажений и проекций возможно путем их трансформации в среде ГИС.

ГИС позволяет использовать не только архивные, но и современные материалы, ранее недоступные исследователям. В первую очередь речь идет о цифровых моделях рельефа, спектрально-космической съемке высокого разрешения (1м и крупнее), топографических картах М 1 : 25 000 и 1 : 50 000 обновленных в 2007 году. Все эти материалы также были включены в ГИС и использовались при анализе.

Топографические карты позволили задать систему координат, лишенную искажений. Анализ всей полноты материалов выявил территории, которые требовали наземной верификации в местах расхождения информации о засолении почв, которая была проведена в 2013 г. Результаты экспедиции были добавлены в ГИС в виде точечного слоя разрезов с указанием химизма, степени и глубины засоления почв. Например, на топографических картах имеется информация о распространении солончаков. Эта информация в Баргузинской котловине подтверждается не всегда, т. к. топографы выделяют солончаки визуально по выцветам солей, которые имеют часто мощность 1 мм, а глубже засоление слабое или отсутствует.

Результатом этих работ является почвенная карта засоления Баргузинской котловины, которая соответствует масштабу 1 : 500 000. Карта содержит 40 контуров с распространением площади засоления на площади 182890 га. Сравнительные результаты о распространении засоленных почв по ряду оцифрованных карт (см. табл.) показывают насколько информация о типе засоленных почв и их площади различна по разным источникам.

Таблица

Распространение засоленных почв в Баргузинской котловине

Почва	Кол-во контуров	Площадь к-ров, га
Почвенная карта РСФСР. М 1 : 2 500 000 / гл. ред. В.М. Фридланд, 1988		
Пойменные засоленные (основная и единственная)	2	31543
ИТОГО:	2	31543
Почвенная карта ГПК. М 1:1 000 000, Почвенный ин-т, 1964, 1972		
Аллювиальные солончаковатые (основная и единственная почва в к-ре)	2	23767
СКл (основная и единственная почва в к-ре)	3	7707
ИТОГО:	5	31474
Карта засоления почв России. М 1 : 2500000 / Под ред. Новиковой, Панковой, цифровая версия		

- лаборатория информатики Почвенного ин-та, 2006		
Аллювиальные солончаковые (основная и единственная почва в к-ре)	2	21268
Лугово-болотные солончаковые	1	63973
СК (основная)	1	26202
СКо (внемасштабно)	1	116920
СКо&СНо (внемасштабно) – у этих контуров в базе - глубина 30-100см	2	55681
ИТОГО :	7	284044
Карта гидрогеолого-мелиоративного районирования Баргузинской котловины М 1:300000 (Замана, 1984)		
Сильное засоление и СК	4	6545
Среднее и сильное засоление	6	13132
Слабое и среднее засоление	18	63581
Слабое спародическое засоление	10	20240
ИТОГО:	38	103498
Карта природно-почвенного районирования Баргузинской котловины (Почвы Баргузинской котловины, 1983)		
ИТОГО:	13	163655
Карта засоления почв Бурятии М 1 : 500000 / Под ред. Черноусенко, 2014		
СК и Хск (основная)	16	70855
СК и Хск (сопутствующая)	16	88130
Хсч (сопутствующая, в т.ч. Хснсч)	3	9237
СК и Хск (внемасштабно)	5	14668
ИТОГО:	40	182890

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ проекты № 13-04-00107а и 15-07-06173а

МОРФОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И СУБСТАНТИВНО-ПРОФИЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ ВЫСОТНЫХ ПОЯСОВ ХРЕБТА МОЛЕБНЫЙ КАМЕНЬ (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)

Самофалова И.А.

ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, samofalovairaida@mail.ru

Контрастные экологические условия и почвенно-растительный покров в горных ландшафтах формируются под воздействием сложного комплекса факторов. Горные почвы Урала начали изучать позже, чем других горных систем. В Пермском крае уникальные биоценозы Северного Урала представлены в государственном природном заповеднике «Вишерский». Разнообразие и особенности почв Северного Урала в пределах Пермского края исследованы слабо, в заповеднике изучение почв практически не проводилось.

Цель исследований: изучить морфолого-генетические особенности почв в системе высотного градиента горно-тундрового, подгольцового и горно-лесного поясов хребта Молебный камень, а также определить классификационное положение почв. Предмет исследований – горные почвы в заповеднике «Вишерский» на крайнем северо-востоке Пермского края в верховьях р. Вишеры. К востоку от р. Большая Мойва (левого притока р. Вишеры) возвышается мощный горный узел заповедника, где и расположен хребет Молебный Камень (1322 м). Комплексные маршрутные работы были сосредоточены на склоне северо-западной экспозиции г. Хомги-Нёл хребта Молебный камень, где заложен эколого-топологический профиль протяженностью 5 км. Охвачены все высотные пояса от нижней границы горно-лесного пояса (458 м над у.м.) до границы горно-тундрового пояса и горных каменистых пустынь (920 м над у.м.). В каждой из точек наблюдений заложены опорные разрезы. Идентификацию почв и генетических горизонтов проводили в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв России» (2004).

Особенность рельефа Северного Урала – наличие древних поверхностей выравнивания, поднятых на разную высоту, поэтому преобладают плосковершинные или куполовидные хребты и массивы. Почвообразующие породы – элювий коренных пород, преимущественно кварцитов и сланцев. Северный Урал характеризуется отсутствием современного оледенения и наличием высотных поясов: холодные гольцовые пустыни, горные тундры, подгольцовый пояс (березовые криволесья,

парковые пихтово-еловые леса, луговые поляны), горно-лесной пояс (темнохвойная елово-пихтовая тайга, светлохвойные сосновые леса).

Горно-тундровый пояс растительности (850-1200 м) представлен разными типами открытых безлесных сообществ: травяно-моховыми, кустарничковыми, каменистыми, лишайниковыми тундрами, зарослями карликовой берёзки. В суровых условиях горной тундры формируются маломощные почвы (8-9...30-31 см), по строению которых можно диагностировать первичное почвообразование. Сочетание агентов-почвообразователей приводит к формированию *подбуров*, *петроземов* и *слаборазвитых*. Профиль почв является неполно развитым, но четко дифференцирован на генетические горизонты по окраске и по содержанию специфических компонентов. Выделяются переходный и процессный признаки: глееватость в альфегумусовом горизонте; процессный признак *ох* в глеевом горизонте. Длительное морозное выветривание, короткий теплый период способствуют длительному переувлажнению и хемотренной редукции соединений железа.

В подгольцовом поясе почвенные разрезы приурочены к подпоясам: мезофильных подгольцовых лугов, горных криволинейных, подгольцовых редколесий. Формируются маломощные почвы, отчетливо дифференцированные на генетические горизонты по структуре или окраске. Так, на мезофильном лугу среди паркового редколесья-криволинейного сформировалась *органо-аккумулятивная серо-гумусовая* почва. Серогумусовый горизонт имеет переходные признаки элювиирования (*el*) и метоморфизации (*m*). В березово-еловом черничнике в криволинейном на крутой части склона формируются почвы с альфегумусовым горизонтом. Дерновый горизонт с переходным признаком оподзоленности, диагностирует *оподзоленный* подтип. В разреженных парковых лесах с высокотравными луговыми полянами на покатых, пологих склонах в профиле выделяется железисто-метаморфический горизонт, занимающий более половины профиля и диагностирует *ржавозёмы*. В горизонте *BFM* выделяется процессный признак *gr* (железисто-гранулированный).

Таблица

Классификационное положение почв г. Хомги-Нёл

Таксономические единицы классификации			
Ствол	Отделы	Типы	Подтипы
Первичного почвообразования	Слаборазвитых почв	Петрозем	гумусовый
Постлитогенного почвообразования	Литоземы	Серогумусовые	метаморфизированный
			глееватый
			потечно-гумусовый
	Железисто-метаморфические	Ржавоземы	железисто-гранулированный
	Органо-аккумулятивные	Серогумусовые	элювиированный
			метаморфизированный
	Альфегумусовые	Подбуры глеевый	окисленно-глеевый
Литодерново-подбур		оподзоленный	
Текстурно-дифференцируемые	Дерново-подзолистые	иллювиально-железистая	

В горно-лесном поясе разрезы заложены на площадках, отличающихся крутизной, напочвенным покровом. Почвы различной мощности (20-75 см). В связи с коротким теплым периодом активной вегетации и наличием мощной лесной подстилки, которая является аккумулятором дождевой влаги, на профилеобразующие процессы накладываются горизонтообразующие, проявляющиеся в переходных (*g*, *ao*, *m*) и процессных (*hi*) признаках.

Итак, на Северном Урале на г. Хомги-Нёл формируются почвы как первичного, так и постлитогенного почвообразования (табл.).

Изучение почвенного покрова необходимо продолжить для инвентаризации объектов охраны почв и для верификации субстантивно-профильной классификации почв России.

КОЛЛЕКЦИЯ ПОЧВЕННЫХ МОНОЛИТОВ КАК ОСНОВА МОНИТОРИНГА ПОЧВ ХОЛОДНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Сухачева Е.Ю.^{1,2}, Мингареева Е.В.¹, Апарин Б.Ф.^{1,2}

¹ФГБНУ «Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева»; ²Санкт-Петербургский

Согласно «Оценочному докладу об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации» Росгидромета (2008 г.) повышение среднегодовой температуры на территории России ожидается значительно большим, чем в среднем на земном шаре. Глобальное изменение климата и возрастающее антропогенное воздействие приведут к смене климатической стадии на эволюционную на траектории развития почв, особенно в холодных областях. В результате могут измениться все экологические параметры функционирования почв. В связи с этим, исследования реакции почв на внешние воздействия становятся все более востребованными.

Почвенно-экологический мониторинг является наиболее эффективным в определении отклика почв на внешние воздействия. Однако, он находится еще на начальной стадии организации, и имеются лишь небольшие ряды наблюдений за изменением почв, касающиеся, прежде всего, параметров их плодородия.

Уникальную возможность для получения фоновых характеристик почв различных регионов России до начала периода активного техногенного воздействия на окружающую среду и глобального изменения климата открывает использование коллекций почвенных монолитов и образцов, имеющих временную и географическую привязку.

Почвенные монолиты являются материальным документом, своего рода, паспортом генетического типа почвы, сохраняющим информацию о строении, составе и свойствах почвы на момент отбора монолита. Использование почвенных монолитов в качестве репера позволяет наиболее точно и полно выявить изменения почв за определенный временной период и соотнести их с изменением всех факторов почвообразования.

Коллекции почвенных монолитов Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева насчитывают в целом около 2000 единиц, отобранных в России и других странах Мира за период с 1900 по 2014 г. и, по существу, является национальным достоянием России. Коллекция почвенных монолитов «холодных областей» России насчитывает около 240 единиц, самые ранние из которых, были отобраны еще в 1908 году в ходе экспедиции Переселенческого управления. Все они внесены в общую базу данных почвенных монолитов музея. В периоды с 1908 по 1932 г. было отобрано 35 монолитов, с 1949 по 1961 г. – 36 ед., с 1962 по 1991 г. – 148 ед. Коллекция связана с именами таких известных ученых, как Красюк А.А., Прохоров Н.И., Зольников В.Г., Завалишин А.А., Игнатенко И.В.

По своему географическому разнообразию коллекция «холодных областей» включает в себя субъекты Российской Федерации, в которых вечная мерзлота имеет не только сплошной, но и прерывистый, массивно-островной, островной и редко-островной характер распространения. В частности, монолиты были отобраны в таких труднодоступных районах как архипелаги Земля Франца-Иосифа и Северная Земля, полуостров Таймыр, Канин, Ямал, на островах Врангелия Вайгач.

Для целей мониторинга возможно использовать монолиты только с известной датой и местом отбора. По точности указания местоположения монолитов можно выделить 3 группы: а) в описании обозначено достаточно точное место отбора монолита – 84 ед.; б) указан только район взятия монолита – 129 ед.; в) указана область и специфические ландшафтные особенности – 31 ед.

Коллекция монолитов холодных областей представлена почвами, которые по своему классификационному разнообразию относятся к 20 отделам в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв России» (2004 г.). Наиболее полно представлены следующие отделы: аккумулятивно-гумусовые, альфегумусовые, глеевые, железисто-метаморфические, криометаморфические, криотурбированные, литоземы, органо-аккумулятивные, палео-метаморфические, слаборазвитые, структурно-метаморфические, текстурно-дифференцированные, щелочно-глинисто-дифференцированные, аллювиальные, торфяные.

На основе сопряженного анализа типоморфных характеристик почвенных образцов и монолитов из коллекции Музея, имеющие точную временную и географическую привязку и современных образцов, отобранных в тех же местах можно установить наиболее информативные почвенные индикаторы глобального изменения климата, интенсивного сельскохозяйственного использования и техногенного воздействия на почвы и окружающую среду. На основании использования сравнительно-хронологического и сравнительно-географического методов можно выявить тренды и диапазоны изменений почвенных характеристик по профилю за известные интервалы времени. Полученные данные позволят разработать прогнозные эволюционные модели функционирования почв при различных сценариях изменения климата и антропогенной нагрузки на почвы.

ЛЕССОВЫЙ ПЕДОГЕНЕЗ В ЛАНДШАФТАХ КОНТАКТА ТАЙГИ И СТЕПИ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

Сымпилова Д.П.

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, darimasp@mail.ru

Лессовые породы широко распространены на территории Северной Евразии. Западное Забайкалье входит в умеренную перигляциально-лессовую зону Азии. В палеогеографическом аспекте эта зона рассматривается как перигляциальная область, где процессы криолитогенеза отразились на свойствах лессовых пород и их структурно-текстурных характеристиках.

Формирование почв на лессовых породах происходит в зоне контакта тайги и степи Западного Забайкалья – экосистемах переходного (экотонного) типа с Центральноазиатскими степными и Североазиатскими таежными ландшафтами. Это зона неустойчивого климатического равновесия между южной тайгой и степью. В условиях резкоконтинентального климата и расчлененного рельефа Западного Забайкалья наблюдается проникновение как теплых сухих воздушных течений из степной зоны в таежную, так и холодных влажных с вершин хребтов в степную, что обуславливает широкое развитие остепненных лесных биогеоценозов.

Согласно принципам нового субстантивно-генетического подхода (2004, 2008), рассматриваемые серогумусовые, темногумусовые и светлогумусовые почвы характеризуются одним выраженным органогенным или гумусовым горизонтом, который является типодиагностическим для выделения типа почвы, далее сменяющиеся малоизмененной почвообразующей породой. Срединные горизонты не выражены, могут наблюдаться признаки педогенной структурной организации. Почвообразующей породой таких почв служат лессовые породы. Особое внимание при диагностике этих почв уделяется факторам почвообразования.

Цель работы – исследование генезиса почв на лессовых породах на контакте тайга-степь в экстраконтинентальных условиях Западного Забайкалья и в контексте нового субстантивно-генетического подхода.

Серогумусовые почвы на лессовидных отложениях распространены в южно-таежном высотном поясе (ВПК) Западного Забайкалья на склонах различных экспозиций на высотах от 620-800 м под мелколиственными и светлохвойными рододендрово-разнотравными лесами. В разнотравье доминируют ксерофиты. Серогумусовые метаморфизованные почвы на лессовидных отложениях формируются в средних частях склонов, в седловинах под лиственнично-сосново-разнотравными сообществами; серогумусовые остаточные-карбонатные – в нижних частях склонов делювиальных шлейфов под сосняками разнотравными.

Мощность серогумусовых горизонтов, включая лесную подстилку, сильно варьирует (от 10 до 20 см). В горизонтах АУС наблюдаются признаки железисто-глинистого метаморфизма, которые диагностируются морфологически (буровато-охристый цвет окраски), незначительным увеличением илистой фракции, повышением содержания железа в вытяжке Тамма, а также обменных оснований. Серогумусовые почвы, как правило, в нижней части профиля карбонатны.

Темногумусовые почвы формируются в нижних частях делювиальных шлейфов на высотах 670-720 м над ур. м. под злаково-разнотравными сообществами. В разнотравье присутствуют представители как таежной, так и степной флоры. В настоящее время эти почвы практически все распаханы и преобразованы в агротемногумусовые. Почвообразующей породой служат как лессы, так и лессовидные отложения.

Почвы характеризуются буровато-темно-серым агротемногумусовым и темногумусовым (до 75 см) горизонтами, постепенно сменяющейся малоизмененной почвообразующей породой, глыбисто-комковатой с элементами зернистости структурой, низким содержанием гумуса в агротемногумусовом горизонте, что связано с дегумификацией, вследствие длительного использования в сельскохозяйственном производстве.

Светлогумусовые почвы на лессовидных отложениях формируются в степном ВПК нижних частей склонов делювиальных шлейфов и на террасовидных увалах непосредственно на контакте с серогумусовыми и темногумусовыми почвами на абсолютных отметках 650-750 м над ур. м. под злаково-разнотравными сообществами. В настоящее время они практически все распаханы и преобразованы в агроземы светлые.

Светлогумусовые горизонты характеризуются темновато-серым цветом с желтоватым оттенком с глыбисто-непрочнокомковатой структурой. Горизонт АЖС желтовато-палевого цвета с глыбисто-комковатой структурой. Горизонты Cdc1 и Cdc2 белесовато-желтого цвета с призмовидно-комковатой структурой. В данных почвах наблюдается вертикальная столбчатость.

Рассмотренные типы серогумусовых, темногумусовых и светлогумусовых почв Западного

Забайкалья ранее были известны как дерново-карбонатные выщелоченные почвы (парарендзины) с профилем: А – АС – С. Минеральная толща этих почв слабо изменена почвообразовательными процессами, что указывает на близость вещественного состава современных почв и лессов как почвообразующих пород. Это свидетельствует о сингенетичности почвообразования и лессового осадконакопления.

РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ БЛИЗКОЗАЛЕГАЮЩЕЙ МЕРЗЛОТЫ БАРГУЗИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Убугунов В.Л.¹, Цыремпилов Э.Г.¹, Убугунова В. И.^{1,2}, Жамбалова А.Д.²

¹Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ; ²ФГОУ ВПО
«Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р.Филиппова», Улан-Удэ,
ubugunov@mail.ru

Баргузинская котловина является одной из сложных в геокриологическом отношении территорий, в связи с чем было изучено разнообразие почв, формирующихся в условиях близкозалегающей мерзлоты.

Участки с близкоповерхностным распространением мерзлоты по результатам проведенных средне- и крупномасштабных гидрогеологических и гидролого-мелиоративных съемок, выполненных ПГО «Бурятгеология», «Востоксибгипроводхоз», «Южгипроводхоз», приурочены к современным тектоническим опусканиям пойм, низким надпойменным террасам рек Баргузин, Гарга, Аргада, Улан-Бурга. Мощность многолетнемерзлых пород превышает 270 м. Накоплению и сохранению мерзлоты способствует близкое к поверхности залегание грунтовых вод, весенние половодья, высокая водопоглощающая способность торфяников и суглинистых грунтов. Криогенные образования представлены полигональными системами, многолетними буграми и площадями пучения, термокарстовыми формами и изредка – наледями. В районе оз. Хасхал около 20 % поверхности занято провальными термокарстовыми озерами и воронками. По пучинистости поверхностный слой относится преимущественно к средне- и сильнопучинистым. Преобладающим типом близкоповерхностной мерзлоты является таликовая (72 %).

Проявление криотурбационных процессов отмечается в почвах, формирующихся в зоне сплошной и таликовой мерзлоты вблизи термокарстовых котловин, тыловых частей надпойменных террас. Под слоем торфа или суглинисто-иловатых отложений залегают высокольдистые грунты. Преобладающим типом почв, формирующихся при близком залегании льдистой мерзлоты, являются аллювиальные местами оторфованные перегнойно-квазиглеевые мерзлотные почвы. В приозерных понижениях бессточных микрокотловин формируются мерзлотные торфяные и перегнойные квазиглеевые почвы и солончаки мерзлотные (табл.).

Проведенные исследования показали, что близкозалегающая мерзлота оказывает влияние на формирование разнообразия почв. При сплошной мерзлоте в условиях нейтральной или слабощелочной реакции среды формируются почвы с выраженными процессами гидрогенного метаморфизма, перегнойной или торфяной аккумуляции органического вещества. В почвах, формирующихся в районе с распространением спорадической мерзлоты, наблюдаются преимущественно темногумусовый и квазиглеевый процессы. Наибольшим разнообразием отличаются территории с таликовой и островной мерзлотой. Почвы относятся к постлитогенному, синлитогенному и первичному стволам, отделам аллювиальных, галоморфных и слабообразованных почв. Типовая принадлежность почв диагностируется выраженностью торфяной, перегнойной, темно- и светлогумусовой аккумуляциями, квазиглеевым, аллювиальным и солончаковым процессами. На подтиповом уровне перечисленные типы могут иметь различную степень квазиглееватости, криотурбированности и засоления.

Почвенный покров аллювиально-озерных понижений весьма чувствителен к динамике уровня залегания мерзлоты. В периоды продолжительных многолетних засух при относительно глубоком протаивании почв и снижении уровня грунтовых вод, органические перегнойные и торфяные горизонты пересыхают и при весенне-осенних паводках частично или полностью выгорают вместе с ветошью вплоть до нижележащего минерального горизонта. В этих случаях почвы переходят либо в ствол слабообразованных почв (тип аллювиальных слоистых), которые при активной эоловой стратификации песками могут перейти в стратифицированные подтипы, либо в ствол абраземов, которые лишены верхних диагностических горизонтов в результате естественных или антропогенных процессов. Эти почвы являются промежуточным звеном в эволюционных циклах аллювиальных перегнойных и торфяных почв, а их классификационное положение пока не разработано, в связи с чем, следуя логике последней классификации, их можно выделить как тип абраземов пирогенных. При

длительном обводнении территории и дальнейшем развитии этих почв в субкавальном режиме происходит формирование перегнойного горизонта или оторфовывание. В этой стадии эволюции почвы могут диагностироваться как перегнойные или торфяные постпирогенные.

О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФИЛЕЙ НАДМЕРЗЛОТНО-ГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ

Фоминых Л.А., Золотарева Б.Н.

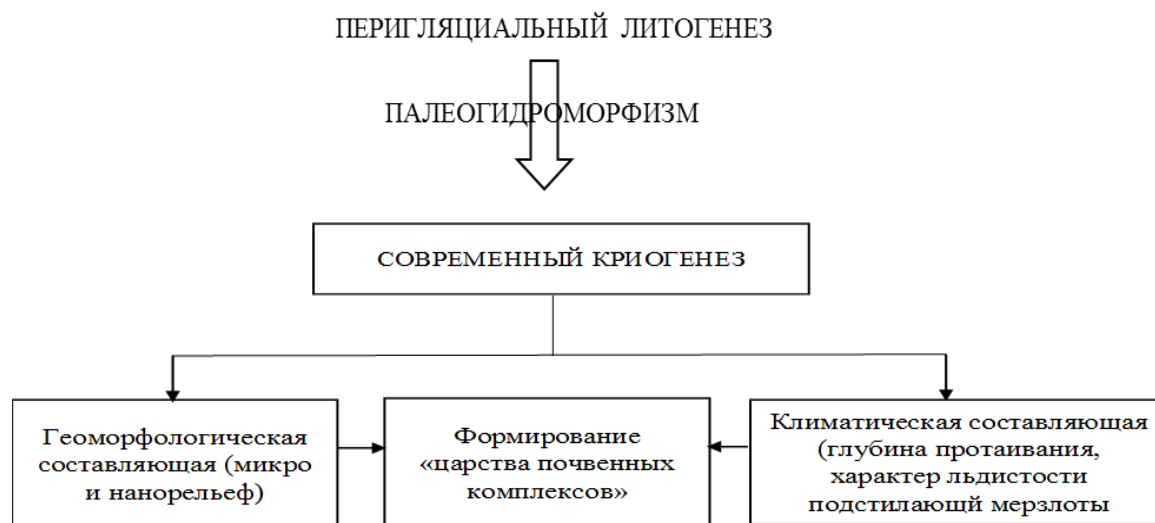
Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино,

lfominyck@rambler.ru

Фундаментом почвенно-географического разнообразия ландшафтов мерзлотной тундры является морфолитогенная основа (рельеф-породы). Морфоскульптура на уровне рисунка микро- и нанорельефа – эта основа пространственной неоднородности ландшафтов полигональной тундры – формируется под действием экзогенных (криогенных) факторов (схема). Элементу нанорельефа соответствует самостоятельная единица – минимальный почвенный выдел (по Л.И. Прасолову), т.е. профиль почвы или педон (в терминах зарубежных исследователей почв). Минимальной единице почвенного покрова пятнистых тундр (ЭПА по В.М. Фридланду, 1972) соответствуют почвенно-мерзлотные комплексы (по В.Д. Васильевской, 1980) или нанокатены почв (Л.А. Фоминых, 1997), или – полипедон у зарубежных авторов. Компонентами нанокатены плейстоценовых едомных плакоров Колымской Субарктики с криогидроморфными неглеевыми почвами (криоземами, по И.А. Соколову, 1980) являются: бугорок- пятно- зарастающий бугорок и разделяющие их трещины.

Схема

Место криогенеза в иерархии абиотических факторов почвообразования современной криолитозоны



Основу полигональных тундр на «вторичных» плакорах междуречий, неавтоморфных поверхностях (по В.А. Ковде), с криоглеезами в почвенном покрове составляют: нанопolygon-пятно- зарастающее пятно, также оконтуриваемые трещинами. Термин «нанопolygonальные тундры» хорошо знаком исследователям Западного сектора Арктики. На примере криозёмов и глеезёмов разрабатывается физико-химическая концепция формирования криогенных признаков в профилях суглинистых криогидроморфных почв, выражающихся в структурно-текстурной организации материала, формировании горизонта надмерзлотной ретинизации гумуса, кутанного комплекса почв и др. Исследуются процессы мерзлотного конкрециеогенеза в криогидроморфных глеевых и неглеевых почвах Колымской Субарктики. Сформировано представление о едином механизме процесса конкрециеогенеза в этих морфотипах почв, связанного с особенностями функционирования их в режиме сезонноталого слоя. Вывод о ретинизации гумуса (с формированием надмерзлотного субгоризонта Aha) базируется на наших полевых морфологических и лабораторных материалах, прежде всего, по почвам северо-востока Якутии, где очевидно, этот процесс (впервые описанный Караваевой и Таргульяном, 1960, 1969) выражен наиболее ярко морфологически и аналитически в профилях мерзлотных суглинистых криогидроморфных как глеевых, так и неглеевых автономных почв плакоров пятнистой тундры (Фоминых, 1997, 2001 и др.). Развитию этого процесса здесь способствует

идеальное сочетание условий: маломощный деятельный слой в условиях резко континентального климата, близкое подстиление высокольдистой низкотемпературной толщи многолетнемерзлых пород, ход промерзания сезонно-талого слоя осенью как сверху, так и снизу, «насосный» характер функционирования пятен-медальонов. У Р.С. Слеттена (1997) есть замечательно точный термин для этого явления ретинизации гумуса: paraliticcontact. В мезоморфных суглинистых почвах притундровых редколесий Колымской субарктики процесс ретинизации гумуса также выражен, но менее ярко. Этот феномен, подчеркиваем, описываемый в автономных позициях водораздельных плакоров, не имеет ничего общего со случаями обнаружения в профилях почв темноцветных гумусовых или органогенных горизонтов, положение которых в разрезе может «примерно соответствовать нижней части сезоннопротаивающей толщи». Для «неоэлювиальных» поверхностей голоценовых речных и озерных террас в процессе их эволюционного развития из стадии кочкарных тундр или полигонально-валиковых болот (тундроболот) характерно наличие грубого органического материала в депрессиях микронанорельефа поверхностей, что не встречается в пределах покровного слоя едом.

Таким образом, процессы криогенеза способствуют формированию близких или одинаковых свойств разных типов плакорных почв. При этом процессы криогенеза не формируют самостоятельные типы почв.

ГЕОГРАФО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕРЗЛОТНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Чевычелов А.П., Скрыбыкина В.П.

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, chev.soil@list.ru

В представленной работе исследованы географо-генетические особенности, а также подходы к диагностике и классификации трех типов почв, сформированных на рыхлых, легких, песчаных аллювиальных отложениях в пределах различных высотных уровней Центрально-Якутской равнины, в условиях криоаридного климата. Климат данного района характеризуется следующими показателями: среднемесячная температура июля составляет здесь 18,7 °С, января – (-43,2 °С), среднегодовая t – (-10,3 °С), среднегодовое количество осадков – 202 мм, количество осадков за вегетационный период – 143 мм, испаряемость – 502 мм, коэффициент увлажнения – 0,3, коэффициент континентальности – 302 и сумма активных t ($\Sigma t > 10$ °С) = 1565 °С [3].

Многолетнемерзлые породы на исследуемой территории имеют сплошное распространение, их мощность, как правило, составляет 250–400 м. Приведем краткие географические и морфологические характеристики исследуемых типов почв.

Разрез 2-Кэн09 заложен в средней части пологого склона местного водораздела правобережья р. Кенкеме, в районе оз. Андылах Намского района. Координаты местозаложения разреза: N 62°44'28" с.ш., E 129°01'30" в.д., Н=150–155 м над ур. м., сосняк лишайниково-толокнянковый. Морфологическое строение профиля: A0(0–1,5) – A1A2(1,5–11) – A2(11–32) – Bff(32–34) – Bf(34–65) – BCf(65–109 см). Почва: подзол псевдофибровый.

Разрез 1 ЧТ-03 заложен на пологом склоне к оз. Большая Чабыда местного водораздела. Координаты разреза: N 61°59'29,8" с.ш., E 129°22'55,3" в.д., Н=206,7 м. Лиственничник кустарничковый. Строение профиля: A0(0–2) – A1A2(2–12) – A2(12–38) – Bt(38–52) – BC(52–91) – C(91–130 см). Почва: солодь.

Разрез 2ЧТ-03 заложен на вершине гривного повышения в пределах второй надпойменной террасы р. Лена, в долине Туймаада в окрестностях г. Якутск. Координаты местозаложения разреза: N 61°54'22,3" с.ш., E 129°33'29,2" в.д., Н=102,7 м. Типчаково-осочковая степь. Строение профиля: Ad(0–1) – A(1–24) – AB(24–35) – Bca(35–57) – BCca(57–75) – C(75–150 см). Почва: чернозем типичный.

Физико-химические свойства данных почв приведены в таблице. Многолетняя мерзлота в период максимального протаивания в исследуемых почвах фиксируется обычно на глубине 150–200 см, в силу специфики их свойств и состава в ландшафтно-климатических условиях Центральной Якутии в данных почвах не отмечаются явно выраженные криогенные признаки (мерзлотная трещиноватость, криотурбации и др.). Поэтому согласно принципам диагностики и классификации мерзлотных почв, положенным в основу современной Классификации почв России [1] и WRB [2] исследуемые нами типы почв должны быть отнесены к немерзлотным. Между тем известные почвоведы-мерзлотники, такие как О.В. Макеев, Л.Г. Еловская и А.К. Коновровский ранее относили подобные почвы, в которых выделяется многолетняя мерзлота, к мерзлотным.

Таблица

Физико-химические свойства почв Центральной Якутии

Гори- зонт	Глубина, см	pH		Гумус, %	Азот, %	Обменные катионы, мг-экв/100 г почвы			Фракции, %; размер, мм	
		H ₂ O	KCl			Ca ⁺²	Mg ⁺²	H ⁺	<0,001	<0,01
Подзол										
A1A2	1,5-9	5,9	5,0	5,6	0,03	3,4	0,7	0,3	3,6	7,6
A2	17-27	5,3	4,1	3,5	0,03	2,0	0,6	0,6	4,0	13,9
Bff	32-34	4,5	3,3	2,5	0,02	4,8	2,1	1,6	18,2	23,1
Bf	40-50	5,2	3,6	2,5	0,02	2,9	1,3	0,6	9,1	12,5
BCf	70-80	5,5	4,0	1,0	0,01	2,8	1,1	0,5	4,7	7,3
Солодь										
A1A2	2-12	5,4	4,4	5,2	0,13	7,3	1,8	Н.о.	6,6	9,5
A2	20-30	5,6	4,1	0,4	0,03	2,8	1,1	-/-	4,2	9,1
Bt	40-50	6,0	4,2	0,5	0,02	8,2	3,0	-/-	16,0	25,4
BC	70-80	6,2	4,7	0,2	0,01	5,6	2,1	-/-	6,2	11,1
C	110-120	6,6	5,1	-*	-	2,8	1,2	-/-	2,1	5,0
Чернозем										
A	1-11	6,3	-	5,4	0,35	15,4	2,4	-	6,6	14,4
A	12-22	6,9	-	4,4	0,21	20,0	2,9	-	10,7	21,7
AB	25-35	7,5	-	2,9	0,09	18,0	5,3	-	10,3	29,5
Bca	40-50	7,8	-	1,4	0,06	18,7	11,1	-	11,5	28,2
BCca	60-70	8,2	-	0,6	0,03	8,3	6,3	-	6,6	14,3
C	90-100	7,5	-	0,1	-	3,3	2,6	-	3,3	4,5

*- значение показателя не определено. Н.о. – не обнаружено.

Литература

1. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
2. Таргульян В.О., Герасимова М.И. Мировая коррелятивная база почвенных ресурсов: основа для международной классификации и корреляции почв. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2007. – 278 с.
3. Чевычелов А.П., Скрыбыкина В.П., Васильева Т.И. Географо-генетические особенности формирования свойств и состава мерзлотных почв Центральной Якутии // Почвоведение. 2009. № 6. С. 648-657.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ КРИОАРИДНЫХ ПОЧВ БУРЯТИИ В УСЛОВИЯХ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ

Черноусенко Г.И., Рухович Д.И., Калинина Н.В.

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, chergi@mail.ru

В Бурятии засоленные почвы являются неотъемлемым элементом ландшафта, встречаясь в основном в долинах рек и вокруг минеральных озер, главным образом степной и сухостепной зон, занимая там преимущественно наиболее низкие участки. В данной работе рассматриваются два уникальных с точки зрения засоления района Бурятии - Баргузинская и Еравнинская котловины. Уникальность засоления почв этих районов заключается, во-первых, в самом факте его наличия в столь северных, по сравнению с Европейской частью России широтах, во-вторых в наличии многолетнемерзлых пород, что приводит к наличию здесь, в том числе, химизма засоления более характерного для южных широт - хлоридного с высоким содержанием в ряде случаев магния.

Баргузинская внутригорная котловина Саяно-Байкальского Станового нагорья является кайнозойской впадиной байкальского типа. Она имеет V-образный профиль, и, несмотря на то, что находится севернее Еравнинской котловины, достаточное прогревание поверхности приводит к образованию здесь степных и даже сухостепных ландшафтов. Еравнинская котловина относится к мезозойским впадинам забайкальского типа Селенгинского среднегорья. Она имеет более широкий открытый профиль, здесь господствуют в основном лесостепные ландшафты с небольшими участками степных. Эти котловины отличаются не только климатически, но и по гранулометрическому составу почвообразующих пород. Баргузинская котловина представлена в основном толщами песка и грансостав профиля обычно не тяжелее супеси, тогда как в Еравнинской котловине гранулометрический состав почвообразующих пород более тяжелый - от средне и тяжелосуглинистого

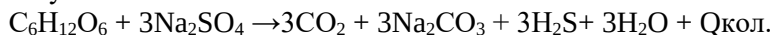
до среднеглинистого, часто опесчаненого. Хочется отметить, что одними из первых данные о наличии засоленных и солонцовых почв в Забайкалье были отмечены не на юге, а именно в Еравнинской котловине (Короткий, 1913). Описывая почвенный покров, М.Ф.Короткий отмечает, что здесь крайне сложно найти не солонцеватые почвы.

Засолению почв способствует криоаридный климат региона. Небольшое годовое количество осадков не способствует промыванию профиля почв; высокие летние температуры приводят к подтягиванию и упариванию почвенных растворов, образованию на поверхности солевых выцветов; низкие зимние температуры приводят к подтягиванию солей к зоне промерзания и их вымораживанию.

Засолению почв также способствует наличие длительномерзлых толщ, препятствующих промыванию солей из почвенного профиля. Многолетнемерзлые породы распространены в Еравнинской котловине повсеместно, тогда как в Баргузинской котловине они встречаются не везде, площадь их распространения разными авторами оценивается по-разному.

Большой отпечаток на степень и химизм засоления почв в условиях криолитозоны оказывают сложные физико-химические процессы, происходящие при промерзании (протаивании) пород сопровождающиеся нарушением ионно-солевых равновесий – криогенная метаморфизация. Криогенная метаморфизация протекает в широком температурном диапазоне от -1,8 °С до -32 °С и включает такие процессы, как криогенное концентрирование, криогенное минералообразование, криолиз, вовлечение солей в лед и др. В закрытых системах, где нет оттока влаги, в связи с наличием многолетнемерзлых пород, в результате охлаждения, концентрирования и десульфатизации в растворе увеличивается содержание ионов натрия, магния и хлоридов, карбонаты кальция выпадают в осадок, повышая карбонатность почв и пород. Это и наблюдается в ряде засоленных почв Еравнинской и реже Баргузинской котловин. Увеличение доли магния может быть связано с несколькими факторами. При промораживании и выпадении части солей в осадок происходит обогащение воды углекислотой и растворению магнийсодержащих силикатов. Кроме того, в отличие от карбонатов кальция, гидрокарбонаты магния имеют низкий коэффициент вовлечения в ледовую фазу, тем самым возрастает криогенное концентрирование ионов магния.

В ряде случаев, особенно в Еравнинской котловине метаморфизация может привести к появлению соды в водах и почвах. Так в подмерзлотных горизонтах в анаэробных условиях при наличии органики сульфат ионы восстанавливаются до сероводорода с образованием гидрокарбоната натрия и углекислоты



По данным Н.П. Анисимовой (1981) даже пресные воды при криогенном воздействии повышают свою минерализацию за счет накопления гидрокарбонатов натрия, что повышает щелочность воды, причем, чем больше промерзание талика, тем больше в нем гидрокарбоната натрия, содержание которого может достигать 10 г/л.

Таким образом, появление соды, увеличение магния и хлоридов, кальцитизация почв в т. ч., обусловлена в данных районах процессами промораживания, криогенной метаморфизации и десульфатизации воды, которые тем значительнее, чем больше мощность многолетнемерзлых пород.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ проекты № 13-04-00107а, 15-07-06173а

СЕКЦИЯ 2. ПАЛЕОКРИОГЕННЫЕ ЭПОХИ КАК ЭТАПЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ЭВОЛЮЦИИ ПЕДОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

ЦИКЛИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Алифанов В.М.

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино,

alifanov_v@mail.ru

Ритм (англ. rhythm) - чередование каких-либо элементов временного ряда, происходящее с определенной последовательностью. Этот термин часто применяется наравне с терминами «цикл», «период». Часто ритмические процессы характеризуются синусоидальной формой. Понятие ритма применяется как ко времени (в секундах, годах, миллионах лет), так и к пространству (в сантиметрах, километрах и т. д.).

Цикл (от греч. kuklos - колесо) - совокупность процессов, составляющая кругооборот в течение известного промежутка времени. Этот термин часто употребляется также наравне с терминами «ритм» или «период». В отличие от последних продолжительность циклов может изменяться с течением времени. Совокупность циклов организует ритмичность, если продолжительность каждого цикла

одинакова.

Цикличность - это неоднократное повторение определенного ряда процессов. Цикличность может быть ритмичной и неритмичной. Примеры ритмичной цикличности - суточный и годовой циклы, менее выражен цикл солнечной активности - здесь проявляются малые изменения периодов. Примеры неритмичной цикличности - циклы в численности народонаселения, циклы продолжительности жизни цивилизаций, когда каждый последующий цикл короче предыдущего. Основные причины ритмических почвенных процессов заключаются в воздействии на почвы различных внешних факторов, большинство из которых имеют циклический или ритмический характер проявления, и внутренних, в частности, тектонических сил. С другой стороны, реакция почв на внешние воздействия не всегда может быть выявлена и объяснена.

63 % территории России сегодня занято вечной мерзлотой (Алифанов, 1991). 15-18 тыс. лет назад вечной мерзлотой было занято почти 100 % территории России (Величко, 1980).

В число главных методологических принципов генетического почвоведения входят концепции историзма почвообразования, последовательности смен стадий почвообразования и эволюционного развития почв (Герасимов, 1976; Ковда, Розанов, 1988). «...Современный облик природы поверхности Земли нельзя понять, не рассмотрев историю его развития» (Марков, 1986).

Проблема происхождения почв - одна из наиболее актуальных в современном почвоведении. Взаимоотношение почвы и формирующей ее природной среды сегодня стало одной из важных проблем изучения закономерностей развития не только почвенного покрова Земли, но и всего природного процесса в плейстоцене и голоцене. Эта проблема экологии почв решается путем изучения свойств не только современных, но и древних (погребенных) почв, причем в условиях глобального изменения климата. Такие исследования, являясь основой одного из важнейших направлений генетического почвоведения - палеопочвоведения, позволяют получать палеоэкологическую информацию об условиях формирования экосистем в прошлом, понимать особенности их современного функционирования и неоднородности строения.

Выявлены региональные палеоэкологические условия формирования современного почвенного покрова в ареалах дерново-подзолистых, серых лесных почв и черноземов центра Восточно-Европейской равнины. Установлено, что дифференциацию современного комплексного почвенного покрова на типовом и подтиповом уровнях определяют особенности почвообразующих пород, сформированные под воздействием поздневалдайского палеокриогенеза - погребенной палеокриогенной полигональной сети в виде блоков-повышений и разделяющих их межблочных понижений, образующих микрорельеф на дневной поверхности.

Современное состояние почв Русской равнины, полигенетичность и разновозрастность их профиля, комплексность строения почвенного покрова, динамику физико-химических свойств, гидротермического режима и связанные с ним почвообразующие процессы во многом определили явления и процессы *циклическости и ритмичности*.

Изучение палеокриогенеза как фактора ранней дифференциации свойств и современного функционирования почв в условиях глобальных изменений климата - активно развивающееся направление в генетико-эволюционном и экологическом почвоведении. Такие исследования весьма важны для других наук о Земле: палеогеографии, палеонтологии, криолитологии, четвертичной геологии, археологии.

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПОЧВ ХОЛОДНЫХ РЕГИОНОВ

Андреева Д.Б.¹, Цех В.², Цыденова Н.В.³, Антонова Ю.Е.³, Тумэн Д.⁴, Эрдэнэ М.⁴, Пьецонка Х.⁵

¹Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ; darima.andreeva@gmail.com; ²Университет г. Байройт (Германия); ³Институт монголоведения, буддологии и тибетологии СО РАН, Улан-Удэ; ⁴Национальный университет Монголии; ⁵Германский археологический институт

Становление и развитие человеческого общества на юге Сибири известно со времен палеолита. Первые археологические материалы, предположительно датированные возрастом около 200 – 300 тыс. лет назад, найдены на берегах небольшой речки Гыршелунки в Забайкальском крае. Ценными находками считаются артефакты, захороненные в геологических отложениях, которые формировались в ту же эпоху, когда обитали люди. Почва обладает максимальной способностью сохранять в своих наиболее устойчивых свойствах наибольшее количество информации о природной среде. Поэтому, основываясь на почвенных и археологических исследованиях, мы попытались выявить интенсивность

воздействия древнего человека на окружающую обстановку.

Нами были исследованы погребенные почвы под археологическими памятниками Красная Горка (находится в Еравнинского р-на), Барун-Алан и Хэнгэр-Тын Скальная (в Хоринском р-не), Подзвонкая (в Кяхтинском р-не), Тогоотын-гол I на территории сомона Тувшинширээ Сухэ-Баторского аймака Монголии. Эти памятники открыты с 2000 г. и датированы возрастом 40 тыс. лет назад.

Почвенные профили, как правило, имеют мощные гумусовые горизонты темных оттенков с богатым содержанием артефактов и костей животных. Содержание углерода в органическом веществе почв культурных слоев варьирует от 5,8 до 0,6 %, уменьшаясь с глубиной. Самое низкое содержание углерода почв отмечается под памятником и на контроле Тогоотын-гол I (бронзового века). В спектрах C^{13} ЯМР в культурных слоях доминирующие пики наблюдаются в зоне ароматического и карбоксильного углерода по сравнению с контрольным участком. По-видимому, столь высокий показатель обуглероженности вызван большим содержанием черного углерода (blackcarbon). Количество черного углерода в археологических почвах варьирует от 577 до 23 г $C_{bc}/кг$ ОВ с понижением в контрольных разрезах. Содержание общего фосфора в культурных слоях колеблется от 3,57 до 5,75 г/кг почвы.

Работа выполнена при поддержке программы ДААД.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ ВЕРХНЕПАЛЕОЛЕТИЧЕСКОЙ СТОЯНКИ АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА КОСТЕНКИ-I

Апарин Б.Ф.^{2,1}, Сухачева Е.Ю.^{1,2}

¹ФГБНУ «Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева»; ²Институт наук о Земле СПбГУ, Санкт-Петербург, soilmuseum@bk.ru

В раскопе Костенки-1 – выдающегося археологического памятника верхнего палеолита Костенковско-Борщевского района (КБР) Воронежской области выделены 4 погребенные почвы. Как полигон для изучения погребенных почв КБР уникален во многих отношениях. Важное значение имеет территориальная близость десятков стоянок древнего человека, приуроченных к одному типу овражно-балочного ландшафта. Именно в балках, благодаря периодическому осадконакоплению, происходило последовательное погребение почв, сформировавшихся в оптимумах среднего валдая и отчасти позднего. Балки оказывались своего рода рефугиумами для сохранения почв и культурных остатков верхнего палеолита.

Исследование погребенных почв на стоянках КБР имеет два аспекта. Во-первых, оно открывает широкие возможности для палеореконструкции этапов почвообразования и ландшафтов в связи с изменениями климата в центре Европейской России за последние 50 тыс. лет. Во-вторых, в ходе изучения погребенных почв появилась реальная возможность для уточнения хронологии и природных условий, в которых функционировали стоянки, а также их региональной корреляции.

Многослойная стоянка Костенки-I (К-I) расположена на второй террасе реки Дон на левом склоне Покровского лога. В границах археологического раскопа Костенки-1 (2004-2005 годы) выделены 5 почвенно-седиментационных комплексов (ПСК), образующих последовательный ряд из серии литологических слоев, заканчивающихся гумусовым горизонтом. В образовании осадков ПСК выделены 2 фазы: водная и дефляционная, определяющие особенности, строение и состав ПСК

На основании комплексного изучения ПСК К-1 проведена реконструкция палеоландшафтов и типов почвообразования, сопряженно в балке и на ее водосборе. При реконструкции использовались материалы палинологических, археологических, магнитометрических, зоопалеогеографических исследований, и данные абсолютных датировок культурных слоев (Аникович и др., 2006).

Процесс формирования почв в балке и на водораздельном пространстве не был синхронным. В то время, когда на водораздельном пространстве в период влажного климата развивался почвообразовательный процесс, в балках при высоком базисе эрозии шло осадконакопление в водной среде. В периоды аридизации климата на водораздельном пространстве происходила смена ландшафтной структуры, сопровождающаяся изменением растительного покрова и эволюции почв. В балке в эти периоды начинались новые этапы почвообразования. В соответствии с имеющимися датировками культурных слоев К-1 весь временной промежуток, в течение которого в балке сменилось 5 этапов почвообразования, можно разделить на 2 отрезка: первый от 20 тыс. лет назад по современное время, второй – от примерно 40 тыс. лет назад по 20 тыс. лет назад. В течение последних 20 тыс. лет выделяется только один современный этап почвообразования, тогда как в предыдущие 20 тыс. лет сменилось 4 этапа. В то же время, на водоразделе за этот период было вероятнее всего только 2 этапа

почвообразования: современный и ранний. Ранний этап почвообразования продолжался непрерывно в течение не менее 20 тыс. лет. Непродолжительное затухание его могло быть только в период 24 – 22 тыс. лет назад.

В соответствии с циклическими изменениями климата на водоразделе происходили коренные изменения растительного покрова и животного мира. Изменения факторов почвообразования являлись причиной эволюции почв. За этот период (20 тыс. лет) преобразование почв происходило 4 раза. По крайней мере, в течение 3-х из них складывались благоприятные условия на водоразделе для жизни древнего человека. Изменения нормы климата вынуждали человека вначале мигрировать, а затем приспосабливаться к новым условиям природной среды. Эволюция ландшафтов на водоразделе при теплом и сухом климате шла по направлению образования сухостепных ландшафтов, а в это время в балке процесс почвообразования только начинал развиваться по такому же типу. В период аридизации при низких температурах на водоразделах и в балках формировались ландшафты перигляциальной степи. При последующем увеличении увлажненности и потепления климата в балках происходила быстрая смена ландшафтов – автоморфные условия сменялись гидроморфными (процесс почвообразования прерывался процессом осадконакопления). На водораздельном пространстве смена ландшафтной структуры происходила гораздо медленнее. Когда жизнь первобытного человека в балке прекращалась, на водоразделах она продолжалась еще значительное время. Люди эпохи верхнего палеолита охотились на мамонтов и других животных, останки которых попадали в балку и захоронялись в процессе осадконакопления.

СПЕЦИФИКА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ СЕЛЕНГИНСКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ) В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ

Голубцов В.А., Рыжов Ю.В.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, tea_88@inbox.ru

Завершающий этап позднего плейстоцена, охватывающий временной интервал 15,0-11,7 тыс. кал. л.н. известен в литературе как позднеледниковье. Позднеледниковый интервал плейстоценовой истории стал временем резких необратимых изменений в развитии природной среды и первобытного общества [2]. Это определяет необходимость изучения палеогеографических событий данного временного промежутка с позиций исторического развития геосистем.

Почвы являются одним из основных компонентов ландшафтов и служат важным показателем их развития. Они существенно дополняют геологическую летопись разрезов четвертичных отложений и несут богатую палеоклиматическую информацию. Несмотря на это, данные о характере почвообразования на территории Селенгинского среднегорья в позднеледниковье в литературе практически отсутствуют. Поэтому накопление знаний о закономерностях изменения природной среды Селенгинского среднегорья в позднеледниковье и отклике почв на данные изменения является актуальной задачей.

В 2011 – 2014 гг. нами проведены исследования субэкральных отложений и почв, сформированных на протяжении последних 15 тыс. лет в пределах Куйтунского межгорного понижения и на междуречье Селенги и Чикоя. Разрезами вскрыто строение днищ древних балок (разрез Надеино), конусов выноса (Нижняя Буланка, Номохоново-I) и погребенных эрозионных форм (Куйтун).

На основании проведенных исследований выявлено, что временной интервал 15 – 11,7 тыс. кал. л.н. на исследуемой территории характеризовался контрастными сменами климатических условий и объединил в себе периоды педогенеза (14.5-14.1, 14.0-13.3 и 13.0-12.6 тыс. кал. л.н.), прерываемые активизацией денудационно-аккумулятивных и криогенных процессов в течение 14.1-14.0, 13.3-13.0 и 12.9-11.7 тыс. кал. л.н. Выделенные смены фаз почвообразования и осадконакопления проявились довольно синхронно в разрезах, заложенных в пределах различных эрозионно-аккумулятивных форм. Они удовлетворительно коррелируют как с региональными ландшафтно-климатическими изменениями [1, 3], так и с общим ходом развития природной среды Северного полушария [4].

Позднеледниковые почвы, сформированные в пределах исследуемых разрезов Куйтунского межгорного понижения, относятся преимущественно к отделам органо-аккумулятивных и криометаморфических. В то же время, на междуречье Селенги и Чикоя нами обнаружена почва, по совокупности морфо-аналитических свойств относящаяся к типу дерново-подбуров глееватых. Подобные классификационные различия почв могут указывать на неоднородность ландшафтно-климатических условий позднеледниковья на исследуемой территории.

В настоящее время почвы залегают в автоморфных позициях, при этом они оглеены, нарушены криогенными деформациями в виде криотурбаций, криогенных клиньев и псевдоморфоз. Данные

признаки не характерны для голоценовых почв, залегающих выше по разрезам. Для позднеледниковых почв характерна прочная структура, относительно высокое содержание гумуса (2 – 3.5%) при его фульватно-гуматном составе. Отмечается высокое содержание нерастворимого остатка (45 – 65 %) и низкая обогащенность гумуса азотом. Приведенные морфоаналитические свойства свидетельствуют о значительном влиянии мерзлотных процессов на формирование почв. Среди основных почвообразовательных процессов отмечается гумусонакопление, альфегумусовый процесс, выщелачивание карбонатов, отложенных в периоды аридизации климата и лессиваж. В целом, формирование почв во временном интервале 15 – 11,7 тыс. л.н. проходило при более низкой теплообеспеченности и высокой увлажненности в сравнении с современными почвами территории исследования.

Полученные данные позволяют уточнить характер ландшафтно-климатических изменений на территории Селенгинского среднегорья, что будет способствовать повышению надежности палеогеографических реконструкций.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 13–05–00521).

Литература

1. Безрукова Е.В., Тарасов П.Е., Кулагина Н.В., Абзаева А.А., Летунова П.П., Кострова С.С. Палинологическое исследование донных отложений озера Котокель: район озера Байкал // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. № 4. С. 586-595.

2. Марков К.К. Главные изменения природы поверхности Земли в голоцене // Палеогеография четвертичного периода. М: Изд-во МГУ, 1965. С. 5-18.

3. Chebykin E.P., Erdington D.N., Grachev M.A., et al. Abrupt increase in precipitation and weathering of soil in East Siberia coincident with end of the last glaciations (15 cal. kyr BP) // Earth and Planetary Science Letters. 2002. Vol. 200. p. 167-175.

4. NGRIP members. High-resolution record of Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period // Nature. 2004. Vol. 431. p. 147–151.

ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ САРТАНСКОГО КРИОХРОНА НА ЮГЕ ЗАПАДНО–СИБИРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Дергачева М.И.^{1,2}, Феденева И.Н.¹

¹Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, mid555@yandex.com; ²Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск

Позднеплейстоценовая климатическая история Западной Сибири характеризуется чередованием разной степени интенсивности похолоданий и потеплений (межледниковий), обусловленных пульсацией оледенений. В соответствии с периодическими изменениями климата происходило изменение характера и интенсивности преобразования минеральной массы и органической составляющей почв и, следовательно, направленности почвообразования в целом. Одним из ярких эпизодов палеогеографической летописи позднего плейстоцена было последнее – сартанское (позднезырянское, W₃) – оледенение (23(22)–10 тыс. л. н.), во время которого климат Западной Сибири был резко континентальным, границы природных зон смещались на юг по отношению к современным в среднем почти на 10°, а среднегодовая температура была ниже более, чем на 5 °С (Архипов, Волкова, 1994).

Настоящее исследование посвящено результатам изучения признаков педогенеза в отложениях одного из наиболее представительных объектов сартанского периода – многослойного археологического памятника Шестаково, где часть мощной 9-метровой толщи отражает особенности эволюции педогенеза и природной среды его протекания в течение сартанского криохрона.

К особенностям исследований относится подробное (послойное, каждые 5–10 см или менее в границах визуально выделяемых горизонтов) изучение отложений, а также проведение диагностики древнего почвообразования и реконструкции природной среды педогумусовым методом (Дергачева, 1997; Dergacheva, 2003). Большая мощность толщи в разрезе, соответствующая сартанскому периоду, и практически ненарушенное ее состояние позволили очень подробно проследить направленность палеоэкологических изменений, выявляя даже непродолжительные периоды относительных похолоданий и потеплений. Диагностику условий педогенеза проводили для каждого изученного образца, учитывая положения, что процесс формирования гуминовых кислот (как и системы гумусовых веществ в целом) происходит согласно условиям сочетания температур и увлажнения, что они являются аккумулятивным почвенным компонентом и что они удовлетворительно сохраняются в

диагенезе. Затем результаты обобщались для каждой зоны педогенеза. Диагностика проводилась на основе закономерностей взаимосвязи параметров гуминовых кислот и других характеристик гумуса современных почв с экологическими условиями их формирования, т.е. разными показателями состояния природной среды.

Такой подход позволил установить, что в целом, низкое содержание общего органического углерода (в среднем 0,15–0,20% от массы осадка) при изменении внутри толщи фиксирует горизонты интенсивной аккумуляции гумуса (путем относительного повышения в них $C_{\text{общ.}}$), с повышенным накоплением в них гуминовых кислот, возрастанием величины $C_{\text{гк}}:C_{\text{фк}}$, (в рамках фульватного гумуса), а также соответствующими изменениями величин соотношения водорода и углерода (H:C) и оптических плотностей ГК при длинах волн 465 и 665 нм. Особенности изменения внутри сартанских отложений признаков педогенеза, характеризующих продукты органо-минеральных взаимодействий – гумусовых веществ – свидетельствуют об ослабленности процессов поступления органического вещества и гумификации на протяжении этого периода, о фульватной направленности формирования гумуса, о слабой сформированности ароматической (ядерной) части, повышенной доле водорода и увеличенной доле алифатических структур в гуминовых кислотах, а также о специфичном характере спектров флюоресценции последних, проявившемся в сдвиге максимума в синюю область и величинах первого момента.

В течение сартанского криохрона синлитогенный характер почвообразования со сменой частоты и мощности литогенеза фиксируется по сочетанию и мощности горизонтов в выделенных зонах педогенеза или палеопочвах, по характеру отложений и органо-минеральных продуктов в них. Сочетание всех признаков педогенеза с учетом синлитогенного характера почвообразования позволило установить, что в развитии климатической ситуации этого времени выделяется, как правило, три холодные стадии, разделенные относительными потеплениями, при этом смена ландшафтов и, соответственно, направленность процессов почвообразования флуктуировали в рамках лесотундровых – южнотаежных биоклиматических условий.

Наиболее холодный этап сартанского криохрона характеризовался ландшафтами разреженных холодных лесов и лесотундр, в отдельные периоды несколько более сухих, чем их современные аналоги. Двум другим этапам похолодания соответствует развитие таежных ландшафтов с очень холодными и влажными условиями, временами аналогичными лесотундровым или северотаежным. Относительные потепления в течение сартанского времени не выходили за рамки южнотаежных условий. Реконструированный по сочетанию признаков педогенеза период биологической активности колебался в диапазоне от 83–85 до 120–130 дней. Это подтверждает, что изменение природной среды в течение сартанского криохрона на юге Западно-Сибирской низменности происходило в рамках лесотундровых – южнотаежных условий.

О ВРЕМЕНИ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД НА ЮГЕ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И КЛИМАТ РЕГИОНА В ПОЗДНЕМ КАЙНОЗОЕ

Ербаева М.А.¹, Алексеева Н.В.¹, Щетников А.А.², Филинов И.А.²

¹Геологический институт Сибирского Отделения РАН, Улан-Удэ,
erbajeva@gin.bscnet.ru; ²Институт Земной Коры Сибирского Отделения РАН,
Иркутск, shchet@crust.irk.ru, filinov@crust.irk.ru

По данным Лахтиной и Суходольской (1981) в Забайкалье выделяется несколько поясов с различным залеганием многолетнемерзлых пород (ММП): пояс сплошного распространения ММП, охватывающий высокие и средние горы, плоскогорья и внутригорные котловины; пояс прерывистого распространения ММП (переходный тип от островного к сплошному) объединяет средние и низкие горы и плоскогорья; пояс островного распространения ММП охватывает низкие горы, плато и долины, острова ММП приурочены к отрицательным формам рельефа, днищам долин, склонам северной экспозиции. Исследователи связывали образование мерзлых пород с древним материковым оледенением, однако, считали, что в связи с обособленным географическим положением Западного Забайкалья начало широкого образования ММП совпадает с ранними стадиями самаровского оледенения, когда установился резкий перигляциальный режим, способствовавший формированию ММП в ледниковые эпохи плейстоцена (Равский, Алексеев, 1961; Александрова и др., 1963; Равский и др., 1964; Базаров, 1964, 1985, 1986). Наиболее достоверные свидетельства существования холодных эпох были прослежены в опорном разрезе Тологой, где исследователями установлено три уровня криогенных деформаций солифлюкционного и криостатического характера и считали, что осадки верхней толщи горы Тологой (Тологой 3) накапливалась во время первого самаровского (= рисского) похолодания Сибири. Новые геологические данные, полученные нами в последние годы по двум

опорным разрезам рыхлых отложений Забайкалья (Тологой и Итанцинский) позволили впервые установить для Западного Забайкалья более ранний, чем установленный прежде, уровень криогенных деформаций. Новые сведения о похолоданиях получены в опорном и других разрезах Прибайкалья (Усть-Одинское, Славин Яр, Белый Яр и другие).

В местонахождении Тологой 2, в разрезе средней толщи (расчистка 5) мерзлотные нарушения найдены ниже инверсии Брюнес-Матуюма, но выше положительного эпизода Харамильо, то есть в интервале 0.78-0.99 млн. лет. Геологический возраст этих отложений по фауне мелких млекопитающих датируется второй половиной раннего плейстоцена (Алексеева, 2005). Мерзлотным нарушениям подвержены отложения, залегающие между средней (второй) и нижней (первой) погребенными почвами мощностью до 1,0 м, а также непосредственно сама нижняя погребенная почва, и рыхлые породы, залегающие под нижней почвой мощностью до 1,2 м. Криогенные деформации, обнаруженные между средней и нижней почвами представлены серией псевдоморфоз по земляным жилам различных размеров от 25 до 50 см, имеющих направление с северо-востока к юго-западу. Земляные жилы, встреченные под нижней почвой более многочисленны по количеству, представлены они серией вертикальных клиньев, различных размеров, длина которых варьирует от 15 до 30 см.

Следы мерзлотных нарушений, обнаруженные в нижней почве, представляют собой микросброс, образованный при проседании грунта в результате неравномерного его протаивания. Оседание крупных алевритовых блоков возможно было вызвано различной скоростью таяния мерзлых пород между верхним алевритистым слоем, оттаивающим значительно дольше, и нижним песчаным слоем, который оттаивает намного быстрее. В правой части расчистки рассматриваемый алевритовый блок прорезан псевдоморфозами по земляным жилам, которые направлены с юго-востока на северо-запад. Криогенные деформации, возможно, близкие по времени или одновозрастные к упомянутым выше, обнаружены в расчистке 12, расположенной в 7 метрах юго-западнее от рассматриваемого разреза. Здесь вскрыты осадки суглинков и супесей, где под погребенной почвой, расположенной гипсометрически на уровне первой снизу почвы, обнаружены также земляные жилы, сходные по строению с таковыми из отложений расчистки 5. Эти данные свидетельствуют о том, что в средней толще (Тологой 2) обнаружено три уровня криогенных нарушений: под нижней почвой; в нижней (первой) почве; между нижней и средней почвами.

Следы одновозрастных криогенных нарушений обнаружены в местонахождении Засушино в основании слоя 3, сложенного палево-серыми суглинками и супесями с включениями грубого материала. Эти данные получены на основе геохимического анализа кальцитовых пленок на обломках пород, обнаруженных в отложениях. Vogt и Corte (1996) пришли к выводу о формировании этих кальцитов в холодных условиях.

Нарушения текстуры пород, возможно, криогенного происхождения, установлены в более древних отложениях разреза Тологой (Тологой 1), в нижней красноцветной толще, возраст которой по фауне мелких млекопитающих поздний плиоцен. Они представлены рядом полого-наклонных трещин, залегающих параллельно друг другу под углом 30-35° в песчано-глинистой породе и заполнены тонким слоем карбонатов по всей ее длине и серыми супесчаными отложениями вышележащего горизонта. Подобные текстуры обнаружены также в красноцветных вязких глинах местонахождения Додогол.

ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТУНДР ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ

Иванов И.В.

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино,

ivanov-v-28@mail.ru

Исследован участок на п-ове Ямал, южнее долины р. Юрибей, к югу от озера Яротото, (68°54' с.ш., 69°57' в.д.). Работы проводились в экспедиции Института истории и археологии УрО РАН (руководители – д.и.н. А.В. Головнев, А.В. Соколов) на археологическом памятнике Ярте-VI автором и геоботаником д.б.н. В.И. Матвеевым (Самара) в августе 1991 (публикации и ссылки: Пробл. взаимодействия человека и природы в Среднем Поволжье, Самара, 1997. С.31-39; Эволюция почв и почвенного покрова., М. ГЕОС, 2015, С. 598-602). Ямальская низменность (+20 - +30 м), относится к III морской (лагунно-лайдовой) террасе. Сложена песками, мощность многолетнемерзлой толщи около 300 м, деятельного слоя 0,5-2,5 м. На территории Ямала, протянувшегося с севера на юг на 800 км, сменяют друг друга подзоны: арктической, типичной, южной бугристой заторфованной тундры, лесотундры. Южнее они сменяются северной тайгой с подзолами и глее-подзолами. Положение участка - между типичной и южной тундрами. Климат морской субарктический, колебания годовых температур и осадков в ряду арктическая тундра – лесотундра -10°±-6° и 300–400 мм, ГТК от 2,5 до 3,0. Температуры января -23°, августа +18°, длительность безморозного периода 60 дней, периода с

температурами ниже -15° – 150 дней. В голоцене колебания параметров климата на территории современной типичной тундры были более значительными ($-14^{\circ}\pm 6^{\circ}$ и 200–500 мм), происходило смещение природных подзон.

На участке сделано 14 разрезов, глубиной 80-130 см (копались на протяжении недели по мере протаивания). В 10 из них почвы погребены эоловыми песчаными наносами (10-30 см, один случай – 150 см), единично торфяными (10-30 см) горизонтами, что свидетельствует о динамичности дневной поверхности и почвенного покрова. На ровных поверхностях, слабо наклоненных к озеру Яротото, распространены полигональные тундры с дерново-подбурами (центры полигонов), торфяно-и перегнойными подбурами и торфяно-глебезами (в канавках, разделяющих полигоны различной иерархии). Встречаются дефлированные участки. Они покрыты черными водорослево-лишайниковыми корочками. Имеются редкие эоловые останцы высотой до 2 м, размером до 20-30 м в основании. Глубина залегания мерзлого слоя в центрах полигонов 40-50 см, в канавках между полигонами – 70-80 см. Крупная повышенная форма мезорельефа (размером в несколько км), возвышается на 20-25 м над днищем озера, расчленена ложбинами, впадающими в него, сложена мелкозернистыми песками. Песок выносятся со дна озера. Типичная полигональная тундра занимает не более 30 % площади. Часть полигонов деградирует, выдувается, кочки высыхают, превращаются в труху-детрит. Остальное – поверхность с эоловым мезо-, микрорельефом, с эоловыми останцами сглаженной формы высотой 0,3–1,5 м и котловинами выдувания с пескоземами и слабозерновыми почвами.

Об эволюции почв свидетельствует разрез 14 на вершине холма (зачистка песчаного останца, углубленная разрезом до 230 см). Зафиксировано 9 этапов развития ландшафта. Все 9 слоев – эоловые мелкозернистые пески, возникшие при перевывании морских песков. Мощность слоев и погребенных почв – от 10 до 50 см. Почвообразование имело синлитогенный характер. Сделано допущение, что 230 см толща возникла на протяжении голоцена, подтверждаемое другими исследователями Ямала. В средней части разреза встречены погребенные подзолы, что позволило соотнести ее с АТ термическим оптимумом голоцена. В связи с этим нижележащие слои отнесены к древнему и раннему голоцену, а верхние – к SB и SA периодам. В верхнем слое 0-75 см (SA), выделены три этапа. Верхний, последний этап, 0-50 см – маловыразительный подбур (А-В-С), функционирующий в синденудационном режиме. В интервале 50 – 75 см заключены два этапа – две слабозерноватые почвы (псаммоземы) с прерывистыми гумусовыми горизонтами А, мощностью по 2-3 см. Почвы на глубинах 75-130 см (предположительно SB) – дерново-криометаморфические (дерново-гумусовые и лугово-болотные с ясными признаками мелкошлировой структуры, плитчатости, измятости, отрывов участков горизонтов). Гумусовые горизонты относительно темно окрашены по сравнению с другими разрезами. Криометаморфизму в песчаных почвах благоприятствуют высокая влаго насыщенность и интенсивное промерзание. На глубинах 130-180 см расположены два подзола (А1-А2-В_{fe3}), свидетельствующие о более теплом и влажном климате АТ периода. Глубина 180-230 см – эоловый песок и ранне- древнеголоценовая почва – дерново-подбур с дефлированной поверхностью.

Изучены почвы археологических памятников Ярте (-1, -2 и т.д.), отнесенных к X–XII в.в. н.э., к периоду потепления в Арктике. Памятники расположены на дренированных площадках водоразделов «мысов» (шириной около 30-40 м) между короткими оврагами, расчленяющими обрывистый берег котловины озера Яротото. Грунты песчаные. Обнаружены котлованы ранних (X в. н.э.) и чуть более поздних (XI–XII в.в. н.э.) жилищ, валы и ровики глубиной (высотой) до 1 м. Почва к XII в.н.э. под валом, 47-135 см: [АО, перегнойный]-8 см, [А]-16, [Ag, @-т.е.криотурбированный] -33, [Aeg@]-47, [MG, тиксотропный при оттаивании]-88 см. Подбур оподзоленный. Почва на погребенном выбросе из жилища, X–XII вв., глубина 30-47 см: [Т, чернаяпесчано-торфянистая масса]-10, [АТ, торфянисто-песчаный мажущийся материал с костями и обломками керамики]-17см. Культурный слой памятника. Почва на выбросе из позднего жилища, формировавшаяся на протяжении последних 900 лет, 0-30 см. Сфагново-осоково-злаковая подушка из живых растений толщиной 10-15 см. Горизонт АТ, О-8 см. Сильно разложившийся торф, со средней скоростью прироста торфа 0,1 мм/год. Горизонт Ag@, 8-30 см. Почва – торфяно-подбур глеевый, соответствующий сою 0-50 см в р. 14. Все это свидетельствует, что в XI–XII в.в. во время викингов активизировались процессы почвообразования, оглеения и торфонакопления.

ПОЧВЫ САРТАНСКОГО ВРЕМЕНИ В ДОЛИНЕ РЕКИ БЕЛАЯ (ПРИБАЙКАЛЬЕ)

Куклина С.Л.

Иркутский государственный университет, Иркутск, kukl_swet@mail.ru

Отложения сартанского времени (24,0-10,5 тыс. лет назад) на территории Прибайкалья имеют

широкое распространение и могут достигать больших мощностей. Но, несмотря на это, данных по отложениям этого возраста очень мало, а сартанские палеопочвы на территории Прибайкалья ранее не изучались.

Были рассмотрены палеопочвы и вмещающие их отложения поздне- (Sr4 -16-14 т.л. назад) и среднесартанского (Sr3 -16-14 т.л. назад) возраста в долине реки Белой (левый приток р. Ангары) на высокой пойме и I надпойменной террасе.

Морфологически палеопочвы имеют примитивный профиль, небольшую мощность гумусового горизонта до 7 см и светлую окраску. Количество палеопочв в исследуемых сартанских отложениях колеблется от 3 до 7.

Сартанские почвы и вмещающие их отложения характеризуются слабощелочным и щелочным рН, что связано с высокой окисленностью всей толщи сартанского возраста.

Палеопочвы имеют низкую гумусированность, гуматно-фульватный и фульватный состав гумуса, что может говорить о суровых климатических условиях во время их формирования. Палеопочвы можно разделить на две пачки, которые различаются по содержанию гумуса и отношению гуминовых кислот к фульвокислотам: нижняя пачка (Sr3) менее гумусированная и отличается от верхней меньшими значениями ГК/ФК. Исходя из этого, можно предположить, что в позднесартанское время существовали интервалы с более благоприятными климатическими условиями, чем в среднесартанское.

Среди фракций гуминовых кислот и фульвокислот преобладает фракция, связанная с кальцием, что связано с их биогенным накоплением и большей устойчивостью этой фракции к минерализации. Низкое участие фракций, связанных с глинистыми минералами может объясняться облегченным гранулометрическим составом.

По данным гранулометрического состава в палеопочвах и отложениях преобладают фракции среднего и мелкого песка и крупной пыли. Для отложений позднесартанского времени характерно увеличение содержания количества фракции среднего и мелкого песка - это может свидетельствовать об усилении эоловых процессов, что подтверждается литературными данными. В палеопочвах, по сравнению с вмещающими отложениями, наблюдается увеличение содержания илистой фракции и фракции мелкой пыли.

Сартанские почвы на высокой пойме и на первой террасовидной поверхности имеют ряд отличительных особенностей:

- палеопочвы на пойме обладают меньшим содержанием гумуса, чем на террасовидной поверхности, имеют более легкий гранулометрический состав, в них отмечается увеличение содержания крупных фракций;

- палеопочвы на пойме более мощные, чем на террасовидной поверхности, что связано с сингенетичным почвообразованием.

По полученным данным, можно предположить, что сартанская эпоха на исследуемой территории характеризовалась холодными климатическими условиями с высокой активностью эоловых процессов. Наличие нескольких палеопочв внутри толщи отложений сартанского времени указывает на неоднократные потепления с замедлением эоловых процессов.

ПАЛЕОКРИОГЕННЫЕ ЭТАПЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

Макеев А.О.

*Институт географии РАН, Институт экологического почвоведения МГУ, Москва,
makeevao@gmail.com*

Криогенные почвы формируются в экстремальных условиях, при которых почвообразование может быть резко ограничено непродолжительным активным периодом с положительными температурами, а почвенный профиль нарушается мерзлотными процессами. Изучение палеопочв привело к формированию нового направления в науке о почвенном криогенезе – палеокриогенные исследования. Диагностика палеокриогенных признаков основывается на сопоставлении реликтовых признаков и их аналогов в современных мерзлотных почвах. В отличие от многих других реликтовых признаков такое сопоставление позволяет давать однозначные трактовки. Воздействие почвенного криогенеза связано с поверхностью почвы, что облегчает реконструкцию строения почвенного профиля в случае его частичной денудации. Наряду с другими почвенными признаками, палеокриогенные признаки являются надежным стратиграфическим репером. Они позволяют диагностировать уровень дневной поверхности, стадийность осадконакопления, глубину промерзания и положение уровня вечной мерзлоты. Палеокриогенные признаки проявляются на всех

морфологических уровнях – на уровне почвенного покрова, на макро- мезо-, микро и субмикро- уровнях. Воздействие мерзлотных процессов фиксируется также по совокупности химических и физико-химических свойств палеопочв. Мерзлотные признаки могут быть сингенетичны почвообразованию. Однако при изучении палеопочв часто наблюдается сложное соотношение этапов немерзлотного и мерзлотного почвообразования, которые могут предшествовать друг другу. То есть мерзлотные признаки могут воздействовать на почвы теплых эпох, и немерзлотное почвообразование может накладываться на палеокриогенные признаки, сформированные в предшествующие холодные эпохи.

Продолжительность мерзлотных этапов составляет до 4% от продолжительности геологической истории Земли. Палеокриогенные признаки играют особую роль в палеогеографических реконструкциях. Корреляция мерзлотных признаков и климатических параметров в современных холодных и мерзлотных областях позволяет реконструировать палеоландшафтную обстановку. Смещение полюсов и тектоника плит определила встречаемость палеокриогенных признаков во всех современных ландшафтных поясах Земли, включая тропические. В периоды оледенений ледники покрывали до трети суши, а перигляциальные зоны распространялись еще шире. В геологической летописи палеокриогенные признаки часто являются единственными индикаторами природных обстановок ледниковых эпох и позволяют проводить палеоландшафтные реконструкции при отсутствии палеонтологических данных. Палеокриогенные признаки прослеживаются в геологической летописи до палеопротерозоя (гуронское оледенение). Они представлены в периоды масштабных явлений в неопротерозое в верхнем ордовике. В верхнем палеозое палеокриогенные признаки связаны с масштабными пермо-карбоновыми оледенениями и связаны с широко распространенными отложениями лёссовой формации (лёссами).

В четвертичных почвах мерзлотные признаки соответствуют ледниковым периодам и периодам похолоданий. В лёссово-палеопочвенных сериях выделение ледниковых эпох во многом основывается на палеокриогенных признаках, что позволяет рассматривать лёссовые породы как лёссово-палеопочвенно-криогенную формацию. Палеокриогенные признаки широко представлены и в других отложениях ледниковой формации – моренах, водно-ледниковых и озерно-ледниковых отложениях. Изучение палеокриогенных признаков имеет большое значение и для изучения верхнепалеолитических объектов, поскольку мерзлотные процессы могут оказывать воздействие на расположение археологических артефактов.

Палеокриогенные признаки широко представлены в современных почвах, в которых они трансформируются голоценовым почвообразованием. В пределах ледниковых и перигляциальных равнин северного полушария мерзлотные признаки верхнего плейстоцена определяют широкую совокупность свойств современных почв, а также структуру почвенного покрова. Так, на Русской равнине палеокриогенные признаки представлены в почвах тундровой, лесной, лесостепной и степной зон.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта № 14-27-00133.

ПРОЯВЛЕНИЯ ПАЛЕОКРИОГЕНЕЗА В ПОЧВЕННО-ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩАХ (МИС5–МИС2) ОПОРНЫХ РАЗРЕЗОВ БЛИЖАЙШЕЙ ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ

Русаков А.В.¹, Коркка М.А.¹, Седов С.Н.², Русакова Е.А.³

¹Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, spp-06@mail.ru; ²Геологический институт Национального университета Мексики, Мехико;

³ФГБНУ «Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева»

В течение последних лет (2000–2015 гг.) в пределах ближайшей перигляциальной зоны Восточно-Европейской равнины (бассейн Верхней Волги, то есть вне зоны лёссового пояса) нами детально изучены гетерохронные сложно организованные почвенно-осадочные толщи разрезов, в которых на разных уровнях организации и (макро-, мезо и микро) четко прослеживаются палеокриогенные структуры последнего макроцикла. Важно, что разрезы приурочены к ныне дренированным позициям рельефа.

В разрезе *Щетинское* (западный террасированный склон Вологодской возвышенности, палеокатена, стадии МИС3–МИС2), в московской морене, перекрытой поздневалдайскими покровными суглинками, сформированы брянские (возраст по ¹⁴C 28800–35600 кал. л.н.) палеопочвы, представленные 2–3 ритмами педогенеза (умбриковые глейсоли). Несмотря на относительно

небольшую (до 3-х м) глубину вскрытых отложений, в пределах палеокатены обнаружен весь спектр проявлений средне- и позднеплейстоценового криогенеза. Владимирский криогенный этап (средний Валдай) представлен в виде широких (до 1,5–2,0 м по верху) и глубоких (до 2,5–3,0 м) клиньев, разбивающих моренную толщу, выполненных пылеватыми суглинками с вкраплением супесчаных пылеватых линз. Вторая генерация клиновидных структур, представленных в виде субвертикальных трещин, пронизывает всю толщу отложений (начиная с горизонта ЕЛ дневных почв). Время формирования этих криогенных структур к поздневалдайскому возрасту (Ярославская фаза криогенеза). Крупные трещины выполнены пылеватым супесчаным и суглинистым материалом, по стенкам узких трещин развиты глинистые кутаны голоценового возраста. Трещины более или менее равномерно распределены в толще отложений, в среднем через каждые 0,8–1,0 м. Анализ профильной организации почв в центральной части палеокатены (на протяжении 19-ти м) позволил выявить 22 полипедона, представленных 19-ти выделами (из них 2 – в зонах глубоких морозобойных клиньев), ширина которых (а, соответственно, и выявленные размеры ЭПА) варьирует в пределах 0,5–2,1 м (при средних значениях 0,8–0,9 м).

В разрезе *Косково* (северные отроги Овинищенской возвышенности, палеокатена, стадии МИС3–МИС2), в толще ранневалдайских (позднемосковских?) озерно-ледниковых глин, перекрывающих московскую морену, сформированы палеопочвы стадии МИС3, представленные умбриковыми глейсолями и гистосолями (возраст по ^{14}C составляет 50300–37000 кал. л.н.). Горизонтальная расчистка позволила выявить прекрасно сохранившийся ископаемый полигонально-мерзлотный палеорельеф, к которому приурочены почвы. Здесь также, как и в разрезе *Щетинское*, развит двухфазный палеомерзлотный комплекс: 1) широкие клинья владимирского криогенеза, разбивающий средневалдайские палеопочвы и 2) Ярославская фаза – сеть узких трещин, разбивающих покровный суглинок поздневалдайского возраста.

Важнейший опорный разрез четвертичных отложений в центральной части Европейской России *Черемошник* приурочен к восточной части Борисоглебской возвышенности и представляет собой аккумулятивную балочную террасу. На моренном суглинке в основании разреза, диагностирована слабо развитая гистосоль, отражающая начальный этап межледникового педогенеза (МИС5). Спорово-пыльцевой анализ свидетельствует о формировании их в условиях господства лесной и лесотундровой растительности с элементами перигляциальной флоры, что предполагает проявление палеокриогенных признаков в палеопочве. Основная часть разреза сложена гиттиями с включением торфяных слоев микулинского возраста.

В средней части расчистки в балочных накоплениях детально изучены криосоли; диагностированы три ритма эфемерного почвообразования, схожие по морфолого-генетическим признакам. Возраст по ^{14}C нижней толщи педокомплекса (гумусовые горизонты двух ранних ритмов) оказался 27630 кал. л.н., что соответствует брянскому интервалу стадии МИС3. В верхней части балочной террасы, также в субэральных балочных накоплениях, диагностирована отчетливо выраженная, маломощная умбриковая глейсоль, которая с учетом даты по ^{14}C (19790 л.н. кал.), определена как трубчевская (МИС2). Характерной особенностью ископаемого рельефа, в которой развита палеопочва, является хорошо сохранившийся палеокриогенный микрорельеф.

Таким образом, все изученные палеопочвы стадий МИС3–МИС2 опорных разрезов несут палеоглеевые признаки. Выдвинуто предположение, что затрудненная степень естественного дренажа была обусловлена мерзлотными процессами, то есть признаки оглеения, зафиксированные в почвенной памяти палеопочв, являются косвенными индикаторами палеокриогенеза.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (13-05-00854а, 14-04-00894а, 14-05-31511 мол_а).

РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИЙ ПРОЦЕСС КАК ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ЛЕДОВОМ КОМПЛЕКСЕ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Спектор В.В.¹, Бакулина Н.Т.², Спектор В.Б.¹

¹ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, Якутск,
vspector@mpi.ysn.ru; ²ГУГПП «Якутскгеология»

Ледовый комплекс, широко распространенный на равнинах Центральной Якутии – самый достоверный свидетель палеокриогенной эпохи конца позднего неоплейстоцена. Одновозрастные аналоги этого комплекса рядом почвоведов отнесены к криопедолитам – осадочным образованиям, несущим следы синлитогенного почвообразования (Губин, 2002; Томирдиаро, 1980). Криопедолит (основная масса ледового комплекса) сложен буровато-серыми, темно-бурными или сизовато-серыми

оглееными лессовидными алевроитами с линзовидными, сетчатыми и поясковыми криогенными текстурами, вмещающими тела сингенетичных повторно-жильных льдов. Высота жил достигает первых десятков метров, а ширина 5-7 м. В составе комплекса выделяется две части: нижняя, мощностью около 20 м, относимая к каргинскому горизонту (МИСЗ, 70-25 тыс. лет назад) и верхняя, мощностью около 40 м, относящаяся к сартанскому горизонту (МИС2, 25-11 тыс. лет назад). Имеются многочисленные свидетельства того, что литологический состав этих двух толщ, их криогенное строение, явления педогенеза и мощность во многом определялись рельефообразующими процессами во время их формирования. В криогенную эпоху конца позднего неоплейстоцена территория равнин Центральной Якутии была приурочена к поясу перигляциальных равнин, обрамлявших ледниковую область Верхоянья (Спектор и др., 2003). Рельфообразующие процессы в пределах этих равнин во многом были обусловлены ледниковой обстановкой в Верхоянье и прилегающей к нему Приверхоянской наклонной ледниковой равнине.

Для каргинской части разреза синлитогенных почв характерно преобладанием мелкоалевритовой фракции – 25-64 %, существенным содержанием глин – 25-35 % и небольшим количеством песка – около 10%. Для осадков характерна темная окраска, высокая степень трансформации растительных остатков; отмечаются редкие линзовидные прослои эпигенетических почв. Для этой части разреза характерно присутствие микроокатышей выветрелых глинистых и мергелистых пород и педореликтов – переотложенных почвенных микроагрегатов и других продуктов эрозии почв (Зигерт, 1988). Наличие переотложенных пород свидетельствует о неглубоком залегании коренного цоколя. Объемная льдистость этих отложений составляет 15-30% (Иванов, 1981). По палинологическим данным предполагается, что отложения толщи формировались в условиях, когда лесные формации занимали довольно большие площади, а степные ландшафты и заболоченные участки имели подчиненное распространение. Леса состояли в основном из лиственницы. Они произрастали на более холодных и увлажненных почвах. Сосновые леса, по-видимому, занимали более сухие возвышенные участки (песчаные террасы, склоны южных экспозиций). Еловые леса, вероятно, встречались по долинам рек. Эти данные указывают на климатическую обстановку, характерную для межледниковья и на развитие в пределах равнин относительно расчлененного рельефа.

Сартанская часть толщи криопедолита состоит преимущественно (Зигерт, 1988) из тонкоалевритовой фракции (0,05-0,01 мм) – 42-82%, глин – 5-35 % и песка – менее 10 %. Генезис отложений, вероятно, связан с явлением солифлюкции. В глинистой фракции преобладает гидрослюда типа иллита, присутствует монтмориллонит, смешаннослойные образования, примесь хлорита и каолинита. Эта часть разреза несет четкие следы криогенеза и почвообразования: шлировые микротекстуры, криогенные поры и агрегаты и новообразованные минералы: гидроокислы, окислы и сульфиды железа, карбонаты, фосфаты. Объемная льдистость составляет 50-80 %. Спорово-пыльцевой спектр отражает растительность тундровых ландшафтов, где значительное развитие получили полынно-маревые, в меньшей степени, злаково-осоковые ассоциации. По-видимому, довольно значительное распространение имели болотные формации. Местами в растительном покрове участвовали кустарниковые сообщества и березово-лиственничные редколесья.

Различия в составе криопедолитов каргинского и сартанского горизонтов связана с гляциоизостатическими движениями перигляциальной равнины, к которой принадлежала территория Центральной Якутии в позднем неоплейстоцене. На протяжении каргинской эпохи, в связи с потеплением и частичной дегляциацией имел место гляциоизостатический подъем в перигляциальных равнинах или резкое замедление погружений и скорости осадконакопления. Это обусловило стабильно и длительное положение сезонно-талого слоя вблизи дневной поверхности и, соответственно, наряду с относительно высокими температурами обеспечило высокую степень гумификации растительных остатков. В первую половину сартанской эпохи имело место резкое похолодание, увеличение мощности ледниковых покровов и, связанное с этим гляциоизостатическое погружение области перигляциальных равнин. Такой режим рельефообразующих процессов привел к увеличению скорости осадконакопления, краткости времени пребывания осадков в сезонно-талом слое и невысокую степень из гумификации. В конце сартанской эпохи, в связи с увеличением сухости климата имела место частичная дегляциация и подъем территории перигляциальных равнин. В это время на пологих склонах положительных форм рельефа формировались толщи склонового происхождения.

СЕКЦИЯ 3. КЛИМАТ И ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ХОЛОДНЫХ ПОЧВ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЛЕВОГО ПОТОКА В ПОСЕЛКЕ АРШАН ТУНКИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ (ПО НАБЛЮДЕНИЯМ ВО ВРЕМЯ УЧЕБНЫХ ПРАКТИК)

Белоусов В.М., Мартынова Н.А.

Иркутский государственный университет, Иркутск, natamart-irk@yandex.ru

Мощный селевой поток, а точнее несколько потоков прошли утром 28 июня 2014 г. в пос. Аршан Тункинского района в пределах потенциального селевого массива. Сформировавшийся локальный атмосферный фронт разразился мощнейшим многочасовым ливнем, что привело к переполнению притоков и самой Кынгарги и формированию грязе-селевого потока. Огромная масса воды, скопившись в днищах ледниковых каров Тункинских Гольцов, привела в движение моренные отложения, чей возраст оценивается примерно в 10-12 тыс. лет. Отложения сохранились здесь еще с последнего ледникового периода. Они – продукты таяния древних ледников Тункинских Гольцов и сформировались в те времена, когда вечная мерзлота, отступив из прибайкальского региона в целом, оставила промороженные грунты на высотах от 2 тысяч метров и выше. Выброс грязекаменного потока начался из основного кара, затем эта масса выплеснулась в ледниковое корыто – боковую троговую долину, выработанную ледником в течение многих тысячелетий и стремительно начала двигаться по склону, вбирая в себя снесенные многовековые сосны и разрушая все на своем пути.

Аршанские селевые потоки, принеся жителям немало бед, по масштабу природно-хозяйственного ущерба в миллиарды рублей и суммарному объему грязекаменной массы были отнесены к катастрофическим селям России начала XXI века. Поток до миллиона кубометров материала из воды, ила, грязи, камней валунов до трех метров в поперечнике двигался со скоростью от 5 до 10 метров в секунду. К моменту выхода на восточную окраину поселка ширина потока достигла 500—600 метров, а мощность (глубина) составляла 4,0-4,5 метра. По свидетельству местных жителей и оценкам ученых, в XX-м веке наблюдались неоднократные и периодические схождения селевых потоков: грандиозный селя Первой Шихтолайки в Аршане повторился через 90-110 лет (вековой цикл), на безымянном водотоке с выходом на улицу Габанова – через 52 года (полувековой цикл), а на Кынгарге – сход селей теснее связан с короткими фазами 11 -летних циклов солнечной активности. Поэтому считать это явление для данной территории нетипичным нет оснований.

Морфологически селевые конусы выноса прослеживаются на данной территории в виде слабо выпуклых полуконусов, сложенных пролювиально-делювиальным материалом. Наиболее крупный селевой поток наблюдался на территории между р. Кынгаргой и реками Шихтолайкой, Артемкой, малой Харимтой. В этих конусах выноса наблюдались рытвины до 10 м глубиной после селевых паводков. Таким образом, впечатляющий по своему масштабу грязе-каменный поток в своем пространственном положении носит унаследованный характер с прерывистостью осадконакопления во времени, в течение которого шла подготовка масс к сносу. И касается это прежде всего накопления мелкоземистого материала (шлама). Очаг селеобразования имел рассредоточенный характер в виде разветвленной сети борозд, по которым происходило формирование отдельных микроселевых потоков, ниже по течению объединившихся в единый селевый поток иобразовавшее грязекаменное селевое поле протяженностью более 3000 м и шириной 300-500 м.

Однако, в этом процессе существенную роль, по нашему мнению, сыграли геоморфологические, геологические, мерзлотно-гидрогеологические и геодинамические факторы, так как к описываемому времени делювиальная толща на склонах протаяла частично и промороженные горные породы под талым грунтом образовали водоупор, по которому стекали инфильтрационно-гравитационные воды. Это подтверждают свидетельства местных жителей (а точнее - работников санатория «Эдельвейс»): прежде, чем произошло схождение селя, наблюдалось затопление погребов т. е. наблюдалось поднятие грунтовых вод.

При значительном количестве глинистых частиц в обводненных массах обломочных пород происходит сдвиговая деформация. Видимо, в «голове» селя возникают небольшие консеквентные оползни. Ливневые осадки заливают промежутки между ними и возникают сдвиговые очаги, а эрозионно-транспортирующий процесс формирует грязекаменный поток. Продолжительность действия этого селя определялась длительностью ливня, а также – уклонами предгорного шлейфа. Уменьшение уклона до 5-7 градусов резко снижало скорость движения селевого потока, что приводило к его «застыванию». При этом происходило выделение избытка воды и вынос шлама (грязи), что формировало покровные грязекаменные осадки вдоль Аршанского тракта и вдоль р. М. Харимты.

По долине р. Кынгарга также прошел селевой поток, но он был другого типа – каменный.

Материалом для этого селя послужили аллювиальные отложения, скопившиеся на границе между водораздельной и предгорной частью аллювиального шлейфа р. Кынгарги в Тункинской котловине. Здесь вынос связан с резким увеличением расхода воды в русле р. Кынгарги, так как увеличение скорости воды вдвое ведет к увеличению массы m выносимого материала в геометрической прогрессии до значений m^6 . Этим и был вызван перенос каменного материала. Несмотря на то, что объем воды в селевом потоке 2014 г. был больше, чем в 1971 г., степень разрушения была меньше. Возможно, это связано с недостаточностью количества каменного материала в долине р. Кынгарга из-за неоднократных его сносов.

ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМОВ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

Давыдова Н.Д.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, davydova@irigs.irk.ru

Материалы экспериментальных исследований получены в результате мониторинга состояния компонентов северных криоксерофильных степей Центральной Азии. Он начат в 2001 г. в связи с проблемой глобального потепления климата на базе комплексных физико-географических исследований, проводимых под руководством акад. В.Б. Сочавы (1962-1980 гг.) на Харанорском физико-географическом стационаре в Онон - Аргунской степи. Новые материалы получены за период 2001-2014 гг. в результате экспедиционных исследований и режимных наблюдений в полустационарных условиях.

Ведущая роль в процессах формирования геосистем принадлежит трансформируемой в них солнечной радиации (температуре, освещению) и атмосферным осадкам. Влага не только поддерживает жизненные функции биоты, но и транспортирует продукты их жизнедеятельности, как в биологическом круговороте, так и за его пределы, участвует в процессах внутрипочвенного выветривания и в целом в формировании почв. Для оценки процесса аридизации территории анализировались такие показатели как атмосферные осадки, влажность почвы, температура воздуха и почвы.

Природные условия Онон-Аргунского междуречья характеризуются резкой континентальностью климата, недостаточным увлажнением, обилием солнечного света, островным распространением вечной мерзлоты и отрицательными среднегодовыми температурами, которые варьируют от $-0,5$ до $-4,1$ °C. Распределение влаги атмосферных осадков в течение года не равномерное. Выделяется два резко различающихся периода увлажнения: засушливый (с мая до середины июля) и влажный (с середины июля до сентября), что адекватно сказывается на запасах влаги в почвах.

Анализ многолетней динамики влажности глубокопромерзающих (более 2,5 м) черноземов мучнисто-карбонатных разной глубины залегания карбонатного горизонта позволяет отнести их к почвам периодически промывного типа водного режима, влагооборот которых во многом определяется осеней влагозарядкой, наличием сезонной мерзлоты и чередованием сухих (1-2 года) и влажных лет. Промачивание почв может происходить дважды в сезон (весна – начало лета и вторая половина лета – начало осени) или меняться по годам. Во влажные годы с атмосферными осадками 300-400 мм/год глубокое промачивание почв происходит во второй половине лета. В эти же годы обычно осуществляется и их осенняя влагозарядка. В начале холодного периода влага передвигается вверх к фронту промерзания с дальнейшей ее консервацией до весны. Медленное оттаивание почв весной ограничивает испарение воды, что обеспечивает возможность миграции влаги вслед за фронтом оттаивания, ее накопление, а в отдельные годы переувлажнение и глубокое промачивание. Жаркая и сухая погода первой половины лета приводит к значительному расходу влаги на десукцию и испарение. Метровая толща оттаивает и быстро теряет влагу до максимальной гигроскопии и влажности завядания (ВЗ). Этот период характеризуется наибольшим дефицитом влаги и проявляется ежегодно с той разницей, что в сухие годы он растянут во времени.

В первом десятилетии (2001-2011 гг.) XXI в. климат исследуемой территории существенно изменился в сторону иссушения. Величина атмосферных осадков уменьшилась по годам на 50-100 мм, а среднегодовая температура воздуха повысилась на 1,1 °C, т. е. климат, стал суше и теплее. Соответственно менялся водный режим почв и запасы влаги, которые по сравнению со средневлажными годами XX в. (1971-1980 гг.) в слое 1 м уменьшились на 75 мм. Изменилось и внутригодовое ее распределение. В сухой период, который затянулся на 11 лет вследствие малого количества осадков (150-280 мм/год), увлажнение стало поверхностным, основной влагооборот осуществлялся в слое почв 0-20 0-40 см. Большую часть вегетационного сезона отмечался дефицит продуктивной влаги. По аналогии с прошлым столетием (при запасе 60-107 мм), во второй половине

лета - начале осени (влажный период) в слое 0-50 см запасы влаги уменьшились и варьировались от 20 до- 82 мм (при средней величине 50 мм), которая существенно ниже ВЗ (86-91 мм).

Атмосферные осадки 2012 года, которые превысили среднегодовую норму (310 мм) на 25 мм, практически не повлияли на увеличение запасов влаги в почве. В 2013 г. выпало небывало большое количество влаги (520 мм/год). Обильные дожди, поступившие с муссонами Тихого океана, промочили почву на глубину более 2,0 м. При этом запасы влаги в слое 0-100 см увеличились в 2,5 раза по сравнению с засушливым периодом (94 мм), составив в среднем 233-254 мм (НВ). Однако сильное иссушение почв в течение 11-ти лет привело к быстрой трате полученной влаги и уже недостаточное увлажнение 2014 года вновь вернуло почву в конце летнего сезона к прежнему дефицитному по увлажнению состоянию.

Для степных геосистем температура и особенно влажность являются критическими компонентами. И без того незначительный запас влаги в почве пополняющийся за счет осенней влагозарядки, который ранее поддерживался в результате ее консервации в процессе глубокого промерзания и позднего оттаивания почв исчерпан. Вода метровой толщи находится практически в мало доступной форме, что катастрофически сказалось, прежде всего, на жизненном состоянии древесных насаждений. Жизнь степной растительности поддерживается преимущественно за счет поверхностного увлажнения почв.

МЕРЗЛОТНО-ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ В СВЯЗИ С ГЛОБАЛЬНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ

Куликов А.И., Гынинова А.Б.

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, kul-an52@mail.ru

Профессор О.В. Макеев придавал большое значение роли мерзлоты в почвообразовании, на этой основе сформулировал концептуальные положения о криопедогенезе и криопедосфере. Самобытность почв криолитозоны позволило выдвинуть мерзлоту как самостоятельный фактор почвообразования и создать учение о криологии почв. Мерзлотные почвы в условиях глобальных изменений вступили на путь новой эволюции.

Тренд изменения средней годовой температуры воздуха имеет разную величину, но повсеместно от Заполярья, тайги, сухих степей, высокогорий, тропиков до внутриконтинентальной Антарктиды, везде его знак один, и он указывает на потепление (рис. 1).

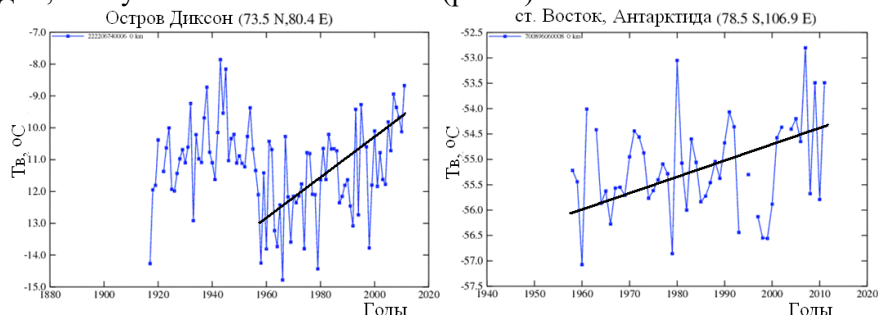


Рис. 1. Динамика и тренд средней годовой температуры воздуха в разных пунктах земного шара

Установлен факт более форсированного потепления в Байкальском регионе. За последние 30-35 лет температура воздуха выростала на 3,6 °C/10 лет, а с начала XX в. на 2,3 °C/10 лет (рис. 2).

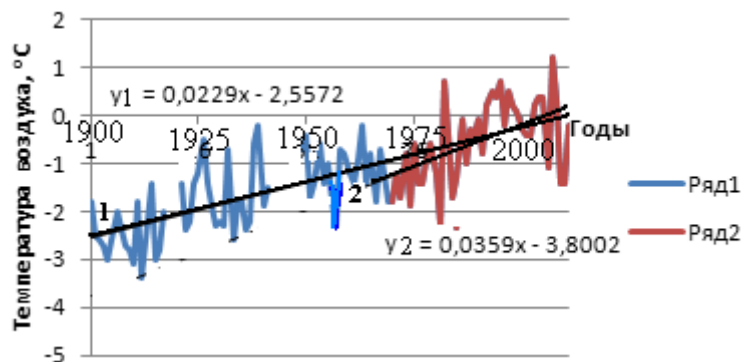


Рис. 2. Многолетняя динамика и тренды средней годовой температуры воздуха в Забайкалье за периоды 1900-2011 гг. – ряд 1 и 1970-2011 гг. – ряд 2 (Улан-Удэ).

Температура почв как отклик на внешние изменения климатической обстановки также возрастает (табл.).

Таблица

Коэффициенты линейных трендов среднегодовой температуры почвы ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) за период 1961-2003 гг.

Станция	На поверхности почвы	На глубине 80 см	На глубине 160 см
Оймякон	0,36	0,45	0,32
Якутск	0,55	0,68	0,57
Сосновоозерск*	0,63	0,66	0,69

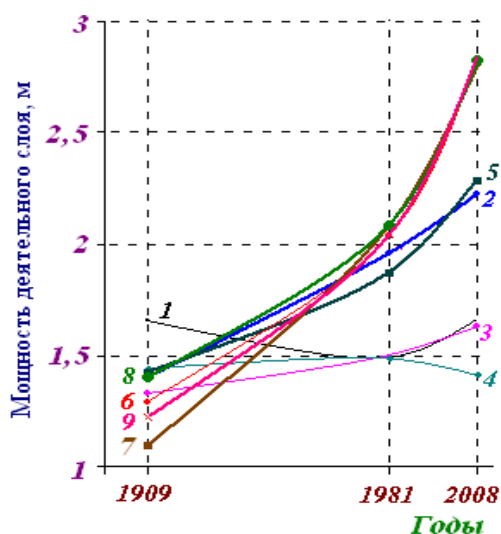
*Наши данные

Потепление в России происходит более высокими темпами, чем в других регионах Мира, а в Забайкалье – еще более форсировано.

Потепление отразилось на мощности глубины протаивания как интегральном показателе теплового состояния почв (рис. 3).

Рис. 3. Характер изменения мощности сезонноталого слоя в разных геосистемах Еравнинской котловины

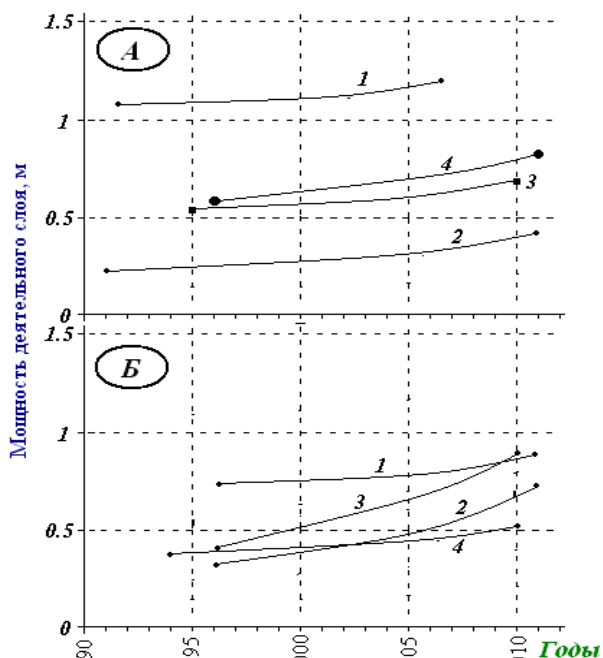
Наибольшие изменения характерны для открытых



геосистем (7, 9). Слабодренированные криогидроморфные почвы (геосистемы 1 и 4) характеризуются высокой устойчивостью. В высоких широтах изменения не столь значительны как на южном пределе распространения сплошной многолетней мерзлоты (рис. 4).

Рис. 4. Изменение глубины протаивания почв на: А – Зарубежном

Севере: 1. Taylu(Канада) 69,229 N 134,5655 W; 2. Barrow CRREL Plots (Аляска) 71,19 N156,3516 W; 3. Imnavai Creek 1 km grid (Аляска) 68,611 N 149,31 W; 4. 56 Mile (Аляска) 69,6969 N 148,682 W; Б – РоссийскомСевере: 1. Яш-Яхо (Воркута) 67,35 N 64,11 E; 2. Колыма 69,05 N 158,59 E; 3. Колыма 68,45 N 161,30 E; 4. Чукотка 64,47 N 176,58 E.



ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ПОЧВ И ИХ ПРОЯВЛЕНИЕ В ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В ПРЕДЕЛАХ СРЕДНЕОБСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Коркина Е.А.

Нижевартровский государственный университет, Нижневартовск, lena_d_nv@mail.ru

Типовое разнообразие почв, в пределах Среднеобской низменности, явно связано с различиями в геолого-геоморфологических условиях. В условиях поемности р. Обь, абсолютные высоты поверхности имеют отметки 32–40 м, на аллювиальных отложениях суглинистого состава сформированы аллювиальные светлогумусовые почвы. В заболоченных межречных пространствах надпойменных террас, с абсолютными отметками 40–90 м, имеющих слабый дренаж, сформированы торфяные олиготрофные почвы; дренированные поверхности вдоль рек представленные минеральными валами и островами позволяют развиваться почвам по подзолистому типу альфегумусового отдела. На водораздельных поверхностях с абсолютными отметками высоты 100–120

м сложенные среднечетвертичными отложениями суглинистого состава формируются почвы криометаморфического отдела.

Почвообразовательные процессы среднетаежной части Западной Сибири напрямую зависят от гидротермического режима почв. Климатический фактор является базовым для создания гидротермического режима, однако его проявление зависит от литологической основы и от положения в рельефе. Цепочка геолого-геоморфологические условия – гидротермический режим – педогенетические процессы еще недостаточно прослежена для среднетаежных областей Западной Сибири.

Основными объектами изучения гидротермических режимов являются почвы Среднеобской низменности, сформированные на разных геоморфологических уровнях: аллювиальная светлогумусовая почва – на пойме р. Обь; подзол иллювиально-гумусовый и торфяная олиготрофная – на второй надпойменной террасе Сургутского Полесья; светлосём типичный и криометаморфическая – на водоразделе Аганского Увала. Замеры температуры в почвах были сделаны с помощью маршрутного щупа для измерения температуры почвенных горизонтов, входящего в комплект портативной лаборатории мониторинга климатических параметров для исследования мерзлых процессов, разработанной Институтом нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН г. Новосибирск.

Результаты исследования показывают (рис. 1), наиболее теплыми почвами, являются подзолы иллювиально-гумусовые, они хорошо прогреваются в верхней части профиля (горизонты О, Е), с глубины 40 см температура снижается к нулю.

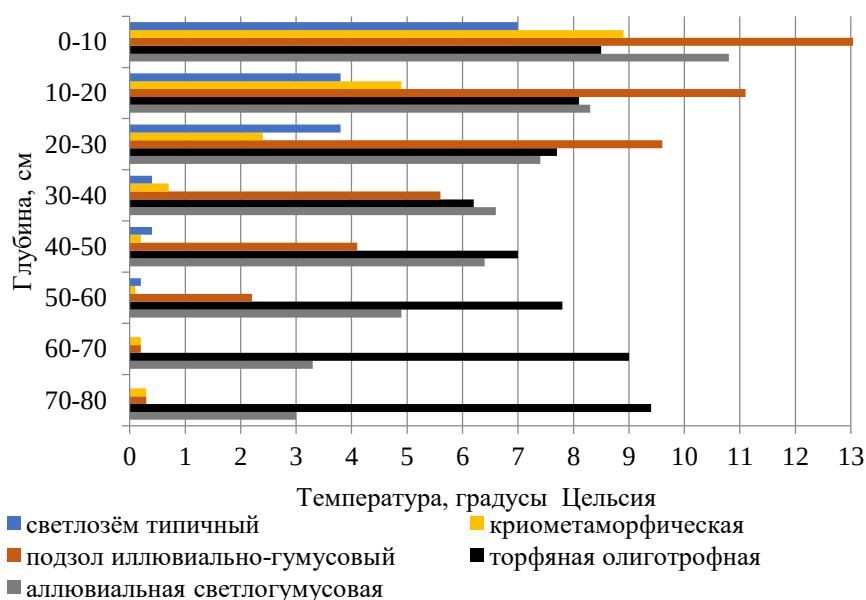


Рисунок 1 – Температурный режим почв Среднеобской низменности в августе

Торфяные олиготрофные почвы обладают хорошей способностью прогреваться, удерживать и увеличивать с глубиной положительные температуры; небольшое понижение температуры соответствует уровню верховодных вод 30–40 см. Аллювиальные почвы, обладают хорошей способностью прогреваться и удерживать положительную температуру на глубине. Холодными почвами, по результатам исследования, являются почвы криометаморфического отдела. В этих почвах, к температуре воздуха близки температуры в горизонтах О, в криометаморфических горизонтах температура составляет 0,2–0,4С°.

Тезисно представленные результаты исследования гидротермических режимов разных типов почв, позволяют судить об их взаимосвязи с почвообразовательными процессами. На более теплых песках почв автоморфного отдела свободно развивается элювиально-иллювиальная дифференциация. В криометаморфических почвах сохраняется долгое время (до конца июня) льдистость пород, которая проявляется в криогенном оструктурировании. Аллювиальные светлогумусовые почвы в виду поёмного режима, быстро освобождаются ото льда и за летний период хорошо прогреваются, что способствует хорошему разложению органического вещества и накоплению гумуса.

За обсуждение результатов благодарю д-ра биол. наук, профессора С.Н. Седова.

Работа выполнена по гранту РГНФ 15-12-86601.

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ АЛАСНЫХ ПОЧВ ЛЕНО-АМГИНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

Макаров В.С.

НИИПЭС СВФУ, Якутск, mvs379@yandex.ru

В Якутии аласные луга составляют основу кормовой базы животноводства, на их долю приходится 21% сенокосных и пастбищных угодий республики. Одним из определяющих факторов урожайности аласных лугов является температурный режим почвы.

В Центральной Якутии температурный режим аласных почв начали изучать в 70-х годах прошлого столетия [1-3]. Эти исследования показали наличие в аласах дифференцированных гидротермических поясов, приуроченных к определенному почвенно-растительному поясу, при этом тепловые ресурсы почв растут при перемещении с нижних переувлажненных поясов к высоким сухим поясам аласа. Следует отметить, что все эти исследования были проведены исключительно в аласах Бестяхской террасы. Температурный режим почв более высоких террас, где сосредоточено наибольшее количество аласов до сих пор остается слабоизученным.

Объектами наших исследований стали почвы сенокосного аласа Абалахской террасы, которые отличаются более тяжелым гранулометрическим составом, чем почвы молодой Бестяхской террасы. Алас Ат ыттар находится в 4 км от с. Бэрэ, огорожен и открыт для пастбы лишь ранней весной и в конце лета. Абсолютные высоты окружающих межаласных пространств колеблются от 225 до 230 м над уровнем моря. Днище аласа занята озером с площадью зеркала 31226 м². Вокруг озера концентрическими кругами развиваются почвенно-растительные пояса разной степени увлажненности. Самую низкую приозерную часть аласа занимают мерзлотные аласные болотные почвы, характеризующие избыточным увлажнением. Среднюю концентрическую полосу занимают мерзлотные аласные луговые почвы оптимального увлажнения. На периферической части аласа формируются мерзлотные аласные остепненные почвы с наименьшей влажностью среди аласных почв.

Гранулометрический состав исследованных аласных почв унаследовал черты мерзлотной палеовой почвы межаласья и классифицируются как легкие и средние суглинки. Здесь доминирующими механическими элементами являются фракции крупной пыли и мелкого песка. Вместе с тем эти почвы заметно обогащены илистыми частицами.

Данные температурных датчиков (термохроны) показывают, что в зимнее время, суточные колебания температуры отсутствуют. Они появляются только в середине апреля, вовремя таяние снега, когда в структуре снежного покрова появляется вода – хороший проводник тепла. Со временем амплитуда колебаний начинает расти и максимум колебаний температуры отмечается в середине июля. Суточный ход температуры на поверхности почвы характеризуется одним максимумом (около 13 ч.) и одним минимумом (перед восходом Солнца). С глубиной амплитуда уменьшается и с 30 см полностью затухает.

Годовой режим температур почв имеет большую амплитуду колебаний и выражен на большую глубину, чем суточные колебания, характеризуется минимумом в феврале и максимумом в июле. Зимой наиболее сильно выхолаживаются поверхностные слоистепненной и болотной почв аласа. В середине февраля 2011 г. температура на глубине 20 см остепненной и болотной почв опускалась до -10,5 - -11⁰С. В это же время температура луговой почвы на этой глубине замерзла только до -6⁰С. С глубиной амплитуды годового хода температуры почвы уменьшаются, при этом максимум и минимум амплитуды запаздывают на несколько суток. Во второй половине апреля во всех почвах аласа наблюдается относительное выравнивание температуры по всему профилю. Например, в это время градиент температуры в метровом слое почвы составил всего 2,5⁰С.

Переход температуры через 0⁰С начинается с поверхности почвы в третьей декаде апреля, а в первой декаде мая нулевые температуры достигают глубины 20 см. Первыми прогреваются почвы лежащие на периферии аласа, потом с опозданием на 2-3 суток в талое состояние переходят почвы среднего и нижнего поясов аласа.

В летнее время повышенной обеспеченностью теплом и большей продолжительностью активных температур характеризуются болотные почвы аласа. С переходом на более сухие пояса аласа, тепловые ресурсы почвы уменьшаются. Так за исследуемый год сумма активных температур (>10⁰С) в слое 20 см составил 1344⁰С в болотной, 1196⁰С в луговой и 882⁰С в остепненной почвах. Глубина проникновения активных температур также была больше у болотной и луговой почв (около 80 см) и меньше в остепненной почве (42 см).

В целом полученные результаты показывают, что температурные контрасты внутри исследуемого аласа зеркально отличаются от ранних исследований, которые были проведены в аласах Бестяхской террасы.

Литература

1. *Гаврильев П.П., Мандаров А.А.* Лиманное орошение лугов в Центральной Якутии. Новосибирск: Наука, 1976. – 165 с.
2. *Дмитриев А.И.* Гидротермический режим аласных почв Лено-Амгинского междуречья. - Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Улан-Удэ, 1997. - 17 с.
3. *Десяткин Р.В., Семенова Т.Н., Слепцов В.И.* Пространственная структура водообильности и температурный режим почв таежно-аласных ландшафтов // Климат и мерзлота: Комплексные исследования в Якутии. – Якутск: ИМЗ СО РАН, 2000. С. 114-121.

ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ГОРНО-ЛУГОВЫХ АЛЬПИЙСКИХ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КAVКАЗА

Малышева Т.И.¹, Макаров М.И.¹, Онинченко В.Г.²

¹Факультет почвоведения, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва; ²Биологический факультет, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, soil04@mail.ru

Микроклиматические и почвенно-гидротермические наблюдения на альпийском стационаре, расположенном на северо-восточных отрогах хребта Малая Хатипара (43°26' с.ш., 41°41' в.д.) в Тебердинском заповеднике, проводятся с 2005 г. с использованием современного автоматического оборудования. Детальная характеристика режимов температуры и влажности почвы, особенностей микроклиматических условий предоставляет больше возможностей для корректной интерпретации результатов изучения структурно-функциональной организации альпийских экосистем. Наблюдения проводятся в основных альпийских биогеоценозах, функционирующих на разных элементах мезорельефа в интервале абсолютных высот от 2710 до 2780 м над ур. м. Сбор информации осуществляется с использованием автоматических метеорологических станций MiniMet (SkyeInstruments LTD, UK), фиксирующих в течение вегетационного периода с периодичностью 1 час температуру и относительную влажность воздуха (универсальный датчик RHT+), суммарную солнечную радиацию (пиранометр SKS 1110), скорость ветра (анемометр A 100R), количество атмосферных осадков (осадкосборник ARG 100), давление почвенной влаги на глубине 10 см (тензиометры SKT 615), температуру почвы на глубине 5, 10 и 20 см (температурные датчики SKTS 200). Объемная влажность почвы измеряется датчиком TRIME-EZ и фиксируется накопителем информации TRIME-HD (IMKOMicromoduletechnicGMBH, Germany). Круглогодичные наблюдения ведутся за температурой и влажностью воздуха, а также за температурой почвы на поверхности и на глубине 10 см (автоматические датчики iButtonDS 1921G, DS 1921Z и DS 1923 (DallasSemiconductor, USA)).

Температурные показатели позволяют определить время установления и схода снежного покрова на разных элементах рельефа (по прекращению и возобновлению суточной динамики температуры поверхности почвы), относительную мощность снежного покрова на малоснежных местообитаниях (по интенсивности промерзания и зимней динамики температуры почвы), а также подверженность почвы осенним и весенним циклам промерзания и оттаивания (по периодическим переходам температуры через 0 °C).

В альпийском поясе рельеф является определяющим фактором различий в температурном режиме почв. Наибольшие различия связаны с перераспределением снега в зимний период, приводящим к формированию маломощного, иногда фрагментарного снежного покрова на выпуклых наветренных склонах и гребнях и к аккумуляции снежных наносов, превышающих 3-5 м у подножий склонов и в западинах. В первом случае фитоценозы представлены альпийскими лишайниковыми пустошами, а во втором – альпийскими коврами. В промежуточных условиях снегонакопления развиваются злаковые и разнотравные луга.

Почвы пустошей принципиально отличаются от почв других альпийских сообществ по температурному режиму в холодное время года. Только в этих условиях почва промерзает – температура на глубине 10 см может опускаться до -5 ÷ -10 °C и для нее характерно периодическое возобновление суточной динамики вслед за динамикой температуры воздуха (суточные колебания могут превышать 5 °C на поверхности почвы и 3 °C на глубине 10 см). Во всех других альпийских сообществах температура почвы зимой стабильна и составляет около 0 °C. Температурный режим почвы пустошей отличается от режима почв других сообществ не только зимой, но и летом. Самая холодная зимой почва летом прогревается лучше других. Особенно это проявляется в начале лета, когда почвы лугов и ковров все еще находятся под покровом снега. Но и после того, как снежный покров сходит во всех сообществах, температура почвы пустошей на 1-2 °C превышает температуру других почв.

Влажность почвы в альпийских сообществах остается высокой на протяжении всего вегетационного периода. Обычно до середины лета давление почвенной влаги находится в пределах от –50 до –100 ГПа, что соответствует весовой влажности почвы в 70-80 % и объемной влажности около 30 %. В разные годы влажность несколько снижается только к концу июля или даже к концу августа (до –250 ГПа, 60-65 % и менее 25 % для давления, весовой и объемной влажности соответственно). Несмотря на разные запасы снега и большую временную разницу в сходе снежного покрова (1,5-2,5 месяца), влажность обычно близка в почвах разных сообществ. Это связано как с климатическими условиями альпийского пояса (большое количество осадков, низкие температуры и высокая влажность воздуха), так и с высокой водоудерживающей способностью богатых органическим веществом альпийских почв. Заметные различия во влажности почв возникают только в редкие периоды, когда создаются благоприятные условия для их подсыхания (небольшое количество осадков и относительно высокая температура воздуха). Если такие условия возникают в начале лета – в июне (что бывает чрезвычайно редко), то почвы на малоснежных участках, где снежный покров сходит в апреле-мае, успевают несколько подсохнуть к июлю (времени схода снежного покрова на участках зимней аккумуляции снега). Если же относительно сухой период приходится на конец лета, то меньшая влажность характерна для почв разнотравных лугов, обладающих относительно меньшей водоудерживающей способностью.

СЕКЦИЯ 4. ФИЗИЧЕСКИЕ, ХИМИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХОЛОДНЫХ ПОЧВ

ХИМИЧЕСКИЕ И МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИРОГЕННЫХ БОЛОТНЫХ ПОЧВ ПРИБАЙКАЛЯ

Бадмажапова И.А.¹, Гынинова А.Б.²

¹*Бурятский государственный университет, Улан-Удэ;* ²*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, indirabnc@yandex.ru*

В последние годы все чаще в тех или иных регионах Российской Федерации возникают торфяные пожары. Как правило, горят осушенные торфяники. Они вызывают глубокую деградацию почв, либо их полное уничтожение, являются причиной огромных выбросов в атмосферу CO₂ и NO₂, миграции нитратов в грунтовые воды, ухудшают экологические условия жизни человека, снижают разнообразие флоры и фауны.

На осушенной части Посольского болота в дельте р. Селенги, начиная с 2001 г., почти ежегодно происходят пожары. Их возникновение связано с изменением гидрологического режима осушительными мелиорациями (Бадмажапова, 2014) на фоне аридизации климата (Куликов, 2008). Исследование влияния пожаров на трансформацию болотных почв в Байкальском регионе актуально для определения путей их дальнейшего развития и разработки мероприятий по их восстановлению. Цель настоящей работы — изучение особенностей постпирогенного почвообразования на осушенных болотах дельты р. Селенги.

На осушенной территории болота заложено 2 ключевых участка, пройденных пожарами 1 год и 7 лет назад. Вблизи гарей закладывались контрольные разрезы. На 1-ом участке профиль торфяной почвы имеет вид: Т1–Т2–Т3–ТМ–BCG–CG, профиль пирогенного образования: Пса–BCG–CG; на 2-ом участке профиль торфяно-глеевой почвы: АО–Т1–Т2–BCG–Апогр–CG, пирогенного образования: АО–Пса–А1–BCG. В результате пожара на осушенных торфяных почвах верхний органический слой сгорает полностью. Имеет место *глубинная пирогенная деградация* (Зайдельман, 2002; Бадмажапова, 2014). На месте торфа возникает зольный горизонт — Пса. Пирогенные образования через год после пожара, в отличие от исходных почв, характеризуются очень низким содержанием углерода, карбонатностью, щелочной реакцией среды. Через 7 лет после пожара реакция среды становится слабощелочной, несколько увеличивается содержание углерода. Под влиянием корней пионерной растительности под слоем золы на месте горизонтов BCG и Апогр. образуется гумусовый горизонт А1.

Микроморфологическое исследование показало, что общими особенностями микростроения почв обоих участков является: наличие активных процессов выветривания первичных минералов; коллоидных форм гумуса с включением железистых стяжений и обрывков растений (предположительно, обусловленных криогенезом); углеподобных растительных остатков, возникших в результате гумификации (табл. 1).

Табл. 1.

Микроморфологическое строение осушенных и пирогенных почв

Осушенные	Пирогенные
<i>Ключевой участок № 1.</i>	
Степень разложенности торфа гор. Т1 и Т3 характеризуется как высокая и средняя, гор. Т2 – слабая, что свидетельствует о неоднородности условий формирования. Гор. ТМ отличается высокой гумификацией, агрегированностью, черной окраской. Во всех органо-аккумулятивных горизонтах диагностируется образование бурого коллоидного гумуса с обрывками остатков растений, сгустками железистой плазмы и углеподобные растительные остатки. Зерна минералов нижней части профиля сильно выветрены и покрыты пленками гидрослюды.	Окраска золы от светло-охристой до темно-охристой. Плазма карбонатно-железистая, агрегирована: охристо-бурые агрегаты (10–20 мкм) и буро-охристые (от 20 мкм до 1,5 мм), пропитаны карбонатами в виде мелких кристаллов кальцита. Коллоидная плазма представлена светло-охристыми потеками с гумонами. Много остатков панцирей диатомовых водорослей. В составе скелета гор. ВСГ и СГ зерна кварца, полевых шпатов, амфиболы и биотит. Наблюдается метаморфизм и оглинивание минералов, окисление железа по ходам корней и крупным порам.
<i>Ключевой участок № 2.</i>	
Торфяно-глеевая почва отличается активной гумификацией растительных остатков и метаморфизмом первичных минералов. Отмечены признаки криогенеза: образование потечных форм гумуса, включающего обрывки растений и гумоны (~5 мкм), глинистые ооиды. Встречаются углеподобные частицы.	Окраска золы буро-охристая. Плазма железисто-гумусная, слабо агрегирована, пропитана мелкими кристаллами карбонатов. Обилие остатков панцирей диатомовых водорослей. Гумусовый горизонт агрегирован, хорошо гумусирован. В минеральном горизонте отмечены процессы метаморфизма минералов.

Постпирогенные почвы не обнаруживают признаков торфообразования. Характерно появление большого количества остатков панцирей диатомовых водорослей (*Bacillariophyta*), количество которых увеличивается со временем. Их появление, очевидно, связано с изменением условий влажности, освещенности и присутствием зольной пищи (Чумачева, 2003; Казаков, 2011), в частности, кремнезема SiO_2 , который входит в состав панцирей диатомей. Появление групп организмов, ранее не характерных, имеет индикационное значение, свидетельствующее об изменении направленности почвообразовательного процесса. Формирование гумусового горизонта на 7-летней гари позволяет предположить смену болотного почвообразования луговым.

В целях профилактики торфяных пожаров на мелиоративной системе необходимо поднять уровень грунтовых вод, возобновив двусторонний режим регулирования влажности.

Литература

1. Куликов А.И. Региональные особенности опустынивания экосистем Забайкалья и подходы к оценке их устойчивости // Глобальные и региональные особенности трансформации экосистем Байкальского региона: Мат-лы симпозиума. – Улан-Батор, 2008. – С. 198–203.
2. Зайдельман Ф.Р., Шваров А.П. Пирогенная и гидротермическая деградация торфяных почв, их агроэкология, песчаные культуры, земледелие, рекультивация. – М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 2002. – 164 с.
3. Бадмажапова И.А., Гынинова А.Б. Трансформация болотных почв Усть-Селенгинской впадины в результате пожаров // География и природные ресурсы. – 2014. – № 3. – С. 68–75.
4. Чумачева Н.М. Сукцессии почвенных водорослей постпирогенных биотопов лесных фитоценозов: Автореф. дис. ... к.б.н. – Новосибирск, 2003. – 17 с.
5. Казаков Н.В. Почва на диатомитовых отложениях Южной Камчатки (первое описание) // Вестник КРАУНЦ. Науки о земле. – 2011. – Вып. № 18 (2). – С. 135–141.

ГЕОХИМИЯ КАРБОНАТОВ В ПОЧВАХ КРИОАРИДНЫХ ЛАНДШАФТОВ КОТЛОВИНЫ ОЗЕРА АК-ХОЛЬ.

Васильчук Дж.Ю.¹, Агатова А.Р.² Бронникова М.А.³, Кречетов П.П.¹, Конопляникова Ю.В.¹, Лебедева М.П.⁴, Непоп Р.К.², Турова И.В.³, Шоркунов И.Г.³

¹МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, jessica.vasilchuk@gmail.com; ²ИГМ имени В.С.Соболева, СО РАН, Новосибирск; ³Институт Географии РАН, Москва; ⁴Институт почвоведения имени В.В. Докучаева, Москва

Натечные карбонатные и карбонатно-гумусовые новообразования (кутаны) на нижних

поверхностях каменистых включений являются характерной чертой криоаридного педогенеза [1]. Существуют разные точки зрения на их генезис [2, 3, 4], в том числе их образование связывается с палеогидроморфизмом. Цель данного исследования - выявить ландшафтно-геохимические закономерности распределения и генезис педогенных карбонатов в почвах котловины озера Ак-Холь. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: 1) исследовать латеральную и радиальную дифференциацию карбонатов в почвах; 2) изучить состав и генезис новообразований. Участок исследования располагается на юго-востоке Горного Алтая, в котловине озера Ак-Холь расположенной к востоку от хребта Чихачева на абсолютной высоте 2200 м, осложняющей Джулукульскую межгорную котловину. Эта область характеризуется экстраконтинентальным климатом, отрицательными среднегодовыми температурами и малым среднегодовым количеством осадков – $-3,9^{\circ}\text{C}$ и 104,3 мм (по данным станции Кош-Агач за период наблюдений с 2005 по 2015 год). Исследован северный криоаридный макросклон котловины. В рельефе читаются древние озерные террасы на высоте 2390 метров, что превышает современный уровень озера почти на 200 метров. Почвообразующей породой на исследуемом участке является щебнистый супесчано-песчаный пролювий, сложенный преимущественно обломками гранитов и гнейсов, подстилаемый гранитами, гнейсами, гранито-гнейсами, кварцитами, хлоритовыми сланцами, карбонатных пород на участке исследования не обнаружено. В хорошо дренированных позициях кровля многолетнемерзлых пород в июле залегает на глубине 2-3 м. Основные водные объекты исследуемой территории: озеро Ак Холь, являющееся проточным, и небольшие по площади высокогорные бессточные озера, одно из которых было подробно исследовано. Озеро Ак Холь имеет нейтральный pH (6,9), по минерализации ультрапресное (18 мг/л), по составу гидрокарбонатно-кальциевое. Минерализованное бессточное озеро имеет более щелочной pH (7,6), минерализацию 400 мг/л и гидрокарбонатно-натриево-магниевый состав. Воды различаются по изотопному составу для озера Ак-Холь $\delta^{18}\text{O} = -15,19\text{‰}$, для минерализованного озера $\delta^{18}\text{O} = -6,13\text{‰}$. Такое различие может говорить о разных источниках питания и, в частности, о связи более минерализованного озера с подземными водами. В ходе исследования были заложены две ландшафтно-геохимические катены с единой автономной позицией и подчиненными позициями, приуроченными к озеру Ак-Холь и к минерализованному бессточному озеру. Почвы в северной части котловины представлены криоаридными типичными в них карбонаты обнаруживаются в виде натечных форм, а также в рассеянном виде в почвенной массе, на побережье оз. Ак-Холь обнаруживаются бескарбонатные аллювиальные серогумусовые почвы, на побережье бессточного минерализованного озера вскрыты солончаки глеевые. Растительность криоаридной катены представлена сухостепными сообществами с преобладанием полыни пижмолистной и серебристолистной, зубровки душистой, житняка. В более увлажненных мезопонижениях встречаются астрагал, астра альпийская, горечавка холодная, смолевка вздутая. Криоаридная катена с подчиненной позицией, приуроченной к озеру Ак-Холь, характеризуется появлением карбонатных новообразований с глубины 30-50 см, граница вскипания мелкозема совпадает с границей распространения карбонатных новообразований. Максимумы радиального распределения карбонатов в мелкоземе совпадают с максимальной концентрацией новообразований в иллювиально-карбонатных горизонтах. Что касается латерального распределения карбонатов, происходит накопление (возможно остаточное) в трансэлювиально-аккумулятивных позициях и обеднение карбонатами в автономной и трансэлювиальных позициях. В почвах в составе солей преобладают гидрокарбонаты кальция и магния. Также определен возраст карбонатных кутан, составляющий 6,0-7,3 тыс лет [4]. Криоаридно-гидрометаморфическая катена, подчиненная позиция которой приурочена к минерализованному озеру, характеризуется иным радиальным распределением, в подчиненной ландшафтной позиции максимум карбонатов в профиле наблюдается на глубине 20-30 см, тогда как карбонатные новообразования отсутствуют. В трансэлювиально-аккумулятивной позиции карбонатные новообразования появляются с 10 сантиметров, как и вскипание профиля, максимум карбонатов в мелкоземе приходится на горизонт ВСq на глубине 70-135 см. В составе солей в почвах этой катены появляется натрий, а магний преобладает над кальцием (преобладает он и в катионном составе вод озера). По результатам исследования были сделаны следующие выводы: 1) Максимум в радиальном распределении содержания карбонатов в мелкоземе почв криоаридной катены соответствует максимуму концентрации карбонатных новообразований; 2) Латеральное распределение содержания карбонатов в мелкоземе почв криоаридной катены согласуется с денудационно-аккумулятивными свойствами элементарных ландшафтов, то есть наблюдается накопление карбонатов (возможно остаточное) в трансэлювиально-аккумулятивных позициях и вынос в трансэлювиальных и автономной позициях; в почвах криоаридно-гидрометаморфической катены накопление карбонатов связано с современным гидроморфизмом и, вероятно, определяется влиянием жестких подземных вод, которое зафиксировано

в относительно тяжелом изотопном составе питаемого ими озера.; 3) Состав карбонатов в двух катенах различен. В почвах криоаридной катены преобладают гидрокарбонаты кальция и магния, в почвах криоаридно-гидрометаморфической катены встречаются также и карбонаты натрия; 4) Кутаны на нижних поверхностях обломочного материала по данным радиоуглеродного исследования сформировались не позже 6,0-7,3 тыс. лет назад, и, вероятно, возникли в полугидроморфную стадию, после падения уровня озера Акхоль и обнажения озерных террас и базовой поверхности котловины.

Полевые работы выполнены при поддержке проектов РФФИ (грант № 13-04-01829, №13-050555), химико-аналитические работы и анализ данных профинансированы Российским научным фондом (грант № 14-27-00083).

Литература

1. Волковинцер В.И. Степные криоаридные почвы. – Под ред. Ковалева Р.В. – Из-во Наука, Сибирское отделение – Новосибирск. – 1978. – 206 с.
2. Голубцов В.А., Черкашина А.А. Генезис карбонатных натечков в четвертичных отложениях Южного Прибайкалья // География и природные ресурсы. – № 2. – 2014. – с 62– 70.
3. Гончарова О.Ю. Криоаридные почвы юго-восточного Алтая - автореф. дис. ... канд. биол. наук: 3.00.27. – М. – 1997. – 26 с.
4. Cherkinsky A., Bronnikova M., Turova I. ^{14}C variation in layered coatings of soils as a proxy of Holocene environmental changes in mountains of the South Siberia // Radiocarbon in the Environment Conference 2014, 18 -22 August 2014. Queen's University, Belfast. Book of abstracts. – p. 81.

ЗАВИСИМОСТЬ СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВ ОТ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА (НА ПРИМЕРЕ КРИОЗЕМОВ ЗАПАДНОЙ ЯКУТИИ)

Дягилева А.Г.

НИИПЭС СВФУ им. М.К. Аммосова, Якутск, nuta0687@mail.ru

Высокодисперсные частицы почвы играют важнейшую роль во всех межфазных взаимодействиях в почве: ионном обмене и адсорбции, водоудерживающей способности, структурообразовании, питании растений иммобилизации тяжелых металлов и других. Поэтому оценка влияния гранулометрического состава на поглощательные свойства почв является весьма актуальной задачей.

Исследования проводились в зоне северо-таежных ландшафтов Западной Якутии на территории Ханья-Накынского междуречья, в пределах промышленной площадки Нюрбинского горно-обогатительного комбината.

Комплексные аналитические работы выполнялись в лаборатории физико-химических методов анализа НИИПЭС СВФУ им. М.К. Аммосова в г. Якутск (аттестат аккредитации №РОСС RU.0001.517741 от 15.03.2010) по общепринятым в почвоведении методам.

Объектом исследования являются криоземы гомогенные надмерзлотно-глееватые, криоземы гомогенные неоглеенные и криоземы глееватые оподзоленные.

В криоземах исследуемой территории промышленной площадки Нюрбинского горно-обогатительного комбината по средним значениям содержание физической глины составляет $22,1 \pm 1,7$ %, что характерно для легкосуглинистого гранулометрического состава.

Криоземы характеризуются двучленным профилем по гранулометрическому составу. При этом распределение соотношения физической глины и физического песка по почвенному профилю в исследуемых почвах различается.

В криоземе гомогенном надмерзлотно-глееватом по гранулометрическому составу: верхняя часть – легкосуглинистая, нижняя – супесчаная. Содержание физической глины возрастает от горизонта АО к горизонту В_{гсг} (от 23 до 28 %), затем по профилю снижается (до 11 %). Резкое снижение содержания физической глины проявляется за счет резкого увеличения содержания фракций диаметром 0,25–0,05 мм до 70%. В криоземе гомогенном неоглеенном: верхняя часть – супесчаная, нижняя – легкосуглинистая. Горизонт АО характеризуется низким содержанием физической глины (16 %), максимальных значений достигают в горизонте В_{сг} (25 %) за счет увеличения количества частиц диаметром <0,01. В отличие от других криозем глееватый оподзоленный характеризуется наименьшим содержанием физической глины. Верхняя часть – супесчаная, нижняя – легкосуглинистая. Содержание физической глины от горизонта АО до горизонта ЕLВ достигает 13 %, затем вниз по профилю увеличивается до 21 %, в результате уменьшения количества гранулометрических фракций размером 0,25–0,05 мм до 56%.

Для более детального сравнения особенностей сорбции твердой фазой различных элементов рассмотрена их связь с различными гранулометрическими фракциями. По результатам анализа рассчитаны коэффициенты корреляции между микроэлементами (тяжелыми металлами) и фракциями гранулометрического состава.

При анализе зависимости микроэлементного состава от гранулометрических фракций можно выделить несколько ключевых моментов:

- 1) цинк и медь сорбируются преимущественно мелкими почвенными частицами. С увеличением размера частиц, уменьшается концентрация Zn ($r=0,59$) и Cu ($r=0,52$);
- 2) наибольшей сорбцией обладают частицы размером 0,01–0,005 мм, коэффициенты корреляции варьируют в пределах $r=0,52–0,78$;
- 3) в мелкой пыли отмечено накопление Ni и Cu;
- 4) во фракциях ила не наблюдается никаких зависимостей, что, скорее всего из-за закрепления их во фракциях пыли.

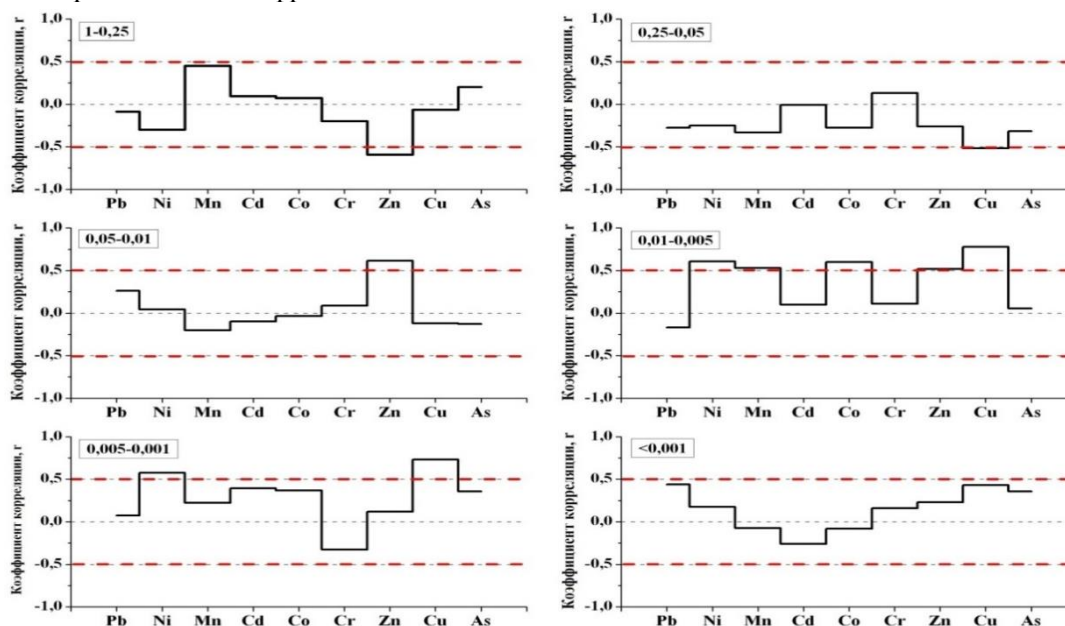


Рис. Зависимость микроэлементного состава от гранулометрических фракций (достоверный интервал $-0,5 < r < 0,5$)

В целом, видно, что уменьшение фракций гранулометрического состава приводит к увеличению количества поглощенных микроэлементов и тяжелых металлов и к усилению прочности их закрепления в тонкодисперсных фракциях. Фракции средней пыли поглощают и удерживают наибольшее количество микроэлементов – никеля, марганца, кобальта, цинка и меди. Элементы свинца, хрома, мышьяка и кадмия наименее связаны с гранулометрическим составом.

ГУМУС ПОЧВ ОАЗИСА ШИРМАХЕРА (ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИКА): СПЕЦИФИКА СОСТАВА И СВОЙСТВ

Дергачева М.И.¹, Федоров-Давыдов Д.Г.², Зазовская Э.П.³

¹Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, mid555@yandex.com; ²Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино; ³Институт географии РАН, Москва

Почвы Антарктики являются ценным объектом для изучения инициальных стадий процесса гумусообразования в суровых климатических условиях. Информация о направленности первичного процесса гумусообразования и его количественных характеристиках нужна для обоснования законов развития почв на начальных стадиях. Количественные параметры состава, структуры и свойств гумусовых кислот необходимы также при реконструкциях природной среды педогумусовым методом на основе принципов актуализма как составная часть рецетной основы.

В литературе уже есть разные материалы об органическом веществе почв Антарктики (в том числе о составе гумуса и гумусообразователей). Однако они охватывают не все географические районы этого континента и не всё разнообразие почв, сформированных в разных экологических условиях под распространенными на изучаемой территории биоценозами. Одной из мало изученных территорий в этом аспекте является оазис Ширмахера (Восточная Антарктика), который расположен в Центральной

части Земли Королевы Мод в 90 км от моря Лазарева. Он является одним из самых холодных равнинных антарктических оазисов.

Почвы, формирующиеся на территории этого оазиса, характеризуются, аккумулятивным типом гумусового профиля, фульватной направленностью процесса гумификации, отсутствием определенной связи группового и фракционного состава гумуса с типом биоценоза, низкой долей гуминовых кислот, низкими величинами показателя $C_{гк}:C_{фк}$, широким соотношением в их элементном составе водорода и углерода, а также высокой насыщенностью этого компонента гумуса азотом.

В целом эти характеристики аналогичны почвам других районов Антарктики. В то же время почвы оазиса Ширмахера отличаются широким колебанием количества общего органического углерода, а также преобладанием молодых по абсолютному возрасту бурых гуминовых кислот (ГК) и связанных с ними фульвокислот (ФК). Эти гумусовые вещества характеризуют современную стадию процесса гумусообразования. Они являются наиболее подвижными. Среди этих гумусовых веществ преобладают ФК, которые составляют в среднем от 10 до 30% (в ряде случаев до 40–45%) от общего органического углерода ($C_{общ.}$) и превышают количество ГК по углероду в среднем в 2,5–3,0 раза. В редких случаях подвижная форма ГК вообще отсутствует.

В целом одна из наиболее специфичных по отношению к природной среде характеристика – $C_{гк}:C_{фк}$ – имеет очень низкие величины: около 40% случаев – от 0,2 до 0,4; около 22% – более 0,4, около 10% – менее 0,2 (остальные – 0,0). Содержание фульвокислот фракции 1а чаще всего составляет до 10% от $C_{общ.}$, в ряде случаев достигает 13–15% и в очень редко превышает эти величины. Эти данные свидетельствуют о слабом протекании процесса гумификации. Если принять вслед за Д.С. Орловым величину $C_{гк}:C_{фк}$ за показатель глубины гумификации, то только в редчайших случаях это соотношение превышает величину, 0,5. Таким образом, направленность гумификации может характеризоваться как фульватная, тип гумуса – фульватный.

Однако среди подвижных гумусовых веществ в большинстве образцов разных горизонтов почв присутствуют гуминовые кислоты, количество которых составляет чаще всего 5–10%, в ряде случаев увеличивается в 1,5–2,0 раза, но не превышает 18–20%. Распределение по профилю ГК неоднозначно: есть почвы, в пределах профиля которых содержание этого компонента гумуса сокращается, есть такие, в которых количество подвижных бурых гуминовых кислот в составе гумуса с глубиной возрастает, а есть разрезы неоднородные по содержанию этой фракции ГК внутри профиля. В ряде почв гуминовые кислоты обнаруживаются только в самом верхнем 1-см слое, а в более глубоких горизонтах они отсутствуют.

Изученные почвы отличаются также очень низкой долей гуминовых кислот, связанных с кальцием (не более 2%) и относительно высокой долей гумусовых кислот, наиболее прочно связанных с глинистыми минералами. Последние могут составлять до одной трети от содержания общего органического углерода, что характерно для криогенных почв разных регионов континентальной Евразии.

Соотношение водорода и углерода в элементном составе гуминовых кислот не зависит от типа растительности, под которой формировалась система гумусовых веществ почв. Величина Н:С колеблется в пределах 1,4–1,6 и соответствует климатическим характеристикам региона. Предварительные данные свидетельствуют о более широком соотношении кислорода и углерода в гуминовых кислотах почв под водорослевыми ценозами.

Специфичность гумуса почв, обусловленная биоценозами, под которыми он формировался, проявляется на уровне структуры гуминовых кислот, различия в которой фиксируются в соотношении алифатической и ароматической долей, в разном положении максимума и первого момента в спектрах флюоресценции, в абрисе спектров в ультрафиолетовой и видимой областях спектра, а также проявляются в разных наборах полос поглощения и их положения в инфракрасной области спектра.

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ТЕРМОКАРСТОВЫХ ПОНИЖЕНИЙ И БУТРОВ ПУЧЕНИЯ ЗАБАЙКАЛЯ

Цыбенков Ю.Б., Чимитдоржиева Г.Д.

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, jur-cybenov@rambler.ru

Наиболее заметное потепление климата на территории Байкальского региона происходит последние 30–35 лет, что выразилось в повышении температуры воздуха на 1,5–2,5 °С. Деграция многолетней мерзлоты сопровождается развитием процесса криоморфогенеза, наиболее типичными формами которой на территории Забайкалья являются термокарстовые понижения и бугры пучения.

Нами проведено исследование химического и механического состава почв термокарстовых понижений и бугров пучения юга Витимского плоскогорья. Сравнительный анализ морфологического

описания почвенных разрезов показывает, что мощность гумусово-аккумулятивного горизонта более чем в 2 раза превышает мощность аналогичного горизонта для почв термокарстовых понижений. По мощности горизонта В (иллювиальный горизонт) не наблюдается существенных отличий между почвами исследованных криоморфозов. Исследуемые почвы бугров пучения по морфологическим признакам не сильно отличаются от обычных мерзлотных почв данного района, которые также имеют маломощный гумусовый горизонт (20-30 см), с выраженной языковатостью в виде затеков гумусовых веществ. Термокарстовые понижения отличаются от типичных мерзлотных почв только меньшим по мощности гумусово-аккумулятивным горизонтом.

Исследуемые почвы термокарстовых понижений и бугров пучения характеризуются среднесуглинистым гранулометрическим составом. Реакция среды близка к нейтральной в верхних горизонтах, с глубиной реакция становится слабощелочной и щелочной. В основном почвы карбонатные, можно предположить наличие процесса вымывания карбонатов из почвообразующих пород в почвенные горизонты при образовании термокарстовых просадок. Наличие карбонатов в буграх можно объяснить протеканием процессов пучения, при которых на поверхность поднимаются карбонатные почвообразующие породы.

Почвы на данных участках можно отнести к многогумусовым. Среднее содержание гумуса в поверхностном слое (0-20 см) почвы термокарстовых понижений составляет 7,5 %, а для почв бугров пучения – 9,83 %. В термокарстовых понижениях с глубиной содержание гумуса резко уменьшается. В почвах бугров пучения, характеризующихся более мощным гумусовым горизонтом, резкое снижение содержания гумуса происходит только на глубине более 30 см.

В изученных почвах термокарстовых понижений в верхнем слое почвы подвижные соединения фосфора содержатся в следовых количествах. С увеличением глубины содержание фосфора увеличивается, однако обеспеченность им остается очень низкой. В почвах бугров пучения содержание подвижных соединений фосфора до определенной глубины увеличивается, глубже 50 см идет резкое уменьшение его содержания. Обеспеченность подвижным фосфором верхних горизонтов почв криоморфозов очень низкая по сравнению с типичными мерзлотными почвами.

Следует отметить, что исследуемые почвы более обеспечены калием по сравнению с типичными почвами. В проанализированных образцах почв термокарстовых понижений содержание обменного калия доходит до 93 мг/100 г почвы, в буграх пучения – до 108 мг/100 г почвы, в то время как для типичных мерзлотных почв характерное содержание калия составляет до 15,3 мг/100 г почвы.

Таким образом, на основании полученных данных можно сделать вывод, что процессы криоморфогенеза влияют не на все исследованные показатели почв. Гранулометрический состав, содержание гумуса соответствует типичным мерзлотным почвам. Воздействие криоморфогенеза сказывается на изменении следующих характеристик почв: pH, карбонатность, содержание фосфора и калия.

О ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ОЦЕНКИ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ЧЕРНОЗЕМА КВАЗИГЛЕЕВОГО МЕРЗЛОТНОГО ЗАПАДНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ

Гончиков Б.Н.¹, Бадмаев Н.Б.¹, Куликов А.И.¹, Базаров А.В.², Кураков С.А.³, Цыбенков Ю.Б.¹, Мангатаев А.Ц.¹

¹Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, ioeb@biol.bscnet.ru;

²Институт физического материаловедения СО РАН, Улан-Удэ, dir@ipms.bscnet.ru; ³Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, post@imces.ru

Почвенный покров Забайкалья пространственно чрезвычайно мозаичен. Обособление множественной сети экологических ниш почвообразования и возникновение резких пространственных градиентов обусловлены расчлененностью рельефа и связанной с этим неоднородностью литологии подстилающих пород и перераспределением на наклонных поверхностях ресурсов тепла и влаги. Гидротермический режим почв формируется в основном под воздействием атмосферного климата. Вместе с тем, на формирование гидротермического режима влияют и теплофизические характеристики самой почвы, которые во взаимодействии с ее водно-физическими свойствами в значительной степени определяют интенсивность процессов промерзания-протаивания, теплопередачи и теплоаккумуляции в почвенном профиле.

В Сибирском отделении Российской академии наук разработан атмосферно-почвенный измерительный комплекс (АПИК). АПИК предназначен для мобильных и стационарных долговременных автоматических измерений и регистрации основных параметров атмосферы и почвы, таких как температура и влажность воздуха, атмосферное давление, скорость и направление ветра, температура и влажность почвы, количество жидких осадков, проводимость воды, уровень снега и

уровень солнечной радиации. Стационарный вариант установлен на стационаре «Еравнинский» (рис. 1), а мобильные варианты проводят измерения температурного режима на стационаре «Горячинск», в Багдаринской и Кижингинской котловинах. На Еравнинском стационаре наряду с температурным профилем чернозема квазиглеевого мерзлотного до 3,2 м, замеряется профиль температуры и влажности почвы на глубинах 1 м, 2 м и 3 м прибором TRIME-PICO32. Питание обеспечивается солнечными батареями, передача данных впервые для подобных измерений осуществляется через встроенный модем посредством сотовой связи, что позволяет контролировать процесс в режиме реального времени.



Рис.1. Стационарный вариант АПИК на стационаре «Еравнинский»

Морфологическое строение профиля чернозема квазиглеевого мерзлотного имеет следующие генетические горизонты: Ад 0 - 4(9) см, А1 4(9) -25 см, АВ 25- 38(45) см, В 38(45) – 65(75) см, ВС 65(75) – 89(96) см, Ск 89(96) – 150 см, Д 150-180 см.

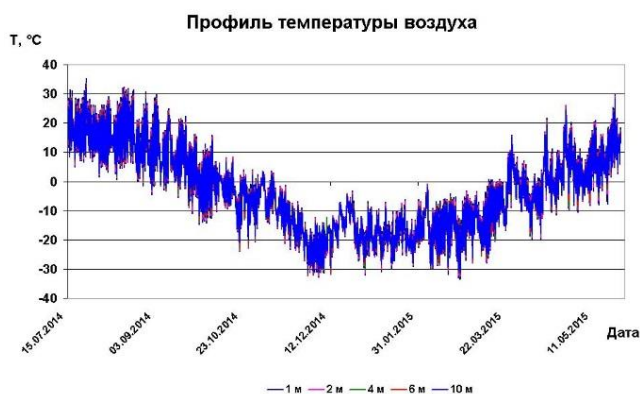


Рис.2. Температура воздуха с. СосновоОзерское



Рис.3. Температура профиля черноземов квазиглеевых

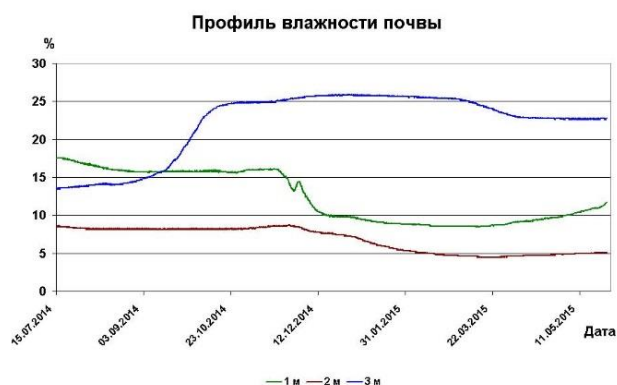


Рис.4. Влажность профиля черноземов квазиглеевых

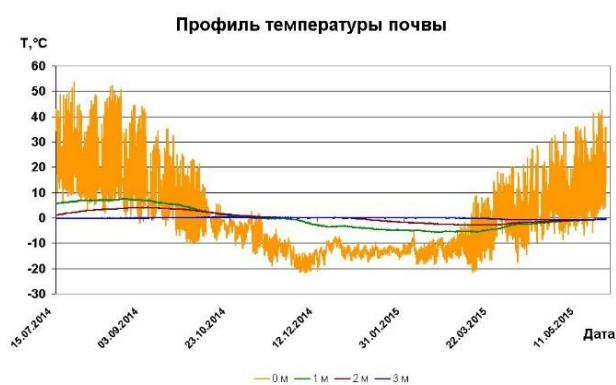


Рис.5. Температура профиля черноземов квазиглеевых прибором TRIME-PICO32

Проведение мониторингового анализа, конечно, желательно по рядам данных, включающих трехгодовой цикл измерений. Тем не менее, уже сейчас можно рассмотреть некоторые кривые поведения атмосферных и почвенных характеристик за годовой цикл измерений. Рассмотрим данные по Еравнинскому стационару, ниже приведены диаграммы температуры воздуха, температуры и влажности чернозема квазиглеевого мерзлотного (рис. 2-5). Амплитуда колебаний температуры воздуха зимой от -33°C и летом в июле до $+32^{\circ}\text{C}$, ночью у поверхности земли температура ниже, а днем

выше, чем на более высоких уровнях, т.е. днем происходит инверсия температурного профиля. Кроме того, надо отметить довольно высокие температуры в середине января 2015 года (рис. 2.). Максимальная амплитуда колебаний температуры черноземов квазиглеевых наблюдается в июле-августе и варьирует на поверхности почвы в пределах от 43 до 8,3 °С (рис.3), в горизонте А1 – в пределах 12-20°С, в горизонте В – в пределах 12-6°С, в горизонте Ск – 6-4°С. В сентябре температура на поверхности почвы варьирует 0 до -5,7°С, к концу октября температура по всему профилю переходит через 0°С. На глубине 2,4 м в июле горизонте Д была -0,4°С, перешла через 0°С в 17.08.14, осенью поднялась до +1,2°С и обратно перешла через 0°С 20.11.14 и стала опускаться. На глубине 3,2 м температура составляет от -0,2-0,5°С, к маю начала увеличиваться до -1,2°С (рис.5). Черноземы квазиглеевые в сентябре протаивают до 2,6 м и начинают промерзать по всему профилю в конце ноября.

Что касается профиля влажности почвы, то на глубине 2 м наблюдается ее минимум, что может свидетельствовать о расположении на этом уровне водонепроницаемого слоя, мешающего сообщению влаги между уровнями 1 и 3 метра (рис.4). Также заметно, что влажность почвы на глубине 3 м с ноября до середины марта составляет 25-27% и начинает снижаться под действием водоподъемной способности с начала апреля.

Таким образом, в настоящее время появилась возможность проводить мониторинг атмосферных и почвенных процессов и их взаимосвязей в местах установки регистраторов.

СЕКЦИЯ 5. МИКРОБИОЛОГИЯ, БИОГЕОХИМИЯ, ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ И ЛАНДШАФТОВ ХОЛОДНЫХ ОБЛАСТЕЙ

СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛОВ В НЕКОТОРЫХ ПОЧВАХ АРКТИКИ И АНТАРКТИКИ

Абакумов Е.В., ¹Томашунас В.М., Лодыгин Е.Д. ²

¹Санкт-Петербургский государственный университет, ²Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, E_abakumov@mail.ru, e.abakumov@bio.spbu.ru

Фенолы представляют собой производные бензола с одной или несколькими гидроксильными группами. Биогенные фенолы в естественных условиях образуются в почве в результате процессов жизнедеятельности растительных и животных организмов при ведущей роли растительности. Фенольные соединения присутствуют во всех трех фазах почвы и участвуют в биологических, геологических, химических, биохимических и физико-химических процессах происходящих в почве, подвергаясь многократным метаморфозам биотического и абиотического синтеза и разложения. Вещества фенольной природы принимают участие в образовании органоминерального почвенного комплекса и глинисто-гумусной плазмы, как ее важнейших структурных и функциональных составляющих, и служат фрагментом вещественной и энергетической основы континентальной биосферы. Вследствие присутствия молекул фенолов гидроксильной группы, они являются полярными соединениями, то они достаточно хорошо растворяются в почвенном растворе.

Проведен анализ содержания водорастворимых фенолов в первичных почвах Арктики и Антарктиды. Установлено, что содержание водорастворимых фенолов для всех изученных почв колеблется от 0,016±0,009 мг/кг до 2,9±1,6 мг/кг и имеет отчетливо выраженную приповерхностную аккумуляцию, в минеральных горизонтах фенолы практически отсутствуют. Наибольшее содержание фенолов отмечено в органогенных горизонтах. Специфика растительного покрова обусловила особенности накопления водорастворимых фенолов. Доминирование в арктических и антарктических биоценозах мохообразных и лишайников определяет накопление водорастворимых низкомолекулярных фенольных соединений в почвах. Наличие ароматических веществ фенольного ряда – прекурсоров гумификации объясняет феномен образования гуминовых веществ в условиях дефицита фенилпропановых компонентов, являющихся преимущественно продуктом трансформации органических остатков высших растений. Полимеризация фенолов может быть основной реакцией, в составе процесса гумификации в полярных экосистемах.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для молодых докторов наук (МД 3615.2015.4), РФФИ 15-04-06118-а, 13-04-00070-аи проекта CarboPerm-Project, BMBFGrantNo. 03G0836A.

РАЗНООБРАЗИЕ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ БАКТЕРИЙ ДОННЫХ ОСАДКОВ ХОЛОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ БАРГУЗИНСКОЙ ВПАДИНЫ

Банзаракцаева Т.Г.¹, Дамбинова Е.Ц.¹, Щербакова В.А.², Намсараев Б.Б.¹

¹Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, tuyana_banz@mail.ru;

²Институт биохимии и физиологии микроорганизмов РАН, г.Пушино

Холодные источники Северного Прибайкалья (Республика Бурятия, Россия) характеризуются низкой температурой (3-6 °С), щелочной реакцией среды и окисленными условиями. Микробные сообщества холодных источников являются доминирующей формой жизни, которые участвуют в процессах трансформации вещества и энергии в этих экосистемах.

Целью данной работы является изучение разнообразия психрофильных и психротрофных анаэробных бактерий в пробах донных осадков четырех холодных источников Буксыхен, расположенных на северо-западе Баргузинской впадины.

В ходе микробиологических исследований были получены 24 штамма протеолитических анаэробных и факультативно-анаэробных психрофильных и психротрофных бактерий из образцов донных осадков. С помощью использования метода MALDI масс-спектрометрии целых клеток, полученные штаммы были разделены на 7 групп: штаммы 1-7 отнесены к виду *Janthinobacterium lividum*; штаммы 8, 10, 11, 15 и 16 - к виду *Yersinia enterocolitica*; штаммы 9, 12, 13 и 20 - к виду *Y. bercovieri*; штаммы 14, 17, 18 и 24; штаммы 14, 17, 18 и 24 - к виду - *Y. aleksieciae*; штамм 21 - к виду *Lactobacillus saerimneri*; штамм 22 - к виду *Bacillus funiculus*; штамм 23 - к виду *Achromobacter insolitus*

Из каждой группы штаммов были отобраны по одному представителю и выполнены сиквенсы генов 16S рРНК с универсальными бактериальными праймерами 27F. Филогенетический анализ полученных последовательностей показал, что 3 штамма генетически отдалены от известных видов и, вероятно, представляют собой новые таксоны. Для штаммов 1, 16 и 21 были получены почти полные последовательности длиной 1398, 1411 и 1399 п.н., соответственно. Филогенетический анализ генов 16S рРНК с использованием базы данных GenBank и программы Blastn показал, что близкородственным видом для штамма BUC-zh-1 является *Janthinobacterium lividum* со сходством 99,4%, штамму BUC-p-16 родственен вид *Yersinia kristensenii* со сходством 99,1% и штамму BUC-ser-21 близкородственен вид *Duganella zooglooides* со сходством 97,3%. Эти 3 штамма являются грамотрицательными факультативными анаэробными бактериями. Штамм BUC-zh-1 рос при температуре от 7 до 42°C с оптимумом при 29°C. Температурный диапазон роста для штамма BUC-p-16 составлял от 7 до 42°C с оптимумом 20°C и для штамма BUC-ser-21 температурный предел был 7-20°C с оптимумом 10°C. По полученным данным было установлено, что штаммы BUC-zh-1, BUC-p-16 and BUC-ser-21 являются психротолерантными, психрофильными бактериями.

Также в результате работы были получены чистые культуры психроактивных анаэробных гидролитических бактерий на казеине (10 штаммов) и 2 штамма на ксантане. Микроскопические исследования выявили в них палочки, отличающиеся размером, подвижностью и спорообразованием. Дальнейший анализ позволит охарактеризовать и определить таксономический статус выделенных бактерий.

Таким образом, наше исследование показало, что в донных отложениях холодных источников Буксыхен развиваются психрофильные и психроактивные гидролитические бактерии, которые метаболически активны при низких температурах.

Впервые из четырех источников Буксыхен были выделены чистые культуры психротолерантных протеолитических факультативных анаэробных бактерий родов *Janthinobacterium*, *Yersinia* и *Duganella*, по предварительным данным, представляющих новые виды таксонов. Сравнение последовательностей 16S рРНК штамма BUC-Ser-21, принадлежащего к роду *Duganella* с ранее опубликованными видами показал, что этот штамм может представлять новый вид со степенью сходства 97,3% [1]. По данным анализа гена 16S рРНК штамм BUC-zh-1 принадлежит к роду *Janthinobacterium* и близок к виду *J. lividum*. Эти микроорганизмы относятся к бета-протеобактериям порядку Burkholderiales, в основном обитающих в низкотемпературных экосистемах [2]. Штамм BUC-p-16 относится к виду *Yersinia*, принадлежащего ветви Gamma-proteobacteria, порядку Enterobacteriales и семейству Enterobacteriaceae и наиболее близок виду *Y. kristensenii* [3]. Эти бактерии обычно обнаруживаются в желудочно-кишечном тракте животных.

Литература

1. Hiraishi, A., Shin, Y. K. & Sugiyama, J. (1997). Proposal to reclassify *Zoogloea ramigera* IAM 12670 (P. R. Dugan 115) as *Duganella zooglooides* gen. nov., sp. nov. Int J Syst Bacteriol 47, 1249–1252.
2. Schloss, P., Allen, H., Klimowicz, A., Mlot, C., Gross, J., Savengsuksa, S., McEllin, J., Clardy, J.,

Ruess, R., Handelsman, J. (2010): "Psychrotrophic Strain of *Janthinobacterium lividum* from a Cold Alaskan Soil Produces Prodigiosin" *DNA AND CELL BIOLOGY* 29(9): 533-541

3. Bercovier H. et al. *Yersinia kristensenii*: A new species of *Enterobacteriaceae* composed of sucrose-negative strains (formerly called atypical *Yersinia enterocolitica* or *Yersinia enterocolitica*-like) // *Current Microbiology*. – 1980. – Т. 4. – №. 4. – С. 219-224.

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МИНЕРАЛИЗАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В КРИОАРИДНЫХ ПОЧВАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Данилова А.А.¹, Барашкова Н.В.², Аржакова А.П.², Устинова В.В.², Саввинов Г.Н.³,
Данилов П.П.³, Петров А.А.³

¹ФГБНУ «СибНИИЗиХ», Новосибирская обл., п. Краснообск, Danilova7alb@yandex.ru;

²ФГБНУ «ИБПК», Якутск; ³НИИ прикладной экологии Севера СВФУ им. Аммосова, Якутск

Цель работы. На основе обобщения результатов многолетних полевых наблюдений попытаться определить качественные и количественные особенности некоторых микробиологических процессов в криоаридных почвах Центральной Якутии.

Исследования проведены в 4 многолетних полевых стационарах.

№1. Опыт по залужению деградированных пастбищ был заложен в 1997 г. в ОПХ «Покровское» Якутского НИИСХ, (Хангаласский улус Республики Саха (Якутия) расположенном на высокой надпойменной террасе р. Лена (61°31'N 129°15'E). Исследования проведены в 2007-2008 гг. Почва мерзлотная лугово-черноземная.

№2. Опыт по изучению минерализации свежих растительных остатков (сидератов) проведен в 2001-2004 г.г. на участке Мойдох ОПХ «Покровское» Якутского НИИСХ. Последствие сидерации изучали в течение 3 лет (2002-2004 гг.) в посевах овса на зеленую массу. Почва старопахотная, в целинном состоянии мерзлотная лугово-черноземная.

№3. Заложен в 2007 г на стационаре «Мархинский» ИБПК СО РАН. расположенном на высокой надпойменной террасе р. Лена (62°08'51"N 129°45'45'E). Дыхательная активность почвы изучена при 2 типах пара. На почвозащитном пару (заложен в 2008 г) на протяжении всего срока наблюдений (6 лет) площадки не подвергали механической обработке, сорную растительность удаляли вручную. Традиционный бессменный многолетний пар (10 лет) был заложен в 2003 г., на котором почву ежегодно пахали, сорную растительность удаляли культиватором. Учеты проводили в 2008-2013 г. Почва мерзлотная лугово-черноземная.

№4. Влияние перевыпаса на минерализационные процессы (МП) в почве изучили в двух аласах, имеющих разную степень антропогенной нагрузки. Аласы находятся на Тюнгюлюнской террасе (пятая надпойменная терраса р. Лена) в северной части Лено-Амгинского междуречья. (62°33'24,3"N 130°54'01,4"E, 62°28'29,7"N 130°56'40,5"E).

В результате наблюдений уточнены следующие вопросы: 1) Скорость накопления и разложения органического вещества в криоаридной почве при залужении деградированного пастбища и последующей вспашке 2) Микробиологические особенности разложения органического вещества в криоаридной почве 3) Доля CO₂ биологического происхождения в дыхании почвы 4) Влияние антропогенных факторов на скорость МП в криоаридной почве

За 10 лет после залужения деградированного пастбища содержание в почве Сорг увеличилось примерно на 9% относительно исходного уровня (до 4,00- 4,35 против 3,28-4,40). Весь накопленный углерод терялся из почвы в результате 4х летнего парования. Дальнейшее парование на протяжении 10 лет привело к снижению показателя примерно на 30% по сравнению с исходной величиной. Содержание C_{NaOH}, при этом снизилось примерно на 60%. За этот период из почвы было потеряно примерно 6-7 т С/га. Доля углерода корневой массы при этом составила 4-5 т С/га. Средняя величина потерь углерода из почвы при паровании составила около 1,5 т С/га в год. Особенности микробной сукцессии в почве были типичными для условий постепенного истощения источников пищи: парование приводило снижению в 2 раза числа КОЕ, учитываемых на богатых средах (МПА, КАА), повышению в 2,5 раза коэффициента олиготрофности (ГА/МПА), повышению до 2 раз числа КОЕ, приходящегося на единицу органического вещества.

При внесении в почву свежего растительного вещества в количестве 6 т/га сухого вещества (надземная+подземная биомасса овса) отклик микробного сообщества в виде изменения числа КОЕ был зарегистрирован только через год после заделки, а достоверные различия с контролем сохранялись в последующие 2 – 3 года. То есть, отражение особенностей минерализации растительных остатков в исследуемой почве на динамику числа культивируемой части микробного сообщества было более замедленным в сравнении с почвами более благоприятных климатических зон.

В опыте №3 доля CO₂ биологического происхождения составляла примерно 30% (около 500 кг С/га) от суммарной продукции CO₂ за вегетационный период. Установлено, что в исследуемой почве примерно 1т С/га в суммарной продукции CO₂ имеет небиологическое происхождение.

Перевыпас (рекомендованная норма нагрузки превышена в 10 раз) сопровождался повышением скорости разложения целлюлозосодержащего материала *insitu* за год в 3 раза в сравнении с фоном, процесса нитрификации в лабораторных условиях – до 5 раз.

Таким образом, судя по динамике органического вещества, культивируемой части микробного сообщества при различных способах использования криоаридных почв, основные закономерности минерализации органического вещества качественно не отличались от таковых известных ранее. При этом, судя по отклику числа КОЕ на внесение свежих растительных остатков, скорость процесса была ниже, чем в других почвах РФ. Повышение скорости МП при перевыпасе подтверждает известное в литературе положение, что недостаток азота в почвах высоких широт является препятствием к повышению скорости разложения органического вещества вслед за потеплением климата.

ЧИСЛЕННОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ САПРОТРОФНОГО КОМПЛЕКСА В ПОЧВАХ СУХОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ СЕЛЕНГИНСКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ

Дамбаев В.Б., Давыдова Т.В.

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, slavadmb@rambler.ru

Известно, что исследования Селенгинского среднегорья и целом Байкальского региона проводились в разное время, где охватывались различные аспекты почвенно-земельных ресурсов, почвенного потенциала и покрова, состояние природных ландшафтов и агроландшафтов, растительного и животного мира, температурно-водного режима для развития микрофлоры, водной и других видов эрозии, эрозионных процессов от различных факторов, хозяйственного уклада и технологии использования природных ресурсов территории и в целом продуцирования всей экосистемы региона от кругооборота отдельных элементов до комплекса групп освоения органических элементов природной территории.

Сложный по структуре рельеф и контрастный климатический режим территории среднегорья определяют видовое биоразнообразие и пространственную неоднородность почвенного покрова этого региона. Однако для всех типов почв характерна низкая мощность почвенного профиля из-за неглубокого проникновения почвообразовательных процессов в толщу материнских пород. Этому способствуют слабое развитие микробного сообщества, качественный и количественный характер микрофлоры, связанный с особенностями водно-температурного режима и обусловленный кратковременностью периода функциональной (биологической) активностью почв.

Можно полагать, что почвы сухостепного пояса среднегорья имеют значительно меньшую биомассу микроорганизмов от водно-температурного режима в почве. Общая микробная биомасса эукариотных микроорганизмов в Байкальском регионе доминирует над биомассой прокариотных микроорганизмов [1]. В этой же работе указывается самая большая биомасса, обнаруженная в дерново-таежной почве (7.2 мг/г). Самая характерная биомасса микробных комплексов в почвах сухостепных агроландшафтов, что характерно для Селенгинского среднегорья, где преобладающим был грибной мицелий.

Больше всего микроорганизмов во всех типах почв приходится на верхние гумусированные горизонты, причем наблюдаются колебания в соотношении численности различных групп микроорганизмов от почвенного профиля. В верхних слоях почв более высокий уровень температурно-влажного режима и большая часть органического материала разлагается микроорганизмами-деструкторами именно в верхних слоях почвы.

Следует отметить, что луговая, лугово-каштановая и дерново-лесная почвы выделяются как среды с максимальным биоразнообразием за счет верхних органических горизонтов, в то время как каштановые песчаная и супесчаная почвы – за счет нижних горизонтов. Периодическое вымораживание и высушивание и отсутствие беспозвоночных животных в этих почвах обуславливает низкое бактериальное разнообразие. По-видимому, еще мало изучены роль разных видов липомицетов и других бактериальных комплексов на почвообразовательные процессы в географически зональных конкретных регионах, особенно в почвах сухостепных ландшафтов.

Литература

Звягинцев Д.Г., Добровольская Т.Г., Чернов И.Ю., Сарданашвили Е.С., Гончиков Г.Г., Корсунов В.М. Структура микробных комплексов в почвах сухостепных ландшафтов / Биоразнообразие Байкальской Сибири. Новосибирск, «Наука», 1999. – 349 с.

ВЫЯВЛЕНИЕ И ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗАБРОШЕННЫХ СКОТОМОГИЛЬНИКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ

¹Дугаржапова З.Ф., ²Бадмаев Н.Б., ²Очиров О.Н., ³Цыдыпов Б.З.

¹Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока Роспотребнадзора, г. Иркутск, zorigmad@mail.ru; ²Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ; ³Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ

Скотомогильники, места падежа и захоронения животных являются резервуарами сибиреязвенной инфекции, где длительное время микроб выживает и сохраняет свою биологическую опасность. В долине реки Баргузин расположены 19 зарегистрированных скотомогильников для животных (СМ), которые представляют потенциальную угрозу для жителей не только Баргузинского и Курумканского районов Республики Бурятия (РБ), но и всего Байкальского региона. Летом 2008 г. в Баргузинском районе произошел падеж 65 голов крупного рогатого скота (КРС) и заболели восемь человек с диагнозом «сибирская язва».

Республика Бурятия относится к территориям с выраженным эпизоотолого-эпидемиологически неблагополучием по сибирской язве. Население традиционно занимается пастбищным скотоводством. В республике учтены 367 стационарно-неблагополучных по сибирской язве пунктов и 185 скотомогильников. За 1995-2008 гг. зарегистрированы 88 случаев сибирской язвы среди сельскохозяйственных животных и 23 человек среди сельского населения, трудоспособного возраста 21-30 и 41-50 лет (по 30,4 %), мужского пола (86,9 %) с преобладанием кожной форма болезни (86,9 %). Источником инфекции был КРС. Основными причинами возникновения вспышек сибирской язвы являются низкий уровень учета и состояния скотомогильников; наличие неучтенных сибиреязвенных захоронений и мест падежа животных, вынос сибиреязвенных спор на поверхностные слои почвы в результате опасных природных явлений, строительных работ и др.

Цель работы – выявление заброшенных скотомогильников в Баргузинском и Курумканском районах РБ на основе анализа архивных материалов и опроса населения, результатов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), полевого дешифрирования и разработка принципа и признаков их распознавания.

В ходе работы проведены анализ нормативно-правовых актов органов законодательной и исполнительной власти по вопросам размещения и строительства СМ, архивных материалов, литературных и картографических источников, опрос местного населения по местоположению СМ. Установлены количественные и качественные характеристики местоположения 19 зарегистрированных СМ (морфометрические показатели рельефа на основе цифровой модели рельефа (ЦМР) SRTM v.4 – высота местности, экспозиция и крутизна склонов, тип почвы и сообществ растительности, тип мерзлоты) на соответствие их требованиям действующих ветеринарно-санитарных правил.

На основе установленных пространственных и ландшафтных характеристик и анализа космических снимков с точными географическими координатами определены признаки наиболее достоверных пространственного (размер и форма СМ, траншеи и рвы, формы биотермических ям) и ландшафтного (рельеф – сухой возвышенный участок, открытые степные необлесенные уголья) происхождения для их распознавания и дешифрирования на местности. Путем анализа космических снимков и опроса населения установлены местоположения четырех СМ местностей Баянгол и Соел Баргузинского района. При комплексном эпизоотолого-эпидемиологическом обследовании заброшенных СМ обнаружена ДНК сибиреязвенного микроба в пробах почвы и костного фрагмента животного, отобранных в местностях Гаагин и Даахин. Результаты лабораторных исследований свидетельствовали о присутствии возбудителя сибирской язвы в объектах внешней среды в споровой форме. Отсутствие токсичности и преобладание средних питательных свойств по отношению к сибиреязвенному микробу, оптимальный уровень кислотности (рН 7,1-7,2) в исследованных пробах почвы показывают, что почвы поселения Баянгол благоприятны для выживания и сохранения возбудителя сибирской язвы. Таким образом, доказана потенциальная активность двух почвенных очагов сибирской язвы в Баргузинской котловине.

Нами разработан алгоритм распознавания СМ на снимках земной поверхности, который состоит из двух основных этапов, заключающихся в исключении из анализа пространственных областей, не отвечающих требованиям размещения скотомогильников и непосредственном поиске образа. Использование нового метода распознавания заброшенных скотомогильников позволяет значительно расширить возможности целенаправленного поиска, определения и уточнения их местоположения; прогнозирования их пространственного расположения; выявления почвенных очагов сибирской язвы и других инфекций; оценки их биологической опасности; комплексного решения вопросов санитарной

очистки земельных участков; определения юридической ответственности исследуемых объектов; освоения и использования территории под жилищное и промышленное строительство.

На основе полученных данных по 19 зарегистрированным и 2 неучтенным СМ составлен Каталог СМ на территории Баргузинского и Курумканского районов РБ с детальным описанием, фотоиллюстрациями и характеристикой по каждому объекту. Результаты исследований переданы в управления ветеринарии и Роспотребнадзора Республики Бурятия. Администрацией МО «Баргузинский район» проведены мероприятия по санитарной очистке территории неучтенных СМ и утилизации биологических отходов на угрожаемых по сибирской язве территориях поселения Баянгол.

Научно-исследовательская работа проведена в рамках Проекта (RFQ_GPSO_2014-071 (IWC-78317), финансируемого Глобальным экологическим фондом.

МИКРОБНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЕДИНЕНИЙ УГЛЕРОДА И АЗОТА В ПРИМИТИВНЫХ ПОЧВАХ ОАЗИСА ХОЛМЫ ЛАРСЕМАНА (ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА)

Кудинова А. Г., Лысак Л. В.

Факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, alina-kudinova91@mail.ru

Значительный интерес для специалистов, работающих в области микробной экологии, представляют исследования прокариотных сообществ экстремально холодных экосистем Антарктиды. Развитие микроорганизмов здесь происходит в условиях длительного воздействия отрицательных температур, смены режимов замораживания-оттаивания, высоких доз радиации. Изучение прокариотных сообществ данных биотопов является важным как с точки зрения изучения сохранения и эволюции жизни в экстремальных местообитаниях, так и в связи с тем, что Антарктида рассматривается как модель для астробиологических экстраполяций.

Нами были детально изучены прокариотные сообщества примитивных почв оазиса Холмы Ларсемана. Исследованные сообщества почв характеризовались высоким таксономическим и морфологическим разнообразием. Показатели общей численности бактерий в исследованных почвах были ниже, чем обычно регистрируется в зональных почвах на порядок, и не превышала 10^8 клеток в 1 г, однако доля жизнеспособных клеток была довольно высока (60% и выше), что свидетельствует о высокой устойчивости бактерий к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды в условиях Антарктиды. Значительная часть бактерий представлена фильтрующимися формами прокариот (наноформами), численность их колеблется от 30 до 300 млн. клеток в 1 г., а доля достигает 70-80% от числа клеток обычного размера, что гораздо выше доли наноформ бактерий в зональных почвах.

Однако остается неясным вопрос об участии бактерий в процессах трансформации углерода и азота в антарктических почвах. Нами была проведена оценка активности процессов, которые способны осуществлять бактерии (азотфиксация и метаногенез), а также эмиссии CO_2 и денитрификации, процессов, в которые наряду с бактериями значительный вклад вносит эукариотная составляющая (микроскопические грибы и водоросли).

В работе были использованы образцы примитивных органо-минеральных почв, отобранные в береговом оазисе Ларсемана в Восточной Антарктиде во время 55-ой Антарктической экспедиции. Проанализированы верхние горизонты почв, а также основные генетические горизонты почвы с макропрофилем и с четко выраженным торфяным горизонтом.

Эмиссия CO_2 из антарктических почв не превышала 286,073 мкг/мл*г*сут. и наибольших значений достигала в верхних горизонтах (в каменных мостовых) где визуально обнаруживаются значительные разрастания водорослевых корочек, а численность бактерий и длина жизнеспособного грибного мицелия также довольно значительна.

Эмиссия CH_4 не превышала 0,0072 мкг/мл*г*сут., что значительно ниже, чем подобные показатели для почв умеренной зоны. Максимальные показатели зафиксированы в торфяном горизонте органо-минеральной почвы с макропрофилем, где ранее с помощью метода FISH (fluorescence in situ hybridization), было обнаружено значительное содержание домена Archaea – 15%.

Показатели активности процесса азотфиксации были низкими и не превышали 0,05585 мкг/мл*г*сут., т.е. были значительно ниже, чем это обычно регистрируется в почвах умеренной зоны. Максимальной величины азотфиксирующая активность достигала в тех горизонтах, где была зафиксирована высокая численность бактерий – 440 млн. к./г почвы, доля жизнеспособных клеток в этих горизонтах составляла около 70%.

Интенсивность процесса денитрификации (выделение N_2O) не превышала 60,606 мкг/мл*г*сут., что также значительно ниже, чем в почвах умеренной зоны. Максимальные показатели интенсивности процесса зарегистрированы в торфяном горизонте органо-минеральной почвы с

макропрофилем.

Таким образом, микробные сообщества исследованных примитивных почв Антарктиды существенно различаются по степени участия в процессах трансформации углерода и азота. Максимальные значения интенсивности процессов эмиссии CO_2 , CH_4 , N_2O и азотфиксирующей активности были зафиксированы в верхних горизонтах, где обнаруживалось обильное разрастание водорослевых корочек, а также в горизонтах, более насыщенных влагой и обогащенных органическими веществами, где ранее была отмечена высокая численность и доля жизнеспособных клеток эу- и прокариот.

На основании полученных результатов можно предположить, что микробные сообщества примитивных почв Антарктиды могут в теплые периоды года вносить определенный вклад в формирование «пула» парниковых газов атмосферы. Не исключено, что этот вклад может усиливаться в связи с наметившимся в последнее время «потеплением климата» и таянием льдов на побережье Антарктиды.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 14-50-00029.

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ПОЙМЫ Р. КУДЫ (ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Кузнецов П.В.¹, Айсуева Т.С.², Чупарина Е.В.², Пройдакова О.А.²

¹Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва, petr-kp@mail.ru;

²Институт геохимии имени А.П. Виноградова СО РАН, Иркутск

Одним из факторов, влияющих на формирования химического состава почв, является испарительная концентрация элементов. Испарительные геохимические барьеры формируются преимущественно в регионах с засушливым климатом, но также могут встречаться и в других природных зонах (в черноземье, тайге и тундре). При их формировании происходит накопление ряда химических элементов, в том числе являющихся токсичными, например, Sr, Li, F (Алексеев и др., 2003). С повышенными содержаниями этих элементов могут быть связаны различные заболевания. Тем не менее, в настоящее время некоторые территории остаются недостаточно изученными в отношении накопления токсичных элементов в результате испарительной концентрации, например, лесостепные районы Иркутской области, в связи с этим, их исследования являются актуальными.

Цель работы состояла в проведении экологической оценки накопления щелочных и щелочноземельных металлов в почвах лесных и лесостепных ландшафтов поймы р. Куды и изучении их распределения по профилю реки в зависимости от изменения природных условий территории.

Исследования почв проводились в мае 2014 г. в пойме р. Куды, правого притока р. Ангары. Согласно данным (Надеждин, 1959; Атлас..., 1962, 2004; Бехтерева с соавт., 1970), долина реки Куды пересекает три геоморфологических района: юго-восточную часть Лено-Ангарского плато, сложенного кембрийскими карбонатными породами, ложбины с грядово-равнинным рельефом Предбайкальской впадины краевого прогиба и глубоко расчлененную часть Иркутско-Черемховской равнины Предаянского краевого прогиба, сложенных юрскими отложениями. Лесные сообщества, господствующие в верховьях реки, вниз по течению сменяются степными и луговыми, при этом возрастает степень засоления почв. Нами было заложено 9 почвенных разрезов на участках верхнего, среднего и нижнего течения р. Куды, в соответствии с изменением природных условий. В почвах определялись валовые содержания щелочных и щелочноземельных металлов Na, Mg, K, Ca и Sr методом рентгенофлуоресцентного анализа и их водорастворимых форм из водной вытяжки (1:5) атомно-абсорбционным методом.

Результаты исследований показывают, что дерново-карбонатная почва на красноцветных карбонатно-силикатных отложениях, приуроченная к верхнему течению р. Куды характеризуется относительно высокими содержаниями водорастворимого Ca (до 767 мг/кг), что связано с карбонатностью пород. При этом, относительная доля его водорастворимых форм по отношению к валовым (коэффициент мобилизации, $K_{\text{моб.}}$, рассчитанный как отношение содержаний водорастворимых форм к валовым) очень низкая и изменяется в профиле от 0,004 до 0,026. Содержание водорастворимого Sr и остальных элементов значительно ниже, по сравнению с Ca. Отмечается лишь биогенное накопление K (195 мг/кг) и Mg (105 мг/кг) в лесной подстилке почвы. В подчиненном ландшафте верхнего течения р. Куды, в перегнойно-глеевой почве накопления элементов не происходит, что свидетельствует об отсутствии условий для их испарительной концентрации.

В пойменных почвах территории среднего течения реки, особенно в солончаке, наблюдается накопление водорастворимых форм большинства элементов за счет их испарительной концентрации

(мг/кг): Ca (13212), Sr (180), Mg (2880), Na (3528), а также возрастает их подвижность. Например, значение K_{mob} для Sr в солончаке варьирует от 0,107 до 0,130.

В почвах территории нижнего течения р. Куды, сложенной юрскими породами, снижаются как содержания водорастворимых форм элементов, так и их подвижность, что обусловлено особенностями минералогического и химического состава юрских отложений, представленных песчаниками и алевритами.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о значительной вариабельности содержаний элементов, зависящей от состава почвообразующих пород, влияния процессов почвообразования и испарительной концентрации. Особое внимание следует обратить на накопление стронция, высокие содержания которого и пониженное отношение Ca/Sr (в солончаке, составляющее менее 100) могут представлять потенциальную опасность. При воздействии воды на засоленные почвы данной территории в результате растворения солей, может образовываться раствор с содержанием Sr (более 100 мг/кг), значительно превышающим предельно-допустимую концентрацию для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (7 мг/л, ГН 2.1.5.1315-03).

Свидетельством поступления элементов в поверхностные воды, возможно, следует считать отмеченные изменения химического состава вод р. Куды (Загорулько, 2014). В частности, установленное автором увеличение за последние 70 лет доли ионов Ca^{2+} и SO_4^{2-} и снижение доли HCO_3^- и Na^+ в воде может свидетельствовать о поступлении соответствующих ионов из почв в результате их расщипки и последующей эрозии.

В связи с этим, необходимым является минимизация факторов, вызывающих накопление стронция в почвах и увеличение его миграции в природные воды. Этому могут способствовать охрана лесов и проведение противоэрозионных мероприятий.

РАЗНООБРАЗИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ В СОЛЕННЫХ ОЗЕРАХ ПРОВИНЦИИ БАДАИН ЖАРАН (КИТАЙ)

Лаврентьева Е.В., Раднагуруева А.А., Эрдынеева Е.Б., Намсараев Б.Б.

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, lena_l@mail.ru

Соленые озера провинции Бадаин Жаран расположены в пустыне Алашань, в северной части провинции Ганьсу, расположенные на высоте около 1200 метров над уровнем моря. По классификации геоэкологических условий территория провинции Бадаин Жаран относится к регионам со среднемоющими сезонномерзлотными породами, глубина промерзания которых составляет больше 1 м (<http://nsidc.org>).

Соленые озера провинции Бадаин Жаран являются экстремальными экосистемами и характеризуются высокими значениями солености до 495 г/л и pH до 9,8 (табл. 1). Нами были изучены образцы проб (микробные маты, донные осадки, ил, соли, песчаные осадки) соленых озер провинции Бадаин Жаран. Наибольшие концентрации хлорида натрия обнаружены в точках Bj-02, Bj-03A, Bj-05 (до 495 г/л) и наибольшие значения pH в точках Bj-04, Bj-07 (до 9,87).

Таблица 1

Физико-химическая характеристика проб и численность протеолитических бактерий в илах и микробных матах, lg кл/мл

Станция	Озеро	Проба	Соленость, г/л	pH
Bj-01	Badain west	Ил	277	9,57
Bj-02	Badain west (лагуна)	Микробный мат	495	9,76
Bj-03A	Nuoertu	Колоночный мат	495	9,76
Bj-03B	Nuoertu	Рыхлый мат	108	9,75
Bj-04	Huhejilin	Микробный мат	113	9,87
Bj-05	Yindeertu (лагуна)	Соль	410	9,23
Bj-06	Yindeertu	Микробный мат	243	9,71
Bj-07	Sumujilin	Микробный мат	197	9,83
Bj-08	Barun Jaran	Микробный мат	145	9,73
Bj-09	Yiher west	Микробный мат	210	9,59
Bj-10	Yiher east	Микробный мат	220	9,65
Bj-11	Badain east	Песчаный мат	6	8,99

Микробные сообщества в экстремальных экосистемах являются кооперативными сообществами,

где взаимодействуют представители разных трофических групп микроорганизмов, осуществляя полный цикл биогенных элементов (Заварзин и др., 1999). Его состав представлен различными филогенетическими группами, которые имеют различный тип метаболизма и способны использовать широкий спектр доноров и акцепторов электронов.

Во всех изученных природных образцах показано доминирование представителей бактерий филума Proteobacteria (рис.1) Большое разнообразие и высокая скорость аэробных и анаэробных метаболических путей характерны для филума Proteobacteria, их активность способствует деградации и быстрому повторному использованию органических веществ внутри микробного сообщества. Наибольшую долю в микробных сообществах изученных образцов составили филы Cyanobacteria, Bacteroidetes, Firmicutes, но их соотношение существенно варьировало в разных озерах.

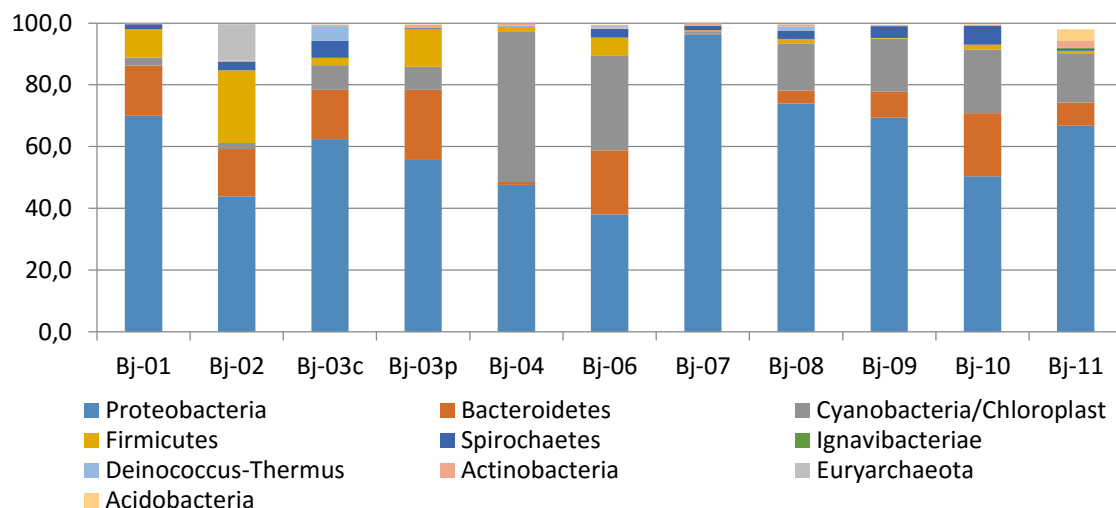


Рис. 1 Филогенетическое разнообразие бактерий в соленых озерах провинции Бадаин Жаран. Таким образом, применение метода пиросеквенирования позволило дать более полную характеристику состава и разнообразия бактериальных сообществ в изученных озерах.

Работа поддержана грантом РФФИ № 15-14-20014.

ПОТОКИ УГЛЕРОДА В СИСТЕМЕ ПОЧВА – РАСТЕНИЕ

Лаврентьева И.Н., Меркушева М.Г.

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, lira1973@mail.ru

По своему вкладу в глобальный сток и накопление углерода травяные экосистемы не только сопоставимы, но и превосходят лесные (Воронин и др., 1998). По мнению А.А. Тишкова (2006), лесостепная и степная зоны России являются резервом для стабилизации глобального баланса углерода и соответственно регионального и глобального климата. Именно травяным экосистемам, принадлежит доминирующая роль по формированию почвенных запасов углерода в России (Орлов и др., 1995, 1996).

Исследовали разные типы травяных экосистем: степные – на каштановых и лугово-каштановых почвах, пойменные – на аллювиальных болотных иловато-перегнойно-глеевых и аллювиальных луговых, галохсерофитные – на солончаке типичном по трансекте, пересекающей центральную часть Иволгинской котловины (Иволгинский р-н, Республика Бурятия) в вегетационные сезоны 2006-2008 гг. Общие запасы органического углерода ($C_{гум} + C_{ров} + C_{мб}$) в экосистемах составляют ($г/м^2$): на каштановой почве – 6170, на лугово-каштановой – 9696, на аллювиальной болотной – 7406, на аллювиальной луговой – 10037 и солончаке – 4736. Доля C_{ANP} равна 0,6–2,1 % от общих запасов $C_{орг}$. Наибольшее количество углерода связано в гумусе – долговременном резервуаре его стока (рис.).

Интенсивность эмиссии CO_2 зависит от типа почвы и экосистемы в целом, гидротермических условий, а также от проективного покрытия растительных сообществ, их продукции, в том числе запасов корневой массы. Среднесуточная скорость продуцирования углекислого газа с поверхности почв Иволгинской котловины значительно различалась в зависимости от типа почвы. По уровню выделения CO_2 за сутки в среднем за 3 вегетационных сезона почвы можно разделить на три группы ($гC-CO_2/м^2 \cdot сут$): 1) с высокой интенсивностью – аллювиальная болотная, 4,9; 2) со средней – аллювиальная луговая, 3,3 и солончак, 2,5; 3) с низкой – каштановая, 1,5 и лугово-каштановая, 1,8. Среднесуточные показатели дыхания каштановой и лугово-каштановой почв за вегетационный период соответствуют данным для степной зоны России (Кудеяров и др., 2005). Выявлена положительная

корреляция выделения диоксида углерода в каштановой и лугово-каштановой почвах с влажностью, аллювиальных – с температурой, солончака – с температурой и влажностью.

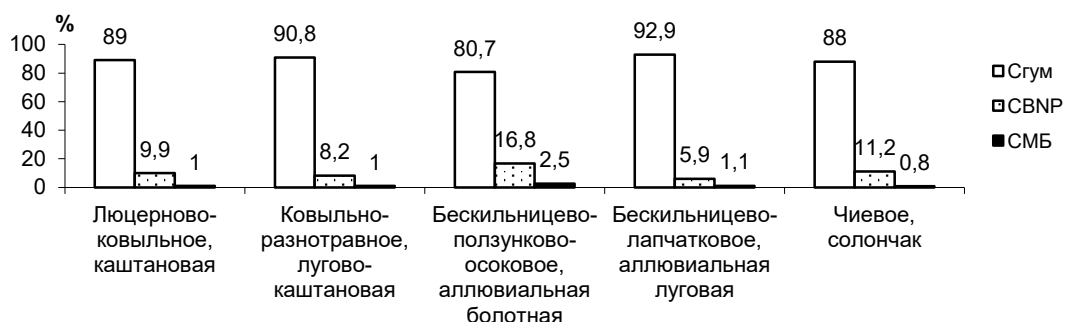


Рис. Распределение запасов C_{гум}, C_{БНР} и C_{МБ} в почвенном органическом веществе, %

Закономерности, выявленные для среднесуточной эмиссии CO₂ из почв, характерны и для показателей его среднесезонного общего потока и чистого почвенного источника (табл.).

Таблица

Оценка среднесезонного потока CO₂ из почв, гC–CO₂/м²·период

Почва	Среднесезонный общий поток CO ₂ из почв (GSS)	Корневое дыхание CO ₂ (RR), % от общего потока	Чистый почвенный источник CO ₂ (NSS)	Баланс, NPP/GSS
Каштановая	$\frac{178 \pm 15}{160-209}$	30,3	124	3,7
Лугово-каштановая	$\frac{218 \pm 30}{180-276}$	33,4	145	4,0
Аллювиальная болотная	$\frac{585 \pm 52}{519-688}$	36,6	371	2,3
Аллювиальная луговая	$\frac{403 \pm 31}{344-450}$	31,0	278	1,7
Солончак	$\frac{309 \pm 5}{300-318}$	38,2	191	2,0

Почвенное дыхание представляет собой суммарный поток двух основных компонентов: дыхание корней и дыхание почвенной микрофлоры (Houghton, Skole, Carbon, 1990; Schlesinger, Andrews, 2000; Кудеяров, Курганова, 2005). Усредненный годовой вклад корней не превышает 1/3 от эмиссии CO₂ из почв (Ларионова и др., 2003). По нашим данным (табл.), корневое дыхание (живые корни + прирост) составляет 30,3–38,2 % от среднесезонного потока CO₂ из почв, что свойственно природным травяным экосистемам.

Отношение NPP/GSS характеризует общий баланс углерода в экосистеме, позволяя оценить интенсивность стока и эмиссии CO₂. По нашим данным, (табл.) наибольшие показатели баланса углерода характерны для степных экосистем, что закономерно в условиях современной аридизации климата, т.к. они наиболее устойчивы к этому фактору. Для пойменных и галофитных экосистем с повышенными величинами среднесуточного и среднесезонного потоков CO₂ баланс в 1,6-2,4 раза ниже по сравнению со степными. При продолжительности аридного периода климата в этих экосистемах возможен сдвиг равновесия, который приведет их к источнику углекислого газа.

БИОГЕОХИМИЯ АЗОТА В ПОЧВАХ ГОРНО-ТУНДРОВЫХ И АЛЬПИЙСКИХ ЛАНДШАФТОВ

Макаров М.И., Малышева Т.И., Маслов М.Н., Кузнецова Е.Ю.

Факультет почвоведения, МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, mmakarov@soil.msu.ru

Азот является одним из важнейших элементов питания, доступность которого для организмов регулирует продуктивность, структуру и функционирование наземных экосистем. Низкая доступность азота в почвах экосистем холодного климата может приводить к развитию конкурентных взаимоотношений за этот ресурс между растениями и микроорганизмами. Такая конкуренция в современных теоретических концепциях (например, Schimel, Bennett, 2004) рассматривается в качестве ключевой особенности цикла азота в северных и высокогорных ландшафтах, однако этот вопрос получил неоднозначную трактовку в экспериментальных работах.

Многолетнее изучение процессов азотного цикла проводится в почвах альпийских экосистем Тебердинского государственного биосферного заповедника (северо-восточные отроги хребта Малая Хатипара (43°26' с.ш., 41°41' в.д.) в интервале высот от 2710 до 2780 м над ур. м.) и тундровых экосистем северной Фенноскандии (юго-западный склон г. Nuolja в районе научно-исследовательской станции Абиско, Швеция (68°21' с.ш, 18°49' в.д.) на высоте 700-800 м над ур. м.). Объектами исследования являются наиболее типичные альпийские и тундровые экосистемы, формирующиеся в разных геоморфологических условиях горного ландшафта и различающиеся по видовому составу и продуктивности фитоценозов.

Исследование осуществляется в комплексе натурных наблюдений, полевых и лабораторных экспериментов с использованием традиционных подходов к изучению процессов азотного цикла (распределение элемента по компонентам экосистем, процессы минерализации органических соединений азота и его геохимической миграции) и изотопных методов (естественное фракционирование изотопов азота в разных компонентах экосистем и эксперименты с изотопной меткой ^{15}N).

Доминирующими процессами трансформации соединений азота в холодных почвах являются деполимеризация и аммонификация органических азотсодержащих молекул. Вместе с тем, другие процессы азотного цикла (азотфиксация, нитрификация) обеспечивают важные источники азотного питания на локальном уровне. Например, симбиотическая азотфиксация обеспечивает до 90% потребности в азоте у ряда адаптированных к холодным условиям видов бобовых растений. Нитрификация, стимулируемая биотурбациями, обеспечивает азотное питание видов, предпочитающих нитратный источник. Активности как доминирующего, так и сопутствующих процессов трансформации азота могут быть оценены на основе анализа изотопного состава элемента в соответствующих процессах почвенных неорганических и органических фракциях, а также в растительном материале. Четко выраженное фракционирование изотопов азота в процессах минерализации органического вещества обуславливает наличие тесной корреляции между их активностями и величинами $\delta^{15}\text{N}$ аммонийного и нитратного азота. Фиксация атмосферного азота формирует специфичный по изотопному составу азотный пул, представленный в биомассе бобовых видов растений.

Полевые и лабораторные эксперименты с изотопной меткой ^{15}N , используемой в составе разных неорганических и органических соединений ($^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$, K^{15}NO_3 , ^{13}C , ^{15}N -глицин, ^{13}C , ^{15}N -аспарагиновая кислота), позволили оценить временную динамику потоков азота в системе «почва–микроорганизмы–растения» и определить напряженность конкурентных отношений между растениями и микроорганизмами при использовании ими разных источников азота. В наиболее бедных доступным азотом почвах микроорганизмы активно иммобилизуют любой появляющийся в азотный ресурс, вне зависимости от его минеральной или органической природы, тогда как при повышении доступности элемента микроорганизмы проявляют предпочтение к органическим формам, что наряду с повышением скорости процессов минерализации обеспечивает формирование пула минерального азота для питания растений.

Показано, что изотопный состав азота листьев разных видов растений в пределах одного сообщества или одного вида, представленного в разных сообществах, может быть источником информации о доступности элемента, роли микоризного симбиоза в азотном питании, предпочтительных формах поглощаемых азотных соединений.

Важным абиотическим фактором мобилизации азота в почвах холодных регионов является чередование процессов промерзания и оттаивания. Изучение сезонной динамики концентраций азота экстрагируемых неорганических и органических соединений и микробной биомассы, процессов минерализации азота и результаты лабораторных экспериментов с промерзанием и оттаиванием почв показали, что циклы промерзания-оттаивания, наблюдающиеся осенью и весной, могут быть важным фактором повышения доступности азота для растений в начале вегетационного периода. В условиях альпийского пояса такое сочетание климатических воздействий на почву проявляется почти исключительно в экосистемах лишайниковых пустошей. Переход температуры через 0 °C в почвах других альпийских сообществ является достаточно редким событием, которое может происходить только осенью, в случае позднего формирования снежного покрова. Поэтому активизация процессов трансформации соединений азота за счет этого абиотического фактора в почвах альпийских лугов и ковра не имеет большого значения.

СЕЗОННАЯ ЭМИССИЯ CO₂ ИЗ ПОЧВ ЗАБАЙКАЛЬЯ

Мильхеев Е.Ю.

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, evg-milh@rambler.ru

Увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере, особенно выраженное в течение последнего столетия, свидетельствует о «нарушении общепланетарного углеродного цикла». Почвы являются важнейшим резервуаром углерода в биосфере. Запас органического углерода почв примерно в 3 раза выше, чем в надземной биомассе, и в 2 раза превышает запас атмосферного CO₂. Эмиссия углекислого газа из почв является одним из главных потоков в глобальном цикле углерода, и незначительные нарушения почвенного дыхания может привести к серьезным нарушениям в атмосфере. По количеству углекислоты, выделяемой с поверхности почвы, можно судить об интенсивности процессов разложения органического вещества, характеризовать биологическую активность почв или продуктивность фитоценоза. Кроме того, выделяющийся с поверхности почвы, углекислый газ является чувствительным и информативным показателем функционального состояния экосистемы в целом.

Актуальность данной работы вызвана тем, что охваченность территории России исследованиями по определению эмиссии CO₂ очень неравномерна: большинство наблюдений за интенсивностью выделения CO₂ из почв проводилось в центральной части Европейской территории России (50–60°N, 30–40°E). До сих пор слабо изученными в отношении почвенного дыхания остаются районы Дальнего Востока, Восточной Сибири, горные и полупустынные регионы. Отсутствие экспериментальных данных в этих областях представляет основную трудность и значительно увеличивает неопределенности оценок общего дыхания почв Российской Федерации.

В условиях меняющегося климата температура и влажность почвы являются наиболее значимыми экологическими факторами, определяющими скорость деструкции органического вещества и интенсивность выделения CO₂ из почв. Высокая положительная корреляция между скоростью выделения CO₂ и температурой почвы обнаруживается как в глобальном масштабе, так и для почв отдельных экосистем и регионов. В связи с этим изучение влияния гидротермических условий почвы на скорость эмиссии CO₂ имеет большое значение. Исследования по выделению диоксида углерода почвами Забайкалья практически не проводились или имеют фрагментарный характер.

Цель данной работы – дать количественную оценку сезонной эмиссии CO₂ с поверхности дерновых лесных и луговых почв дельтовой части р. Селенги во временном аспекте в зависимости от экологических факторов.

Почвы района формируются в транзитно-аккумулятивных элементарных ландшафтах в условиях континентального климата Восточной Сибири, несколько преобразованного влиянием озера Байкал. Объектами мониторинговых исследований были: дерновые лесные (Сгум 4.3 %, pH_{H₂O} 6.5) и луговые (Сгум 7.4 %, pH_{H₂O} 8.3) почвы дельтовой части р. Селенга. Исследования проводили в 2007–2012 гг. с мая по октябрь в режиме оперативного мониторинга с интервалом 7–10 суток. Эмиссию CO₂ из почв определяли абсорбционным методом в модификации Шаркова, одновременно измеряли температуру и влажность почвы. Результаты мониторинговых наблюдений за эмиссией CO₂ из почв свидетельствуют о том, что эта величина определяется, главным образом погодными условиями года.

Среднемноголетние сезонные потоки CO₂ из исследуемых почв были максимальными в луговых почвах (543±83 г C-CO₂/м²). Минимальная величина была зарегистрирована с поверхности дерновых лесных почв (344±39 г C-CO₂/м²). Интенсивность эмиссии диоксида углерода из дерновой лесной и луговой почв дельты р. Селенги показали значительную изменчивость процесса дыхания почвы на протяжении вегетационного периода.

Для всех дельтовых почв был характерен классический характер изменения месячных потоков CO₂: с минимальными величинами в весенний и осенний период, и максимальными – в июле, при наличии оптимального сочетания температуры и влажности почвы.

В условиях дефицита тепла и неустойчивого увлажнения для динамики эмиссии CO₂ характерны чередующиеся подъемы и спады. Достоверной корреляции между сезонными потоками CO₂ с поверхности почв и их влажностью для всего 6-летнего ряда наблюдений найдено не было. Основным фактором, определяющим и контролирующим величины сезонных потоков CO₂ из почв, является температура.

ОВСЕЦ АЛТАЙСКИЙ - ИНДИКАТОР РЕЛИКТОВОЙ КРИОАРИДНОЙ ЛЕСОСТЕПИ В ГОРАХ ЗАБАЙКАЛЬЯ

Намзалов Б.Б.

Бурятский государственный университет, Улан-Удэ, namzalov@rambler.ru

В работе обосновывается тезис о реликтовости овсеца алтайского (*Helictotrichon altaicum* Tzvelev) в гемибореальных лесных сообществах Байкальской Сибири. Значительная роль этого вида в степях западного крыла Евразии, вероятно, является вторичным и в то же время это – показатель высокого адаптивного потенциала овсеца алтайского в степных экосистемах севера Центральной Азии.

Нами были детально исследованы экология и фитоценология этого характерного горностепного вида в пределах алтае-тувинского сектора Южной Сибири (Намзалов, 1985; Намзалов, 1994; Кыргыс, Намзалов, 2002). Находки забайкальских популяций овсеца алтайского поразили своей не столько степной, а лесной ориентацией по ценотической приуроченности (Намзалов, Алымбаева, Чимитов и др., 2009). Они характерны, чаще в небольшом обилии в остепненных лиственничниках, т.е. в сообществах гемибореальных травяных лесов, формирующихся на различных вариантах мерзлотных серых лесных почвах в холодной экспозиционной лесостепи (Бадмаев и др., 1996). Кроме этого они встречаются на убурах – приопушечных местообитаниях с кустарниково-степными группировками по верхней полосе лесостепного пояса на хребтах Малый Хамар-Дабан (Инзагатуй), Улан-Бургасы (Итанца), Худанский (горный массив Поднаран). Вероятно, степная природа этих сообществ является вторичной, составляя определенные сукцессионные стадии в развитии светлохвойных лесов псевдотаежного или суббореального склада в структуре ландшафтов горной лесостепи.

Поразителен факт диаметрально противоположного подхода в определении позиций по отношению к овсецу алтайскому с одной стороны, это у геоботаников степеведов, с другой – геоботаников лесоведов. Если первые из них широко и разносторонне обсуждали эколого-ценотические и фитогеографические особенности сообществ этой формации, то вторые – лишь констатировали факт присутствия вида в травяном ярусе лесов (Смагин и др., 1980; Маскаев, 1985; Шоба, 1985). В блоках диагностических видов ассоциаций и союзов гемибореальных травяных лесов Класса *RYUTIDIORUGOSI-LARICETEASIBIRICAE* не отмечается овсец алтайский (Ермаков, 2003). И даже в такой фундаментальной сводке по особенностям генезиса флоры Байкальской Сибири (Малышев, Пешкова, 1984) в списке по лесному комплексу видов отсутствует овсец алтайский.

И.М. Крашенинников (1954) особо выделял роль *Helictotrichon desertorum* (Less.) Nevski в травяных лесах Южного Урала; в дальнейшем, в результате анализа флористического комплекса этих лесов была сформулирована теория о «перигляциальном флористическом комплексе». Перигляциальная лесостепь в понимании И.М. Крашенинникова – это ландшафт с чередованием степей, сосновых и лиственничных лесов. В составе этих степей, а также под пологом лесов, основную роль играли не ковыли, а овсец и «многочисленные выходцы из Восточной Сибири и Северной Монголии». Основным очагом развития холодных континентальных степей и светлохвойных лесов плейстоценовой лесостепи он рассматривал территорию между Вилюем на севере и Хангаем на юге. Именно, на юге Восточной Сибири в области Байкало-Хангайского горного сооружения до настоящего времени сохранились ландшафтные аналоги плейстоценовых лесостепей. Интересно отметить, что А.В. Кумина (1976) овсец пустынный относил к числу наиболее характерных видов горно-лесостепной генетической группы, связанной по происхождению с плейстоценом.

Участие овсеца алтайского в составе лесных сообществ экспозиционной лесостепи Забайкалья, на наш взгляд, является реликтовым, и выявление эколого-ценотических особенностей этого вида представляет значительный интерес. Остается загадочным факт крайне слабого проникновения данного вида в состав степных сообществ Байкальской Сибири. Очевиден парагенезис в развитии этого вида, с одной стороны, овсец алтайский компонент древнего ландшафтного комплекса криоаридной лесостепи, с другой – очень незначительное участие этого вида в современных степях и крайне слабое его представительство в травяных светлохвойных лесах горной лесостепи Забайкалья. Следует отметить, что в публикациях по степям Байкальской Сибири овсец алтайский лишь представлен в степном комплексе видов (Малышев, Пешкова, 1984), роль этого вида как ценозообразователя в забайкальских степях никем ранее не был отмечен (Сергиевская, 1951; Решиков, 1961; Пешкова, 1972).

Таким образом, на этих примерах и фактах оригинального ценофлористического комплекса горных степей и травяных светлохвойных лесов с участием овсеца алтайского (*Helictotrichon altaicum* Tzvelev), Байкальская Сибирь в очередной раз подтверждают самобытность своей биоты в глубине «древнего темени Азии», куда относятся горы и долины южной части Восточной Сибири, как части древней Ангарида. Дело будущего – обстоятельный анализ отмеченного феномена, связанного с ценотической и ботанико-географической ролью овсеца алтайского в растительности не только на юге Восточной Сибири, но и в целом горном поясе Южной Сибири и севера Центральной Азии.

CARBON AND NITROGEN STORAGES IN GELISOLS OF THE LENA RIVER DELTA

Sebastian Zubrzycki¹, Evgeny Abakumov², Lars Kutzbach¹, Guido Grosse³, Aleksei Desiatkin⁴, Iuliia Antcibor¹, and Eva-Maria Pfeiffer¹

¹Institute of Soil Science, Center for Earth System Research and Sustainability, Universität Hamburg, Hamburg, sebastian.zubrzycki@uni-hamburg.de; ²Department of Applied Ecology, Saint-Petersburg State University, St. Petersburg; ³Alfred Wegener Institute, Helmholtz Centre for Polar and Marine Research, Potsdam; ⁴Institute for Biological Problems of Cryolithozone, SB RAS, Yakutsk

The Lena River Delta (LRD) is located in northeast Siberia and extends over a soil covered area of around 21,500 km² (Fig. 1). It is the largest delta in the Arctic and likely holds more than half of the entire soil organic carbon (SOC) mass stored in the seven major deltas in the northern permafrost regions. LRD consists of several geomorphic units different in size as well as in physical and chemical soil properties. Our recent studies showed that the spatial dominating Holocene units of the LRD (61 % of the area) store around 240 Tg of SOC and 12 Tg of nitrogen (N) within the first meter of ground. These units are a river terrace dominated by wet sedge polygons covered by a soil complex of *Glacic Aquiturbels* and *Typic Historthels*, and the active floodplains covered mainly by sand dominated soils as *Psammentic Aquorthels* and *Typic*

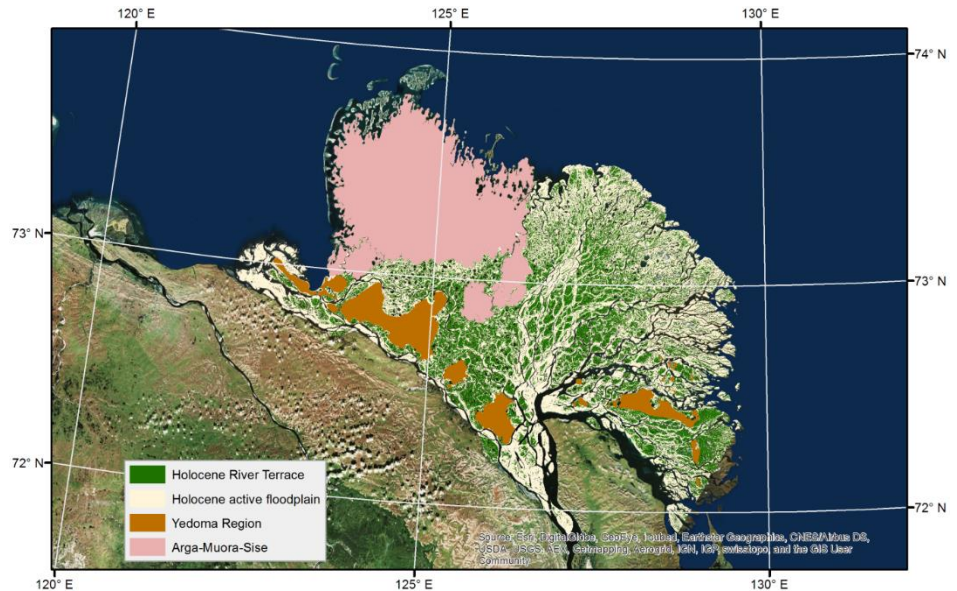


Figure 1: Lena River Delta and its geomorphic units.

Psammorthels. The mean SOC stocks for the upper 1 m of soils on both geomorphic units were estimated at $29 \text{ kg m}^{-2} \pm 10 \text{ kg m}^{-2}$ at the river terrace and at $14 \text{ kg m}^{-2} \pm 7 \text{ kg m}^{-2}$ on the floodplains, respectively. For the depth of 1 m, the total SOC storage of the Holocene river terrace was estimated at $121 \text{ Tg} \pm 43 \text{ Tg}$, and the SOC storage of the active floodplains was estimated at $120 \text{ Tg} \pm 66 \text{ Tg}$. The mean N stocks for the upper 1 m of soils were estimated at $1.2 \text{ kg m}^{-2} \pm 0.4 \text{ kg m}^{-2}$ for the Holocene river terrace and at $0.9 \text{ kg m}^{-2} \pm 0.4 \text{ kg m}^{-2}$ for the active floodplain levels, respectively. For the depth of 1 m, the total N storage of the river terrace was estimated at $4.8 \text{ Tg} \pm 1.5 \text{ Tg}$, and the total N storage of the floodplains was estimated at $7.7 \text{ Tg} \pm 3.6 \text{ Tg}$. About 50 % of these reported storages (SOC, N), are located in the perennially frozen ground below 50 cm soil depth and are excluded from intense biogeochemical exchange with the atmosphere today. However, these storages are likely to be mineralised in near future due to the projected temperature increases in this region.

A substantial part of the LRD (1,712 km²) belongs to the so-called Yedoma region, which formed in Middle and Late Pleistocene. The area of this oldest unit of the LRD is characterised by extensive plains crossed by valleys, ice-cored pingos and is dominated by large thermokarst depressions. Such depressions are called

Alases and cover around 20 % of the area. The modern soils covering the Pleistocene Yedoma plains are influenced by wide ice-wedge net structures and consist of soil complexes of *Glacic Aquiturbels* and *Ruptic Historthels*. The widespread thermokarst depressions within the ice-complex are covered by *Ruptic Histoturbels* and *Ruptic Historthels*, whereas the slopes are dominated by various *Aquiturbels* and *Fluvaquentic Historthels*. Yedoma deposits are known to store high amounts of SOC. However, within the LRD no detailed spatial studies on SOC and N were carried out so far.

With this work we present our “investigation in progress” on these so important parts of this delta. Our first results show that the mean SOC stocks for the upper 30 cm of soils on both geomorphic units are high. They were estimated at $13.0 \text{ kg m}^{-2} \pm 4.8 \text{ kg m}^{-2}$ at the plains and at $13.1 \text{ kg m}^{-2} \pm 3.8 \text{ kg m}^{-2}$ in the Alases depressions, respectively. The stocks of N were estimated at $0.69 \text{ kg m}^{-2} \pm 0.25 \text{ kg m}^{-2}$ and at $0.70 \text{ kg m}^{-2} \pm 0.18 \text{ kg m}^{-2}$ at the plains and in the Alases, respectively. The estimated SOC and N storages for the depth of 30 cm within the investigated part of the LRD account to 20.9 Tg SOC and 1.1 Tg N, respectively. The Yedoma plains (1,313 km² soil covered area) store $17.1 \pm 6.3 \text{ Tg SOC}$ and $0.9 \pm 0.3 \text{ Tg N}$, whereas the Alases depressions (287 km²) store $3.8 \pm 1.1 \text{ Tg SOC}$ and $0.2 \pm 0.05 \text{ Tg N}$ within the investigated depth of 30 cm.

КОМПЛЕКСНЫЕ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ г. ЯКУТСКА

Сивцева Н.Е.

НИИ Прикладной экологии Севера СВФУ, Якутск, sivnatalia81@mail.ru

Успешное решение проблемы экологического благополучия городов нуждается в информации, касающейся характера и условий загрязнения, специфики его воздействия на функционирование отдельных компонентов и урбоэкосистемы в целом. Среди антропогенных воздействий можно различать прямые, непосредственно влияющие на почву, и косвенные, влияющие на почву опосредованно, через изменение факторов почвообразования (климата, рельефа, почвообразующих пород, растительности и др.).

Состояние окружающей среды крупных городов обычно оценивается по состоянию отдельных ее составляющих: атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв и растительного покрова. Наиболее динамичной и поэтому наиболее сложной для анализа является атмосфера, которая оказывает существенное влияние на состояние всех компонентов экосистемы. В настоящее время всё чаще в качестве объекта мониторинга состояния атмосферы используют снежный покров, как интегральный показатель загрязненности атмосферы на территориях, характеризующихся наличием устойчивого снежного покрова в течение длительного времени.

В летний период, большинство выбросов токсических веществ в городскую среду сосредотачиваются на поверхности почвы, где происходит их постепенное депонирование. Как следствие, происходит изменение физико-химических свойств субстрата, что негативно влияет на состояние биоты. В зимнее время, все выбросы депонируются на снежном покрове, при таянии которого все элементы мигрируют в почвы и поверхностные воды.

В данной статье приведены результаты комплексных эколого-геохимических исследований территории г. Якутска, проводимых с 2008 года. Объектами исследования послужили компоненты среды – почвенный и снежный покров как наиболее показательные среды-индикаторы загрязнения окружающей среды.

Отбор проб почв проводился в июне месяце с 2008-2014гг., из мониторинговых точек, заложенных в разных районах города. Отбор проб снега проводился в конце апреля месяца с 2012 года, по трем основным профилям вдоль города. Выбор улиц основан привязкой к районам с крупными промышленными предприятиями и максимальным количеством автомобильного транспорта. В отобранных пробах почв и снега определены разные формы микроэлементов, атомно-адсорбционным методом на МГА-915.

В пробах снега исследованы жидкая и твердая (сухой остаток) фазы, в почвах определены подвижные формы 10 микроэлементов. В жидкой фазе снега содержание микроэлементов образуют следующий убывающий ряд: $Mn > Cu > Pb$. Расчет средних показателей содержания тяжелых металлов в жидкой фазе снега показал следующие данные: $Mn-0,014$; $Cu-0,006$; $Pb-0,003$ мг/кг., остальные элементы находятся ниже пределов обнаружения. Исследования содержания микроэлементов в твердой фазе снега выявил существенные отличия по содержанию в пробах зольных форм элементов. Зольные формы присутствуют по всем исследованным 10 элементам, средние содержания которых представлены в следующей таблице:

Таблица

Средние показатели валового содержания элементов в твердой фазе снега, мг/кг

Профиль	Pb	Ni	Mn	Cd	Co	Cr	Zn	Cu	As	Fe
ЮЖНЫЙ РАЙОН	15,56	17,14	395,47	0,28	13,73	46,34	261,52	64,97	5,30	7300,93
ЦЕНТР ГОРОДА	18,01	41,51	421,04	0,33	17,40	47,34	200,83	30,07	4,83	9316,19
ДСК-ГРЭС	35,02	50,26	448,36	0,38	16,07	57,03	161,52	35,85	6,87	10643,70

Существенным источником загрязнения городской территории металлами являются коммунально-бытовые отходы, главным образом бытовой мусор, который зачастую сжигается вблизи города, а то и в его пределах. В продуктах сгорания бытового мусора накапливается большая группа химических элементов.

Таким образом, установлено, что основой полиэлементных аномалий снежного покрова г. Якутска являются свинец, цинк и медь. Поэлементный анализ твердой фазы снега выявил, что наиболее загрязненным тяжелыми металлами является район ГРЭС и ДСК.

По значению коэффициентов встречаемости (Н_i) в почво-грунтах территории г. Якутска

абсолютно доминируют цинк и свинец. В целом при интегральной оценке всех геохимических показателей можно с определенной точностью утверждать, что основную экологическую опасность представляют тенденции накопления в грунтах г. Якутска свинца, цинка и кадмия. В целом за все годы исследования ряд накопления на территории г. Якутска соответствует следующей схеме: $Zn > Pb > Cd > Mn > Cr > Ni > Co$.

При оценке территории города по суммарному показателю загрязнения почвенного покрова (Zc) можно сказать, что около 79% исследованных точек соответствует допустимому уровню загрязнения, 12% находится в умеренно опасной зоне загрязнения и 7% относится к опасному уровню загрязнения. Полученные результаты вполне объяснимы и связаны с особенностями географического положения отбираемых точек относительно объектов, загрязняющих урбосреду тяжелыми металлами, а так же от транспортной нагрузки.

АККУМУЛЯЦИЯ И МИГРАЦИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СОЛОНЧАКАХ

Сосорова С.Б., Меркушева М.Г., Болонева Л.Н.

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, soelma_sosorova@mail.ru

В Западном Забайкалье солончаки занимают высокие террасы рек и равнинные территории, прилегающие к содово-соленым озерам, а также пониженные участки пойм с близким уровнем грунтовых вод. Причиной соленакопления является испарительная концентрация минерализованных в разной степени почвенно-грунтовых вод, подтягивающихся к поверхности супераквальных аккумулятивных ландшафтов. В условиях Забайкалья процессы соленакопления в почвах и грунтовых водах имеют специфические особенности. Они определяются котловинным характером рельефа, пестротой и слоистостью почвообразующих пород, засушливостью климата, длительным сезонным промерзанием почвенной толщи и континентальным характером соленакопления. Солончаки Забайкалья, наряду с каштановыми почвами, являются приоритетными объектами охраны почв согласно Национальной Стратегии сохранения биоразнообразия России (2012), а также могут служить индикаторами современных геохимических процессов. В настоящее время изученность макро- и микроэлементного состава солончаков крайне мала (Насатуева и др., 2012).

Цель исследований – изучение аккумуляции и миграции микроэлементов (МЭ) в солончаках сухостепной зоны Западного Забайкалья, определение их предельных фоновых концентраций. Исследуемые солончаки средне- и тяжелосуглинистые, характеризуются щелочной и сильнощелочной реакцией среды и невысоким содержанием гумуса, наличием карбонатов, тип засоления – содовый, содово-сульфатный и сульфатный.

Согласно полученным данным (табл. 1), средняя концентрация МЭ в солончаках не превышает существующих нормативов ПДК и ОДК₀₉. С.Г. Батулиным (1962) выявлено, что Cu, Pb, Zn могут накапливаться только в определенных границах значений pH: $Cu < 7,0$; $Pb < 7,2$; $Zn < 7,5$. Следует отметить, что содержание Mn, Zn, Co, Ni больше в солончаках влажных местообитаний, чем в сухих. Каждый ландшафт обладает своими значениями средней концентрации МЭ. Именно эти значения являются природной нормой, к которой адаптированы местная флора и фауна. За верхнюю границу среднего содержания любого МЭ в почве предложено принять величину, которая на три стандартных отклонения выше среднего регионального фоновых уровня ($\mu + 3\sigma$). На этом основании превышение верхней границы природного содержания МЭ можно связывать с антропогенным влиянием (Мотузова, 2001; Чернова, Бекецкая, 2011). По нашим расчетам, предельные фоновые концентрации в солончаках сухих и влажных местообитаний несколько различаются, но не превышают ПДК и ОДК₀₉, кроме Cr в почвах галоксерофитных степей.

Таблица 1.

Показатели средних и предельных фоновых концентраций микроэлементов в засоленных почвах, мг/кг

Элемент	$M \pm m$	V, %	$\mu + 3\sigma$	ПДК (ОДК ₀₉)
Солончаки сухих местообитаний (n=23)				
Mn	413±27	32	809	(400–3000*)
Zn	38,0±2,1	27	69	220
Cu	9,1±0,6	29	17	132
Co	14,0±0,5	18	21	50
Ni	17,4±1,2	33	34	80
Cr	70,5±3,8	26	126	100
Pb	32,1±1,1	16	48	130

Cd	1,1±0,08	35	2.3	2
Солончаки влажных местообитаний (n=9)				
Mn	1055,4±95,6	27	1913	(400–3000*)
Zn	59,7±5,1	26	106	220
Cu	13,0±1,6	34	27	132
Co	23,1±1,9	25	40	50
Ni	31,7±3,9	37	67	80
Cr	48,3±5,2	32,5	95	100
Pb	31,9±2,4	23	54	130
Cd	1,4±0,1	30	2,6	2

Примечание: * – в пределах нормальной регуляции функции (Ковальский, 1974)

Особенности миграции МЭ в ландшафтах отражает коэффициент концентрации (**Кк**). По показателям Кк МЭ в солончаках галоксерофитных степей располагаются следующим образом: Cd > Pb > Cr > Zn, Co > Mn > Ni > Cu; для влажных местообитаний – Cd > Pb > Mn > Co > Zn > Cr > Ni > Cu. Следует отметить, что значения Кк МЭ меньше 1, кроме Cd и Pb.

Изменение концентраций МЭ в почвах происходит под влиянием эффекта геохимического сопряжения. При прочих равных условиях почвы в автономных ландшафтно-геохимических условиях на положительных элементах рельефа имеют более низкие концентрации элементов по сравнению с геохимически подчиненными ландшафтами, расположенными в отрицательных элементах рельефа (Добровольский, 1999). Эффект геохимического сопряжения оценивается коэффициентом K_r , равным отношению концентрации металла в гумусовом горизонте почвы геохимически подчиненного ландшафта (C_2) к концентрации этого металла в гумусовом горизонте почвы автономного ландшафта (C_1): $K_r = C_2/C_1$. По нашим данным (табл. 2), показатели K_r МЭ в солончаках по сравнению с зональными каштановыми почвами увеличивались для Co и Cd, а также Mn и Pb в темных и глеевых солончаках, Cr – в типичных и глеевых солончаках, что обусловлено их различием физико-химических свойств (количество гумуса, гранулометрический состав, реакция среды, влажность и др.).

Таблица 2.

Коэффициенты геохимического сопряжения концентрации тяжелых металлов в засоленных почвах по сравнению с зональными каштановыми

Элемент	Каштановые почвы, мг/кг*	Каштановая гидрометаморфизованная солончаковая	Солончак			
			типичный	темный	глеевый	соровый
Mn	760	0,5	0,5	1,1	1,7	0,8
Zn	87	0,6	0,4	0,6	0,9	0,4
Cu	24	0,6	0,4	0,5	0,7	0,2
Co	9,8	1,3	1,4	2,1	2,8	1,7
Ni	28	0,5	0,6	0,7	1,6	0,6
Cr	55	1,2	1,4	0,8	1,3	0,4
Pb	34	0,8	1,0	1,1	1,1	0,7
Cd	0,12	12,5	10,8	10,4	14,6	8,3

* Г.М. Иванов (2007).

ЛИГНИН МУЧНИСТО-КАРБОНАТНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ЗАБАЙКАЛЬЯ

Чимитдоржиева Э.О.

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, erzhena_ch@mail.ru

Впервые изучено содержание лигнина в растительности, почвах и гуминовых кислотах мучнисто-карбонатных черноземов Забайкалья методом мягкого щелочного окисления оксидом меди в азотной среде. Этот метод является наиболее перспективным для определения лигнина, поскольку результаты, получаемые общепринятыми методами выделения лигнина (Классон-лигнин, "остаточный лигнин"), слишком грубы даже для растительных материалов и чрезвычайно завышены для образцов подстилки и почвы. Данный метод позволяет определять лигнин даже в следовых количествах (Ertel, Hedges, 1984).

Целью работы - изучить содержание и состав лигнина в растительности, почве и гуминовых кислотах мучнисто-карбонатных черноземах Забайкалья.

Результаты исследования показали, что общее содержание лигнина в растительности, в

зависимости от ее состава варьирует в пределах 108,89 – 142,86 мг/г Сорг. В черноземе мучнисто-карбонатном содержание лигнина в верхнем 0-10 см слое почвы составляет 27,43 мг/г Сорг, вниз по профилю его содержание снижается до 4,1 мг/г Сорг в слое 20-30 см. В гуминовых кислотах содержание лигнина составляет 17,11 мг/г Сорг. В целом, гуминовые кислоты по содержанию продуктов окисления лигнина и лигниновым параметрам похожи на образцы почв и наследуют характерные свойства растительных тканей, но имеют большую упорядоченность структурных фрагментов лигнина.

Таким образом, с увеличением степени трансформации органического вещества в ряду «растения - почва - гуминовые кислоты» увеличивается количество ароматических кислот по отношению к альдегидам. Данный факт подтверждает образование в почвах гуминовых веществ специфической природы, в формировании которых, наряду с прочими ароматическими соединениями, участвует лигнин высших растений.

Работа проведена при поддержке гранта РФФИ 14-04-32180

Литература

1. Ertel J.R. and Hedges J.I. The lignin component of humic substances: distribution among soil and sedimentary humic, fulvic, and base-insoluble fractions // *Geochim. Cosmochim. Acta*. 1984, V. 48, PP. 2065-2074.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ТАЕЖНО-СТЕПНЫХ ПОЧВ НИЗОВЬЕВ КОЛЫМЫ

Щелчкова М.В.¹, Давыдов С.П.², Федоров-Давыдов Д.Г.³, Давыдова А.И.², Боесков Г.Г.⁴

¹*Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск, mar-shchelchkova@yandex.ru; ²Северо-восточная научная станция Тихоокеанского института географии ДВО РАН, п. Черский, РС (Я); ³Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино; ⁴Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск*

Нами изучен количественный состав различных эколого-трофических групп микроорганизмов и ферментативная активность таежно-степных почв низовьев Колымы. Исследования проводили в 2008, 2009 и 2012 гг. на двух ключевых участках под разнотравно-осочковой петрофитной степью и злаково-полынно-разнотравной термофитной степью, расположенных на правом берегу реки Пантелеиха – притока реки Колымы. В отличие от доминирующих на данной территории суглинистых криоземов, представляющих собой зональный тип почв северной тайги, остепненные почвы обладают целым комплексом ярко выраженных гидротермических и физико-химических особенностей. К ним относятся: крайняя сухость, высокая теплообеспеченность и более продолжительный (на 10-20 дней) вегетационный период, аномально глубокая (более 1,5 м) для данного региона глубина оттаивания, формирование гумусовых горизонтов дернового типа, близкая к нейтральной реакция среды, преобладание в составе ППК ионов Са, фульватно-гуматный и гуматно-фульватный типы гумуса, наличие водопрочной структуры. В целом для исследуемых почв характерен криоаридный тип почвообразования.

Своеобразные эдафические условия находят отражение в облике микробценозов. Наши исследования показали, что численность микроорганизмов основных эколого-трофических групп в верхних почвенных горизонтах лесных и остепненных почв тесно связана с содержанием органического вещества. Оторфованные и грубогумусовые горизонты криоземов характеризуются наибольшим количеством общего азота и углерода, а также их водорастворимых фракций. В них численность бактерий составляет в среднем 4,3-9,3 млн. КОЕ/г, актиномицетов – 0,9 млн. КОЕ/г, а грибов – 0,1 млн. КОЕ/г. В гумусовых горизонтах остепненных почв численность всех групп микроорганизмов, за исключением актиномицетов, ниже. Среднее содержание бактерий равно соответственно 0,5-1,7 млн. КОЕ/г под петрофитной степью и 1,3-8,3 млн. КОЕ/г под термофитной степью, актиномицетов -соответственно 1,5 и 2,7 млн. КОЕ/г, а грибов – не более 0,005 млн. КОЕ/г. Распределение микроорганизмов по профилю носит аккумулятивный характер. При этом в профилях остепненных почв численность микроорганизмов с глубиной убывает менее резко, чем в криоземах. Коэффициент дифференциации между гумусовым горизонтом Аи минеральным горизонтом В (на глубине 20-30 см) в остепненных почвах равен 2-7, а между горизонтом АО (АТ) и минеральным горизонтом В на той же глубине в криоземах достигает 10-100. Таким образом, от лесных почв северной тайги остепненные почвы отличаются большей насыщенностью почвенного профиля микроорганизмами. Эта закономерность проявляется еще ярче при расчете запасов микроорганизмов, т.е. выражении их численности на единицу площади. Этот метод позволяет нивелировать резкие

различия в сложении верхних горизонтов исследуемых почв, проявляющих наибольшую микробиологическую активность. Нами показано, что остепненные почвы характеризуются более высокими запасами микроорганизмов по сравнению с зональными северотаежными почвами. По этому показателю они образуют убывающий ряд: почвы под термофитной степью > почвы под петрофитной степью > криоземы. Причем, в верхнем 10-см слое остепненных почв сосредоточено 26-55% общего запаса микроорганизмов, а в верхнем слое криоземов может быть аккумулировано до 70-80% запаса.

В остепненных почвах, в отличие от криоземов, активно развиваются актиномицеты. Их численность достигает 1,5-2,7 млн. КОЕ/г. Они абсолютно доминируют в составе микроорганизмов, утилизирующих минеральный азот, и достигают 85% от их количества. В почвенном профиле актиномицеты обнаруживаются до глубины 50-80 см. Широкое распространение актиномицетов в остепненных почвах связано с их сухостью. Эта группа бактерий адаптирована к аридным условиям и преобладает во всех почвах степного ряда. В криоземах численность актиномицетов значительно меньше (в среднем 0,9 млн. КОЕ/г) и они приурочены лишь к верхнему 10-см слою почв. С деятельностью актиномицетов так же связывают более глубокое преобразование органического вещества.

В ферментном комплексе остепненных почв и криоземов также наблюдаются некоторые отличия. Почвы под петрофитной и термофитной степью характеризуются более высокой активностью окислительно-восстановительного фермента дегидрогеназы, в криоземах повышена активность внеклеточных гидролаз. Дегидрогеназа не является внеклеточным ферментом, поэтому ее активность косвенно может отражать метаболическую активность микрофлоры, более высокую в остепненных почвах.

Таким образом, таежно-степные почвы низовьев Колымы обладают аридным «обликом» микробоценоза и более высокой биогенностью по сравнению с зональными почвами северной тайги.

Работа поддержана грантом РФФИ $p_{\text{восток}}$ а №15-44-05109

СЕКЦИЯ 6. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ПОЧВ ХОЛОДНЫХ ОБЛАСТЕЙ

О ВЛИЯНИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ДЕГИДРОГЕНАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ Г. УЛАН-УДЭ

Валова Е.Э.

ФГБОУ ВПО Бурятский государственный университет, Улан-Удэ, elena-valova@yandex.ru

Проблема загрязнения природной среды - одна из глобальных проблем современного мира. В связи с интенсивным развитием промышленности и транспорта в атмосферу поступает все большее количество вредных выбросов. На земном шаре практически невозможно найти место, где бы ни присутствовали, в той или иной концентрации, загрязняющие вещества. Действие загрязняющих веществ распространяется на десятки километров от источника поступления элементов в атмосферу. При этом наблюдается комбинированное загрязнение растений, состоящее из непосредственного оседания аэрозолей и пыли на поверхность листьев и корневого усвоения ТМ, накопившихся в почве в течение продолжительного времени поступления загрязнений из атмосферы [2].

Сильное загрязнение почвы тяжелыми металлами (ТМ) приводит к изменению состава микроэлементов и возникновению техногенных пустынь [1]. Достигая определенных концентраций, они губительно действуют на почвы: подавляют жизнедеятельность почвенной биоты, ингибируют почвенные ферменты; нарушают почвенный гомеостаз [5].

В этой связи актуален поиск диагностики начальных этапов загрязнения, когда основные физико-химические свойства почв не претерпели существенных и необратимых изменений. Определение ферментативной активности – достаточно точный метод, выявляющий разную степень загрязнения почв [6]. По данным ряда авторов [1, с. 70; 4, с. 186], наиболее чувствительными тестами на загрязнение почвы ТМ является дегидрогеназная активность почв. Активность дегидрогеназы является информативной, т. к. уровень этого показателя зависит от интенсивности процессов нитрификации, азотофиксации, дыхания, поглощение почвой кислорода. Поэтому даже при невысоком уровне техногенной нагрузки на почву ее дегидрогеназная активность понижается. Это позволяет использовать показатели активности фермента в диагностике начальных этапов загрязнения почв тяжелыми металлами.

Эколого-геохимические исследования проводились на территории г. Улан-Удэ, которая была разбита на 30 ключевых участков. Их выбор был произведен с учетом «розы ветров» и местом расположения стационарных и передвижных источников загрязнений. С каждого ключевого участка

площадью 100 м² методом конверта отбирали образцы почв из 0-5 см слоя в 8 точках, из них составлялся один смешанный образец; образцы растений – путем среза надземной массы в период массового цветения растений – доминантов. Таким образом, проанализировано 480 почвенных и 182 растительных образцов на Pb и Cd. В почвенном покрове территории г. Улан-Удэ обнаружено значительные содержания ТМ, особенно на участках вдоль автомобильных трасс и вблизи промышленных предприятий. Только на территории п. Сокол – содержание Pb и Cd значительно ниже величины ПДК. Экологически неблагополучными в отношении ТМ являются: район Русского Драмтеатра им. Бестужева, 43 квартал, пп. Стеклозавод, Исток, Эрхирек, Заречный, Сотниково, Вахмистрово, Верхняя Березовка, то есть в зоне интенсивного автомобильного движения [3, 5].

В почвах всех ключевых участков была определена дегидрогеназная активность. Во всех изученных участках дегидрогеназная активность понижается и варьирует в пределах одного низкого уровня – 1,5 – 3,0 – 5,0 мг ТФФ. Лишь в двух случаях показатель активности ферментов возрос до 7,0 мг – на территории коллективного сада «Ранет» и 9-го км Спиртзаводской трассы, где отмечены наименьшие значения Cd – 0,5 мг/кг. Как и следовало ожидать, ферментативная активность возрастает на территории относительно «чистого» - п. Сокол, где найдено сравнительно низкое содержание Cd – 0,3 и Pb – 15 мг/кг [3].

Проанализировав показатели ферментативной активности в почвах г. Улан-Удэ и сравнив их с количеством Pb и Cd, следует отметить, что эти два параметра находятся в обратной зависимости, т.е. при незначительной нагрузке ТМ наблюдается угнетение активности почвенного фермента.

Литература

1. *Абрамян С.А.* Изменение ферментной активности почвы под влиянием естественных и антропогенных факторов / С.А. Абрамян // Почвоведение. 1992. № 7. – С. 70.
2. *Арустамов Э.А. и др.* Природопользование: Учебник. 8-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство: торговая корпорация «Дишков и К», 2007. – 296с.
3. *Валова Е.Э.* Эколого-геохимические особенности городских ландшафтов степной и лесостепной зон межгорной котловины (на примере г. Улан-Удэ): Дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36, 25.00.23: Улан-Удэ, 2003. – 158 с.
4. *Зырин Н.Г.* Действие тяжелых металлов на ферментативную активность почв / Н.Г. Зырин, Н.В. Раскова, Г.В. Платонов // Мелиорация, использование и охрана почв нечерноземной зоны. М.: Наука, 1980. – С. 186.
5. *Корсунова Ц.Д.-Ц., Валова Е.Э.* Влияние загрязнения тяжелыми металлами на ферментативную активность урболовандшафтов г. Улан-Удэ // Современные проблемы науки и образования - 2013. - №6. (приложение «Биологические науки»). – С. 12.
6. *Хазиев Ф.Х.* Методы почвенной энзимологии / Ф. Х. Хазиев. – М.: Наука, 2005. – 252 с.

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОДТАЕЖНЫХ ПОЧВ В ДЕЛЬТЕ Р. СЕЛЕНГА

**Гынинова А.Б., Куликов А.И., Цыбикдоржиев Ц.Ц., Гончиков Б.Н., Хаптухаева Н.Н.,
Дыржинов Ж.Д., Балсанова Л.Д., Гармаев М.Л.**

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ,
ayur.gyninova@mail.ru*

Лесные массивы в дельте р. Селенга приурочены козерно-речным террасам, сложенным песчаными и лессовидными отложениями (Гынинова, Шоба и др, 2012). Они занимают ~1/5 часть территории и имеют общую площадь ~ 250 км². Актуальность исследований временной изменчивости этих почв связана с их ролью в выполнении водоохраных функций и трансформацией этой роли в процессе антропогенного воздействия.

Согласно К.А. Уфимцевой (1960), Н.А. Ногиной (1964), Р.М. Линник (1978) почвы террас на лессовидных отложениях были отнесены к серым лесным холодным длительно промерзающим. Однако низкое содержание илистой фракции и отсутствие текстурной дифференциации профиля требует ответа на ряд вопросов, касающихся их классификационного положения. Ц.Х. Цыбжитовым (2000) для почв, формирующихся на лессовидных отложениях под мелколиственными и смешанными лесами предложен термин «дерновые серые лесные».

На песчаных террасах формируются дерновые лесные почвы. В случае, когда песчаные террасы перекрыты маломощными лессовидными отложениями, дерновые лесные почвы несут некоторые признаки дерновых серых лесных почв. В южной части дельты, ближе к хр. Хамар-Дабан, создающего предгорно-гумидную зональность, дерновые лесные почвы подвержены метаморфизму и представляют собой переходный к бурым лесным почвам подтип (дерновые лесные

метаморфизованные).

В районе исследований эти почвы являются основным пахотным фондом. Процесс масштабного вовлечения подтаежных почв сельскохозяйственное производствоначался в 50-е годы, а в перестроечные годы (1995-2000) значительная часть этих почв перешла в состояние залежи. Раскорчевка леса, распашка и длительное залежное состояние вызвали сукцессионные изменения в строении и свойствах почв. Для выявления сукцессий закладывались разрезы: под лесом, на пашне и на залежи на различных террасах дельты: Фофановской, Кабанской, прислоненной к хребту Морской и на Творогово-Истокском поднятии.

Дерновые серые лесные почвы имеют профиль O-A1-A1A2[A2B]-Bf-BC-C. В залежных дерновых серых лесных почвах поверхностные горизонты преобразованы в старопашотные, под которым формируется контактный горизонт V_{фконт.}: Ap[Ap/п]-B1_{фконт.}-B2-BC-C. Преобладающими фракциями гранулометрического состава являются пылеватые. Содержание илистой фракции очень низкое во всех горизонтах профиля (2-3,5 %). В поверхностных горизонтах почв под лесом гранулометрический состав представлен средним и пылеватым суглинком или связным песком. В средней части профиля состав легкосуглинистый и в нижней части профиля сменяются супесью или связным песком. Гумусово-аккумулятивные горизонты отличаются рыхлостью сложения, излишне высокой или провальной фильтрацией и высокой водоудерживающей способностью.

В старопашотных горизонтах залежных почв состав легкосуглинистый, горизонт V_{фконт.} - среднесуглинистый. Плотность их значительно выше, чем в гумусовых горизонтах почв под лесом и достигает градации «оптимальная», коэффициент фильтрации в основном переходит в градацию «наилучшая» и «хорошая», наименьшая влагоемкость во всех исследованных почвах снижается.

Сравнение запасов гумуса в старопашотных горизонтах и в соответствующем по глубине части профиля почвы под лесом, а также во всем профиле не обнаруживает существенных изменений. Лишь в намытой почве этот показатель значительно возрастает.

Дерново-лесные почвы на маломощных лессовидных отложениях имеют профиль O-A1-B1-Bf-C. Для них не характерно осветление под гумусовой части профиля, зона накопления железа располагается ниже. Гумусовый горизонт супесчаный, характеризуется рыхлым сложением, излишне высокой водопроницаемостью, низкой водоудерживающей способностью и низким содержанием гумуса (1,3 %). Залежная почва имеет профиль Ap-V_{фконт.}-C. Старопашотный горизонт этой почвы более плотный, характеризуется наилучшей водопроницаемостью, содержание гумуса незначительно увеличивается.

Приобретенные свойства залежных почв благоприятствуют возобновлению лесных экосистем и зарастанию сосновым и березовым молодняком. На отдельных участках террас, иногда имеющих уклоны в связи с озерно-речным генезисом, отмечается развитие плоскостного смыва и линейной эрозии почв. На дерново-лесных почвах, сформированных на маломощных лессовидных покровах отмечается образование котловин выдувания.

Характерной чертой дерново-лесных, переходных к бурым лесным почв является формирование перегнойного горизонта, метаморфизм горизонтов AB и BM_f, приводящий к возрастанию илистой фракции до 10 %. Почвы имеют профиль Ad-A1-AB-Bf_m-BC-C. Освоение этих почв обусловило трансформацию профиля: Ap-Ap/п—Bf_m-C. Супесчаный и легкосуглинистый состав поверхностных горизонтов усреднен и представлен супесью в пахотном горизонте. Плотность почвы под лесом из градации «оптимальная» перешла в пахотном и подпахотном горизонтах в градацию «высокая» и «повышенная», а водопроницаемость из градации «наилучшая» – в градацию «удовлетворительная». Запасы гумуса в пахотном горизонте выше, чем аналогичных по глубине горизонтах почвы под лесом.

ПОЧВЫ ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗ. БАЙКАЛ И ИХ РЕКРЕАЦИОННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

Балсанова Л.Д.^{1,2}, Гынинова А.Б.

¹Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, balsanova@mail.ru;

²Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова, Улан-Удэ

Актуальность и необходимость исследований почв Восточного Прибайкалья обусловлена недостаточностью их изученности, мониторингом экологического состояния экосистем этой зоны, в последнее время активно вовлекаемой в международное рекреационное пространство. Сведения о почвах предгорной полосы и прибрежной зоны восточного побережья Байкала в настоящее время практически отсутствуют или являются обобщенными, и не отражают разнообразия почв и специфики почвообразования.

К экологическим условиям формирования изученных почв относятся особенности климата и

переноса воздушных масс, влияние акватории оз. Байкал, проявление геоморфологических процессов. Опекающее влияние Байкала обуславливает формирование на фоне резкоконтинентального климата Забайкалья –относительно теплого и влажного микроклимата на его побережьях. К восточному побережью озера приурочены аккумулятивные берега низких байкальских террас песчаного и супесчаного состава, нередко подверженные размыву и сопровождаемые оползнями. Наибольшая абразионная деятельность зафиксирована в районе многих населенных пунктов, в том числе и районах исследования: Максимихи, Турки, Усть-Баргузина. Изученные почвы формируются под сосновыми разнотравными, рододендрово-зеленомошными типами леса. Вблизи населенных пунктов Максимиха и Турка диагностированы подзолы, Усть-Баргузина – дерново-подзолы.

Ранее исследователями отмечался локальный характер географического распространения подзолов во всех природных зонах Прибайкалья. Общими особенностями почв является их формирование в условиях промывного водного режима, сильноокислая реакция среды верхних горизонтов, оподзоленный горизонт мощностью 5-10 см, слабая оструктуренность почвенной массы и маломощность всего профиля. Гранулометрический состав почв супесчаный-песчаный с максимальным содержанием илистой фракции - 3%. По распределению ила и тонкой пыли отсутствующие явные признаки элювиально-иллювиальной дифференциации свидетельствуют о его низкой миграционной активности. Кислотное разрушение минералов, особенно биотитовых пластинок, процесс серицитизации, диагностированные на микроуровне, отмечены в подзолистом горизонте. По химическим свойствам почвы имеют однотипный характер распределения по содержанию гумуса, обменных катионов, гидролитической кислотности и железу по Тамму, показатели которых выше в органоаккумулятивных горизонтах. В иллювиальных горизонтах отмечается некоторая тенденция накопления подвижных форм соединений железа.

Условия формирования почв обуславливают довольно активное внутрипочвенное выветривание и разрушение минералов, а также отсутствие железистых пленок на их поверхностях в подзолистом горизонте. Внутрипрофильные изменения в минералогическом составе незначительны, лишь заметно некоторое уменьшение неустойчивых минералов в верхних горизонтах. В иллювиальном горизонте обнаруживаются признаки альфегумусовой миграции, заключающейся в образовании кутан, и процесса партлювации в виде формирования пылеватых скелетан, несущие микроразнональный характер распределения. Формирование грубого гумуса «модер» свидетельствует о замедленной деструкции растительного опада.

Чувствительность изученных почв к рекреационным воздействиям выражается, прежде всего, в трансформации их морфологического облика на разных уровнях организации, параметров водно-физических свойств, структуры и численности доминирующих групп зоологического комплекса почв, относящиеся к показателям ранней диагностики проявления неблагоприятных свойств. В почвах, подвергшихся рекреационному воздействию, в микростроении наблюдается сортировка зерен скелета по размеру вместе с глинисто-гумусовым материалом. При механическом перемешивании происходит их дифференциация в верхних горизонтах. В составе органического вещества преобладают растительные остатки с обуглившимися тканями, а следы деятельности мезофауны и грибные гифы отсутствуют.

В гумусовом горизонте рекреационно-трансформированных почв показатель водопроницаемости снижается в 1,5-4 раза сопряжен с показателем плотности почв, который напротив, увеличивается в 2-5 раз. Таксономический состав мезофауны довольно беден. Основу почвенного комплекса составляют насекомые из 4 семейств. Мезофауна нарушенного варианта почв представлена единственным представителем жесткокрылых - *Rhagium mordax*. Лабильными индикаторами проявления рекреационного воздействия являются показатели химических свойств. Изменение кислотности происходит в сторону подщелачивания почвы. Содержание гумуса в нарушенных подзолах выше, по сравнению с контролем, т.к. увеличивается на начальных стадиях трансформации за счет вдавливания и обогащения горизонта органическим веществом. Аналогично и распределение содержания поглощенного кальция и магния, доступных элементов питания. В дерново-подзолах содержание гумуса снижается, что предполагает более длительные сроки воздействия на них.

МОНИТОРИНГ И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ, НАРУШЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОАО «БАЙКАЛЬСКИЙ ЦБК»

Богданов А. В., Шатрова А.С.

ФГБОУ ВО Иркутский Национальный Исследовательский Технический Университет,
Иркутск, unicorn1990@rambler.ru

Основную массу отходов ОАО «Байкальский ЦБК», не утилизируемых в настоящее время,

составляют осадки шлам-лигнина, складированные в картах-накопителях, расположенных на двух площадках в относительной близости от г. Байкальска. На Солзанской площадке площадью около 105 Га располагаются карты накопителя №1-10 (рис.). На Бабхинской площадке площадью около 33 Га располагаются карты-накопителя №12-14.



Рис. 1. Космическая съемка расположения карт-накопителей №1-10 Солзанской площадки ОАО «Байкальский ЦБК»

Для оценки состояния земель были отобраны образцы проб почвы вблизи карт-накопителей и выполнены исследования в лаборатории экологического мониторинга природных и техногенных сред ФГБОУ ВО ИРНИТУ. Почву исследовали на количественное содержание металлов методом атомно-эмиссионной спектроскопии на приборе ICPE-9000 японской фирмы Shimadzu. Результаты, полученные в ходе проведения КХА, отображены в таблице.

Таблица

Содержание металлов в почве вблизи карт-накопителей ОАО «Байкальский ЦБК»

Элемент, мг/кг	Содержание химических элементов в почве, мг/кг	Региональный фон элементов, содержащихся в почве южного Прибайкалья [1], мг/кг	Превышение регионального фона в N раз.
Co	76	18	4,2
Cu	106	49	2,2
Ni	276	44	6,3
Zn	115	89	1,3
Cr	590	98	6,0
V	153	108	1,4

Как видно из таблицы, содержание некоторых металлов на порядок превышает региональный фон химических элементов, содержащихся в почвах южного Прибайкалья, что может быть связано с их миграцией из осадков шлам-лигнина на поверхность почвы. Также были проведены исследования почвы на ее токсичность, которые показали, что по сравнению с дистиллированной водой (контроль) всхожесть семян кресс-салата, выращенных на почве с площадки ОАО «Байкальский ЦБК» снижается на 15%, также страдает корневая система (средний размер корней у кресс-салата, выращиваемого на дистиллированной воде – 8,9 см, на почве – 3,3 см).

Для рекультивации земель, нарушенных деятельностью ОАО «Байкальский ЦБК» первым делом нужно избавиться от источника их загрязнения, т.е. утилизировать отходы, складированные в картах-накопителях. В качестве примера утилизации отходов можно привести использование зол шлам-лигнина для получения экобетонированной смеси при ликвидации отходов карт-накопителей (решение о выдаче патента от 13.03.2015) или сорбента в случае доочистки поверхностных вод при их сбросе в водоем (патент №.2136599). Высвободившиеся объемы карт-накопителей могут быть использованы для реализации проектов, увязанных с планом социально-экономического развития БПТ, имеющих различную рекреационно-спортивную направленность, рыбозаведение, выращивание сельскохозяйственной продукции, в том числе высокоурожайной для этого района клубники и другие, не запрещенные законом о Байкале виды деятельности.

Литература

1. В.И. Гребенщикова. Геохимия окружающей среды Прибайкалья, Байкальский геоэкологический полигон / Гребенщикова В. И., Лустенберг Э. Е., Китаев Н.А., и др., Новосибирск, изд-во «ГЕО», 2008 г. – 235 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ХОЛОДНЫХ СТЕПЕЙ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

Вишнякова О.В.¹, Лаврентьева И.Н.¹, Убугунов В.Л.¹, Болонева Л.Н.¹,

Убугунов Л.Л.¹, Х. Нгу², W. Ren²

¹Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, ok_vish@mail.ru;

²Grassland Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Hohhot, PRC

Глобальные климатические изменения и экстенсивное использование являются причиной масштабной дигрессии степных территорий. Для сохранения степных экосистем важно объективно оценить их адаптивную способность в изменяющихся условиях с учетом биологической продуктивности, которая является интегральным показателем взаимодействия экологических и антропогенных факторов.

Исследования проводились в пределах российского участка Восточно-Евразийского степного трансекта (Нгу Х., Убугунов Л. et al., 2013) на территории Республики Бурятия, где степи не имеют сплошного распространения и разобщены горно-таежными массивами. Разнообразие степей связано с высотной дифференциацией внутри котловин и прилегающих к ним склонов хребтов. В данной работе рассматривались настоящие степи, так как луговые, опустыненные и криофитные занимают незначительные площади.

Количественная оценка биологической продуктивности степных фитоценозов Западного Забайкалья осуществлялась в первой декаде августа, в период максимального накопления растительной массы. Надземная фитомасса определялась укосным методом с отбором подстилки. Учет подземной массы проводился на тех же участках из 3-5 монолитных почвенных образцов размером 25 см x 25 см послойно через каждые 10 см до глубины 50 см. Общая фитомасса рассчитывалась как сумма надземной и подземной составляющих. Полученные данные статистически обработаны.

Степная растительность исследованных территорий относится к классу *Cleistogenetea squarrosae* Mirkin et al. 1986. Среди настоящих степей доминирующими являются ковыльная (*Stipa krylovii*) и типчаковая (*Festuca lenensis*) формации, различные их варианты с участием *Artemisia frigida*, *Carex duriuscula*, *Potentilla acaulis*, *Neopallasia pectinata*. Видовой состав сообществ насчитывает 13 – 19 видов. Видовая насыщенность – 50 видов на 100 м². Единично встречаются 27 видов – *Iris humilis* Georgi, *Chenopodium Cristatum* L., *Veronica incana* L., *Heteroppapus altaicus* (Willd.) Novopork, *Allium anisopodium* Ledeb., и другие.

Выявлено, что общие запасы растительного вещества варьируют в широких пределах: 4,2-30,6 т/га (V=55%), при среднем значении 17,2 т/га. В целом продуктивность степных экосистем невысокая. Все изученные сообщества относятся к мало и средне продуктивным (Базилевич, 1993), причем последние встречаются только в северной части региона. Запасы сухой надземной фитомассы низкие (0,42-2,58 т/га). Основная доля принадлежит корневой массе, которая достигает 78-97% от величины общей продуктивности. Максимум концентрации корней (54-85%) приурочен к поверхностному 0-10 см слою почвы. Отношение подземной фитомассы к надземной изменяется от 3,5 до 36,2 в зависимости от экологических условий функционирования сообществ, их флористического состава и степени деградации.

Проведенный анализ накопления растительной массы в степных сообществах в широком диапазоне среднегодовых температур от -3,33 до -0,04°C позволил выявить тесную обратную корреляцию между температурой воздуха и общей продуктивностью фитоценозов ($r = -0,965$). Данная закономерность вызвана тем, что при снижении среднегодовой температуры одновременно уменьшается уровень испарения влаги с поверхности почвы, что в свою очередь, приводит к увеличению запасов продуктивной влаги и, как следствие, росту биопродуктивности. Так как в степной зоне основным лимитирующим фактором является недостаток увлажнения. Этим объясняются более высокие запасы общей биомассы в северных степях Бурятии по сравнению с южными. Соотношение средней общей продуктивности северных фитоценозов к южным составляет 2,7, а надземной фитомассы – 1,7. Причем связь между среднегодовой температурой воздуха и отдельными показателями биомассы, такими как надземная масса или корни, слабая.

Среднегодовое количество осадков в степной зоне Западного Забайкалья изменяется в пределах 268-393 мм. Для южного ареала степей выявлена тесная прямая корреляция между среднегодовым

количеством осадков и общими запасами фитомассы ($r = 0,965$). Эта закономерность отмечена и в других регионах со сходными климатическими условиями (Salaetal., 1988; Scurlocketal., 2002; Yangetal., 2010). В северных степях Баргузинской котловины данная зависимость не прослеживается, что связано с узким диапазоном варьирования и более высокими абсолютными значениями количества осадков.

Для оценки комплексного воздействия нарастающих температур и осадков нами был рассчитан показатель эффективности осадков по Де-Мартону (DMi) для вегетационного периода. Согласно проведенным расчетам, несмотря на общее среднегодовое повышение количества осадков, в вегетационный сезон значительно преобладают аридные периоды. Только во время муссонного выпадения осадков климат может изменяться до слегка гумидного. К концу столетия сохранится незначительный аридный тренд, и при увеличении среднегодовой температуры воздуха на 1°C , верхняя граница аридности может сместиться на 300 км севернее. Причем иссушение в степных котловинах Забайкалья будет проявляться интенсивнее из-за пространственной неоднородности распределения осадков в условиях горно-котловинного рельефа, что может привести к снижению продуктивности степей.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ БАСЕЙНА р. М. БОТУОБУЯ

Данилов П.П., Саввинов Г.Н.

Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера СВФУ им. М.К.

Аммосова, Якутск, DanPP@mail.ru

На сегодняшний день естественные ландшафты бассейна р. М. Ботубуя в результате деятельности отраслей промышленности в течение более полувека существенно преобразованы. Степень и характер антропогенной деятельности определяются содержанием геологоразведочных мероприятий на стадии поисков месторождений, инженерно-технологическими условиями их эксплуатации и необходимостью создания инфраструктуры жизнеобеспечения деятельности горнодобывающих предприятий. В результате всего этого, неизбежно нарушены и уничтожены значительные площади естественного почвенного покрова.

Целью исследований является изучение изменений составов и свойств почв бассейна р. Малая Ботубуя в условиях антропогенного воздействия.

Исследования проводились в 2014 г. согласно общепринятых в почвоведении методик и стандартов [1, 2, 3 и др.]. Заложено 40 почвенных разрезов и прикопок. Химические, физико-химические и агрохимические свойства определялись стандартными методиками в лаборатории физико-химических методов анализа НИИПЭС СВФУ им. М.К. Аммосова [Аттестат аккредитации № РОСС RU. 0001.517741].

В настоящее время на исследуемой территории почвенный покров представлен почвоподобными техногенными поверхностными образованиями (ТПО), естественным почвенным покровом и образовавшимися на их стыке антропогенно-преобразованными почвами. По степени трансформации почв исследованная территория нами разделена на участки макро-, мезо- и микроантропогенного воздействия. Проведенные почвенные исследования направлены на изучение почв вышеуказанных трех категорий земель.

К участкам макроантропогенного воздействия отнесли площади, где полностью изменен естественный природный ландшафт, уничтожен естественный почвенный покров или/и снят верхний органогенный и другие горизонты почв. К таким участкам относятся территории карьеров, сформированных отвалов пустых пород, площади, попавшие под хвостохранилища и другие промышленные площадки. На этих территориях можно зафиксировать начальные стадии почвообразования. Здесь поверхность представлена техногенными поверхностными образованиями, которые согласно «Классификации и диагностики почв России» (2004) подразделены на следующие группы: *квазиземы*, которые сформированы в основном на селитебных зонах г. Мирный и п. Алмазный; *натурфабрикаты* представлены в основном поверхностью промышленных площадок, отвалов пустых пород карьеров «Мир», «Интернациональная», «ХХIII парт.съезд», «Водораздельные галечники» и часть дражного полигона «Ирелях»; *артифабрикаты* – это различные свалки города и промышленных предприятий; *токсифабрикаты* – это грунты хвостохранилищ ОФ № 3, 5 Мирнинского горно-обогатительного комбината.

К участкам мезоантропогенного воздействия отнесены территории с частичным изменением естественного почвенного покрова, т.е. где наблюдается сильное засоление антропогенного (техногенного) происхождения, сильное уплотнение или чрезмерное обводнение почвенного

профиля и т.д. Так же к этой градации можно отнести участки, где в почвенном профиле проявляются морфологические трансформации, вызванные техногенным воздействием химически агрессивных веществ. Применительно к данной территории, к участкам мезоантропогенного воздействия относятся селитебные зоны, участки земель, прилегающие к отвалам, насыпным автодорогам, дамбам и др. территории, где впоследствии произошло изменение водного режима и трансформация морфологических признаков почв. Особенно эти изменения отражаются на состоянии растительности в виде полос «мертвого леса» вокруг отвалов и хвостохранилищ, где не произошло механического нарушения почвенного профиля, но при этом зафиксировано химическое загрязнение. Здесь почвенный покров представлен химически-преобразованными почвами, аквazeмами и химически преобразованными аквazёмами, которые относятся к антропогенно-преобразованным почвам. В частности, они зафиксированы в долине руч. Тымтайдах, по периметру отвалов пустых пород карьера «Мир», ниже плотины хвостохранилища III очереди ОФ №3 на правом берегу р. Чуоналыр и др.

К участкам микроантропогенного воздействия относятся площади, подвергшиеся опосредованному загрязнению с небольшими коэффициентами концентрации относительно регионального и локального фона. В данном случае, по нашему мнению, это остальная часть прилегающей к промышленным объектам территории. Здесь почвенный покров представлен хемозёмами, относящиеся к антропогенно-преобразованным почвам. К ним мы отнесли довольно большую территорию, охватывающую периметр Мирнинской промышленной площадки.

Таким образом, на основе «Классификации и диагностики почв России» (2004) систематизированы сформированные на исследуемой территории ТПО и антропогенно-преобразованные почвы. В целом, обобщая полученные результаты можно прийти к выводу, что на исследуемой территории, особенно на участках макро- и мезоантропогенного воздействия, наблюдается активизация засоления. В основном аккумуляция происходит на поверхности, в верхних слоях образований или горизонтах почв. Данный факт, кроме деятельности человека, может быть связан с изменениями современного климата. Так как известно, что при уменьшении количества атмосферных осадков (и в целом аридизации климата) интенсивно происходит засоление земель, связанное с внутрпочвенными восходящими потоками. Следовательно, можно ожидать динамичное увеличение площадей антропогенно-преобразованных почв и переход хемозёмов к химически преобразованным почвам.

CROP DIVERSITY IMPROVES SOIL FERTILITY ON NEWLY-RECLAIMED DESERT SOILS IN NORTHWESTERN CHINA

Xiaofei Li¹, Chengbao Wang², Ping Wang³, Lingguo Gui³, Sicun Yang², Weiping Zhang¹, Long Li¹

¹Beijing Key Laboratory of Biodiversity and Organic Farming, Key Laboratory of Plant and Soil Interactions, Ministry of Education and College of Resources & Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing, 100193, China; ²Institute of Soils, Fertilizers and Water-Saving Agriculture, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, 730070, China; ³Institute of Agricultural Resources and Environmental Sciences, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan, 750011, China
lilong@cau.edu.cn (Long Li)

There are large amount of reclaimable lands in arid areas of northwest China where irrigation is available. Most of these reclaimed soils are usually characterized by poor soil structure and low fertility. Thus, it is important to improve structure and fertility of the reclaimed soils.

Two long-term field experiments initiated in 2009 were conducted at the soils which were reclaimed for 3 years at Hongsibu in Ningxia (Exp. 1) and for 25 years at Jinyuan in Gansu (Exp. 2), China. The Exp. 1 was three factorial design, where first factor included inoculation with rhizobium or not, and the second factor included five N application rates (0, 75, 150, 225 and 300 kg N ha⁻¹), and the third factor were continuous faba bean, maize, and faba bean/maize intercropping. The Exp. 2 was two-factorial design, where main factor was P application rates (0, 40, 80 kg ha⁻¹) and the second factor was cropping systems, including faba bean/maize, soybean/maize, chickpea/maize, turnip/maize, and their corresponding monocultures. Each treatment has three replications in both field experiments. Productivities, soil physical and chemical properties (bulk density, water-stable aggregates, infiltration, compactivity, soil organic matter, total N, Olsen-P, Exchangeable K, CEC, and pH), and some enzyme activities were measured in the 4th (2012) and 5th (2013) year of both field experiments.

There were significant grain yield advantages of intercropping relative to sole-cropped systems, and the yields were gradually increased with increasing years in both sites. Amount of large macro-aggregates (> 2

mm) were substantially increased by faba bean/maize intercropping compared with monocropped faba bean (704 g kg^{-1} vs 583 g kg^{-1}) in the Exp. 1. While N fertilizer hardly affected water stable aggregates. Moreover, *Rhizobium* bacteria resulted in the reduction of large macro-aggregates and mainly influenced the free silt and clay particles in the Exp. 1. Maize/legume or turnip intercropping exhibited a significant 32-55% increase of large macro-aggregates ($> 2 \text{ mm}$) concentration in comparison with legumes or turnip grown alone. Continuously annual P additions and continuous turnip cropping could be less favorable for water stable aggregates in the Exp.2. Soil organic matter and total N were increased significantly by intercropping compared to monocropped maize (6.86 g/kg and 0.27 g/kg vs 6.03 g/kg and 0.22 g/kg) in the Exp. 1. Soil organic and total N in Exp. 2 presented similar trends to Exp. 1. Soil enzymes were less changed by intercropping compared to sole cropping.

In summary, the larger water-stable aggregates, organic matter and total N in soils were significantly increased after 3 years of intercropping compared with monocropping, especially in newly reclaimed soils. Therefore, intercropping not only enhances crop productivity, but also improves soil fertility in terms of soil structure, organic matter, and total N etc. in newly-reclaimed desert soils.

МЕРЗЛОТНЫЕ ПОЧВЫ БУРЯТИИ И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Пигарева Н. Н., Убугунов Л. Л.

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, pygareva@mail.ru

В Бурятии широко распространены почвы, формирующиеся в условиях криолитозоны (Витимское плоскогорье). По агроклиматическому районированию Витимское плоскогорье относится к самому морозоопасному, в пределах умеренной зоны, континентальному восточносибирскому климатическому типу.

Все мерзлотные пахотнопригодные почвы Бурятии относятся к мерзлотному типу температурного режима, по увлажнению – к периодически промывному мерзлотному типу.

Проведенными почвенно-картографическими исследованиями выявлено около 20 тыс. га мерзлотных почв, пригодных для сельскохозяйственного использования.

Агрохимическое картирование показало, что пахотнопригодные мерзлотные почвы характеризуются в верхнем слое высоким содержанием гумуса и общего азота.

По оценке гумусного состояния мерзлотных почв содержание гумуса, его распределение по профилю, обогащенность азотом, степень гумификации, состав гумусовых веществ есть отражение биоклиматических условий криолитозоны. По мере возрастания гидроморфности мерзлотных почв увеличиваются содержание гумуса и процент фульвокислот, снижаются количество гуминов, степень гумификации, обогащенность гумуса азотом.

Азотный фонд мерзлотных почв Бурятии в основном представлен негидролизруемыми и трудногидролизруемыми соединениями, которые устойчивы к минерализации и слабо вовлекаются в активный биологический круговорот.

Для мерзлотных почв Бурятии характерно высокое содержание валового фосфора. Валовой фосфор до 66% представлен фосфатами органических соединений, содержание минеральных фосфатов в 0-20 см слое мерзлотных почв составляет 32-69%. Минеральные фосфаты преобладают над органическими в более теплых по гидротермическим условиям лугово-черноземных, дерново-карбонатных мерзлотных почвах. Почти во всех мерзлотных почвах, кроме лугово-черноземной, большая часть суммы минеральных фосфатов (до 74%) представлена высокоосновными, труднорастворимыми фосфатами Ca-P_{111} , что сдерживает доступность растениям минеральных фосфатов.

Исследуемые мерзлотные почвы характеризуются высоким содержанием валового калия, количество которого часто превышает 3%. Основное количество калия сосредоточено в минеральной части и составляет 82-96% от валового его содержания, характеризуя потенциально доступный растениям калий почвы.

Вследствие короткого периода биохимической активности даже при высоких запасах гумуса и азота в перегнойно-аккумулятивном горизонте мерзлотные почвы отличаются низким содержанием доступных для растений элементов питания.

В последние годы в криолитозоне Бурятии большая часть пахотных угодий заброшена, вновь образованная залежь зарастает лугами, занимая до 90% от сельскохозяйственных угодий. Многолетние травы наиболее перспективны для кормопроизводства, так как они полнее используют почвенно-климатические ресурсы, не требуют ежегодных энергоемких перепахивок и посева.

Современное состояние биологической продуктивности луговых ценозов севера Бурятии с показателями 120-370 ц/га общей сухой массы оценивается как низко- и среднепродуктивные.

Одним из наиболее действенных приемов повышения продуктивности и улучшения кормовой ценности трав являются удобрения. Улучшение экологических условий, связанных с изменением пищевого режима, усилило рост и развитие лугового ценоза.

Результаты агрохимических опытов, проведенных на лугово-черноземной мерзлотной почве, показали, что на контроле продуктивность луговых трав составила в среднем за 3 года 2,2 т/га. При внесении фосфорных удобрений продуктивность луга на варианте Р40 составила 3,1 т/га сена, прибавка от контроля – 38%. На 1 кг д.в. удобрения получено 21 кг сена, чистый доход при этом составил +1250 рублей/га.

Продуктивность луговых трав повышалась при совместном внесении азотно-фосфорных удобрений в дозах N40P40, N60P200, N120P200. Увеличение фитомассы на удобренных вариантах происходило в основном за счет высоты растений (до 50 см на удобренных вариантах при высоте на контроле до 30 см).

Применение минеральных удобрений оказывает влияние на качество луговых трав. Под влиянием удобрений увеличивается содержание в травостое азота, сырого протеина, золы и зольных элементов.

Таким образом, при высоком потенциальном плодородии мерзлотные почвы характеризуются низким содержанием доступных для растений питательных веществ. В экстремальных условиях криолитозоны для развития животноводства – главной отрасли сельскохозяйственного производства Бурятии наиболее перспективны кормовые травы. Благодаря достаточной влажности мерзлотных почв высока эффективность минеральных удобрений. Дозы удобрений определялись гидротермическими условиями и типом почв. Применение минеральных удобрений на мерзлотных почвах служит важнейшим фактором повышения продуктивности луговых трав и повышения их эффективного плодородия.

ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ МЫШЬЯКОВИСТОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ МО «Г.СВИРСК» ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Чайка Н.В.

ИРНИТУ, Иркутск, odu38@mail.ru

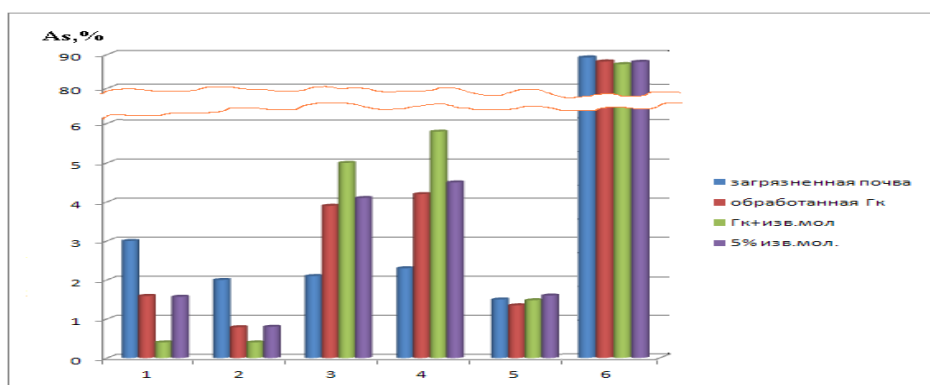
На сегодняшний день существует комплекс проблем, которые требуют незамедлительного решения, связанные с образованием и накоплением токсичных отходов. Особо опасны техногенные источники горно-перерабатывающей промышленности, содержащие мышьяк, которые долгое время могут оставаться активными, т.е. способными к химическим превращениям и миграции под действием естественных природных условий. До недавнего времени таким источником являлись отходы промплощадки бывшего Ангарского мышьяковистого завода (АМЗ) Черемховского района Иркутской области, который в период с 1934 по 1949 гг. осуществлял выпуск триоксида мышьяка. Техногенный источник имел общую площадь 13 га с общим содержанием мышьяка 1600 т. Ситуация обострялась еще и тем, что источник был расположен, в 500 м от реки Ангары, и на протяжении более 70 лет оказывал мощное антропогенное воздействие на все объекты окружающей среды района верхней части Братского водохранилища с общей площадью в 150 км². [1]

В рамках Федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009-2014)», а также областной программы «Защита окружающей среды в Иркутской области» на 2006-2015 годы, ВПО ИРГТУ были проведены работы по ликвидации данного источника. Отходы были обезврежены и захоронены. Однако, несмотря на ликвидацию источника, вся территория МО «г. Свирск» и прилегающих дачных садоводств общей площадью 25 км², до настоящего времени остается загрязненной, с превышением концентраций в почве в десятки и сотни раз.

Оптимальным вариантом для ремедиации почв на наш взгляд является методика в основу, которой входит использование модифицированных гуминовых кислот. Гуматы комплексно воздействуют на почву, увеличивая ее защитные свойства. Данное свойство особенно актуально в условиях повышенного загрязнения почвы соединениями мышьяка. При внесении их в почву, тяжелые металлы переходят в нерастворимые малоподвижные комплексы, которые перестают участвовать в круговороте веществ в почве.

Для определения возможности использования гуминового препарата на загрязненных почвах был поставлен модельный опыт с использованием искусственно загрязненной почвой с такими же характеристиками, что и исследуемый объект. Модельные образцы почв с определенной концентрацией загрязняющего вещества обрабатывались исследуемыми веществами-детоксикантами и подвергались отмывке различными экстрагентами. После завершения элюирования выделенные

фракций вытяжек содержащие мышьяк подвергались количественному анализу. Фракционный состав вытяжек на примере элюатов содержащих мышьяк представлен на рис. 1.



1-водорастворимые соединения мышьяка –экстрагент - бидистиллированная вода; 2-обменные катионы мышьяка - экстрагент - раствор $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; 3-специфически сорбированные катионы мышьяка - экстрагент - ацетатно-аммонийный буферный раствор; 4-мышьяк связанный с органическим веществом - экстрагент- пиродифосфат калия; 5-мышьяк, связанный с железистыми минералами экстрагент - реактив Тамма; 6-мышьяк, связанный с алюмосиликатами - экстрагент - смесь концентрированных азотной и хлорной кислот.

Рис. Фракционный состав элюатов, содержащих мышьяк, %

Полученные первые две вытяжки (1,2 фракции) характеризуют подвижные формы мышьяка и являются, контрольными показателями почвенного микроэлементного питания растений. Возрастание концентрации мышьяка в выделенных фракциях увеличивается в следующей зависимости (рис.1), органоминеральный комплекс => гуминовая кислота => 5% известковое молоко => не обработанная почва. Ко второй группе вытяжек (фракции 3,4 – малоподвижные формы) относится часть микроэлементов в составе карбонатов, органических и аморфных веществ в виде гидроксидов Fe, Mn и Ca. Увеличение концентраций содержания мышьяка в фракциях выражается следующей зависимостью (рис.1), не обработанная почва => 5% известковое молоко => гуминовая кислота => органоминеральный комплекс.

Таким образом, концентрации подвижных форм мышьяка в выделенных фракциях после обработки почв модифицированным органоминеральным комплексом в сравнении с исходными реагентами ниже до 6 раз, а во второй фракции - малоподвижные формы, содержание нерастворимых форм мышьяка возрастает в 4 раза. Концентрация мышьяка в почве обработанной модифицированным органоминеральным комплексом на уровне или ниже ПДК.

Литература

1. Богданов А.В., Федотов К.В., Качор О.Л. Разработка научных и практических основ рекуперативной технологии экобетонирования мышьяк содержащих отходов горно-перерабатывающей промышленности: монография. - Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2014. – 183с.

ОТВЕТНАЯ РЕАКЦИЯ ПОЧВ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ПИРОГЕННОГО ФАКТОРА

Шахматова Е.Ю.

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, ekashakhmat@mail.ru

Воздействие пожаров не всегда учитывается при исследовании почв, и пожары не относятся к числу основных факторов почвообразования. Несмотря на это, в литературе имеются доказательства как прямых, так и косвенных влияний пожаров на почвы, отмечается важность пирогенных процессов в почвах, а также подтверждается роль пирогенного фактора как важного агента, влияющего на функционирование и развитие почв лесных экосистем.

В Селенгинском среднегорье (Западное Забайкалье) пожары ежегодно и на длительное время выводят из равновесия тысячи гектаров леса. Высокая пожароопасность лесов обязана резко континентальному климату и населенности территории.

Цель данных исследований – проследить ответную реакцию почв на влияние пожаров в сухих сосновых лесах Селенгинского среднегорья и оценить ее особенности (степень и длительность ее проявления) в почвах.

Исследуемая территория приурочена к сосновым массивам IV-V классов бонитета и расположена на территориях Заводского и Талецкого лесничеств республики Бурятия. Объектом исследований явились дерново-подбуры иллювиально-железистые и полициклические почвы с

погребенными профилями дерново-подбуров, которые ранее подвергались интенсивному пирогенному воздействию и приурочены к делювиальным шлейфам склонов.

Были заложены пробные площади (ПП) на разновозрастных гари в сосняках, которые пройдены низовыми пожарами средней интенсивности и в данный момент находящиеся на различных стадиях сукцессионного развития растительности. На ПП определялись интенсивность и давность пожаров, измерялись мощность и запасы подстилки, определялась водопроницаемость почв, закладывались почвенные разрезы, изучалась морфология почв, отбирались образцы почв на физико-химические исследования.

Выявлено заметное пирогенное воздействие на строение почв, как с развитыми профилями, так и формирующихся полициклических почв, которое отвечает изменением морфологических свойств не только органических, но и минеральных горизонтов. В дерново-подбуров на свежих гари наблюдается деградация подстилки и гумусового горизонта, изменяется их окраска, и присутствуют углистые частицы.

В верхних пирогенных горизонтах почвы свежей гари заметный рост показателей объемной (ОМ) и удельной массы (УМ) связан с их уплотнением, а уменьшение значений общей порозности – с ухудшением в них аэрации в результате уменьшения объема влагопроводящих пор. В полициклической почве показатели ОМ и УМ высокие по всему профилю, что связано с периодическим послепожарным смывом и отложением песчаных наносов в средней и нижней частях склонов. Наблюдается ухудшение порозности как в верхних горизонтах дерново-подбуров, так и по всему профилю полициклических почв. Выявлено, что низкие показатели гигроскопической влаги (ГВ) в верхних горизонтах почв на свежей гари – признаки недавнего сгорания органического вещества, а низкие показатели ГВ погребенных гумусовых горизонтов полициклической почвы – результат частых пожаров, при которых отсутствуют условия, необходимые для формирования свежего органического вещества в почвах и накопления в них влаги. Следует отметить заметное ухудшение водопроницаемости почв, определяемой коэффициентом фильтрации воды, в первый послепожарный год и ее неудовлетворительные показатели спустя 4 года после пожара.

В почвах после пирогенного воздействия, в большей степени, изменяются их химические показатели. При сгорании органики в верхних горизонтах почв происходит высвобождение значительных концентраций зольных веществ, что и накладывает отпечаток на изменение таких показателей, как реакция среды, гумус, азот, обменные катионы. С увеличением возраста гари значения pH, обменных катионов, аморфного железа и гумуса уменьшаются, а содержание азота возрастает. Это связано с тем, что реакция почв на пирогенное воздействие угасает или частично стирается. В полициклической почве проявляются пики, отражающие содержание этих веществ в профиле и связанные с лучшей сохранностью реакции почв на былые пожары.

Выявленные послепожарные трансформации морфологических, физико-химических, водно-физических показателей в дерново-подбуров и полициклических почвах являются не просто их ответной реакцией на пирогенное воздействие, а четким сигналом, отражающим состояние почв как сразу после воздействия пожара, с учетом их силы и интенсивности, так и спустя определенный период времени.

Таким образом, наблюдается определенная зависимость степени пирогенной реакции от давности и интенсивности воздействия пожара на почву. Недавнее воздействие пожара средней интенсивности на почву отмечено сильной реакцией комплекса ее свойств. Для почвы на 3-летней гари характерны слабые изменения изучаемых показателей. При отсутствии пожара более 10 лет реакция на пирогенное воздействие в исследуемых почвах практически стирается. Длительное проявление пирогенных признаков в полициклических почвах связано с частыми нарушениями их системных связей.

СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ

КРИОГЕННЫЕ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СЕВЕРА СРЕДНЕЙ СИБИРИ НА ЛИСТАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЧВЕННОЙ КАРТЫ (ГПК)

Ананко Т.В., Конюшков Д.Е., Шубина И.Г.

Почвенный институт им. В.В. Докучаева ФАНО, Москва, dkonyushkov@yandex.ru

1. В отделе генезиса, географии, классификации и цифровой картографии почв Почвенного института им. В.В. Докучаева продолжается работа по неизданным листам ГПК Севера Сибири: вносятся коррективы по данным новой космической информации, проводится районирование, составляются объяснительные записки. Согласно последней рабочей программе ГПК (Соколов, 1986), криологическое состояние почв напрямую отражено на карте: выделены группы почв с длительной сезонной и постоянной мерзлотой; последние разделены на сухо- и льдистомерзлотные почвы с глубоким (>1 м) и мелким (<1 м) протаиванием. Особо выделяются почвы, подстилаемые высокольдистыми ледово-минеральными отложениями. Дифференциация почвенного покрова на микро- и мезоуровнях определяется комплексом криогенных процессов. Ведущими являются морозобойное растрескивание и криогенная сортировка грунтов, криогенное пучение, термокарст и криосолифлюкция. Их проявление зависит от литолого-геоморфологических условий и отражаются в типах криогенных структур почвенного покрова (КСПП) и в характере рисунка на космических снимках.

2. Наиболее разнообразны *КСПП плато, сложенных плотными карбонатными породами*. Тяжелые слабощебнистые дериваты этих пород, вскипающие с поверхности, характеризуются высокой льдистостью (до 50%) и подвержены *полигональному растрескиванию и пучению* с формированием *мелкополигонального бугорковато-трещиноватого комплекса* тиксотропных криоземов бугорков и торфянистых почв западин-трещин под северотаежными мохово-лишайниковыми листовенничниками с елью. Термокарст развит слабо. Послепожарная активизация пучений отражается в динамике пятен голого грунта на бугорках. На склонах КСПП осложняются *криосолифлюкцией*. На выпуклых участках покатых ступенчатых склонов образуются пятна голого грунта, зарастающие дриадой, мелкими осочками, кустистыми лишайниками; в летний период почвы иссушаются. Формируется *неупорядоченно пятнистый комплекс* выходов пород и маломощных щебнистых перегнойно-грубогумусовых почв. В нижних частях склонов на мощных солифлюкционных отложениях под моховыми листовенничниками формируются вытянутые вдоль склонов *бугорковато-полосчатые* тиксотропных криоземов бугорков и торфянистых глееватых почв понижений. Для склонов, осложненных деллями, характерны мезосочетания тиксотропных криоземов основной поверхности и торфянисто-глеевых почв деллей под моховыми листовенничниками. *Наименьшая выраженность криогенных процессов* характерна для склонов, сложенных устойчивыми к выветриванию доломитами. На них преобладают перегнойно-карбонатные почвы под листовенничными голубичными лесами в сочетании с выходами скальных пород. В условиях неотектонических поднятий чехол рыхлых продуктов выветривания практически отсутствует. Отчетливы процессы *мерзлотной сортировки и полигонального растрескивания*. Характерны *нанополигональные или полосчатые (на склонах) комплексы* карбонатных почв тундровых пятен и мелких перегнойно-гумусовых щебнистых карбонатных почв трещинных зон, сочетаемые с выходами пород. На карбонатных породах, перекрытых мощным (3–10 м) чехлом тяжелых высокольдистых отложений развиты процессы *термокарста* с образованием мелких озер. Формируются *округло-пятнистые бугорковато-кочкарные комплексы* торфянисто-перегнойных глеевых и торфянистых почв под заболоченными моховыми ерниковыми лесами и редколесьями межозерковья и торфянисто-глеевых и торфяных почв приозерковых осоково-пушицево-сфагновых болот. На более легких, лучше дренированных отложениях под мохово-лишайниковыми листовенничниками (с березой) преобладают *бугорковатые комплексы* тиксотропных криоземов или палево-криоземов с торфянисто-перегнойными глееватыми почвами.

3. Для плотных кислых метаморфических пород Анабарского плоскогорья и пород траппового комплекса плато Путорана характерны *крупноглыбовое выветривание, полигональное растрескивание и сортировка грунта*. Широко развиты *курумы*. Преобладают сочетания выходов пород и *каменно-многоугольниковые* (на склонах – *полосчатые*) комплексы каменных бордюров и кислых палевых почв и/или подбуров (Анабар) или подбуров охристых и подбуров темных (Путорана) под дриадово-лишайниковой или лишайниково-моховой тундрой. С накоплением мелкозема в аккумулятивных частях склонов под ерниковой тундрой появляются торфянисто-перегнойные (гомогенные) криоземы. Разница в характере эрозионного расчленения и ярусности рельефа заметны в общем рисунке

почвенного покрова.

5. *Формирование полигонально-жильных льдов и развитие термокарста* характерно для аккумулятивных ландшафтов заболоченных пойм и крупных озерных депрессий. В долинах крупных рек и на Анабаро-Оленекской низменности образуются *полигональные и полигонально-валиковые комплексы* торфянисто-глеевых (аллювиальных) почв полигонов, торфянисто-перегнойно-глеевых почв дренированных валиков и торфяных почв трещин.

6. Закономерности географии криогенных процессов и форм почвенных комплексов определяются литолого-геоморфологическими условиями. Роль климатической дифференциации менее выражена, однако она проявляется в общей направленности почвообразования: нейтральной аккумулятивно-метаморфической в центральной и восточной частях и кислой элювиально-иллювиальной в западной части севера Среднесибирского плоскогорья.

ПОЧВЫ ПОЛИГОНАЛЬНО-ВАЛИКОВЫХ ТУНДР СЕВЕРА ЯКУТИИ

Иванова А.З., Десяткин Р.В.

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, madalexia@mail.ru

Почвы Северной Якутии развиваются в условиях сплошного распространения многолетнемерзлых пород и в связи с трудной доступностью остаются слабо изученными. Самые ранние сведения о северных почвах Якутии встречались в докладах К.К. Никифорова (1919), В.Н. Сукачева (1911), основанных на результатах почвенно-ботанических экспедиций Переселенческого управления в 1908-1914 гг., проводившихся под руководством К.Д. Глинки. В 30-х годах вышло несколько обобщающих обзорных работ по северным почвам И.М. Иванова (1931), Ю.А. Ливеровского (1934), Е.И. Цыпленкина (1937), во многом противоречивые в отношении к специфичности тундрового глеевого почвообразования и влиянию многолетней мерзлоты на процессы формирования почв. Но до середины XX века основная направленность в изучении северных почв заключалась в систематизированном обзоре почв именно Европейской части СССР (Маляревский, 1926, 1929; Самбук, 1927; Ратманов, 1930; Городков, 1935, Иванова, 1943, 1944 и др.). И более или менее плановый подход к изучению почв и почвенного покрова тундровой и северотаежной зон Дальнего Востока начал существовать с 50-х годов прошлого столетия, когда стали проводиться сборы фактического материала во время экспедиций, связанных с подготовкой почвенной карты СССР масштаба 1:1000000. Изыскания проводились на территории бассейнов Яны, Колымы, Индигирки, Лены. Имеются публикации Л.В. Тетериной и Л.Г. Еловской, которые относятся к периоду с 1958 по 1976 гг., Н.А. Караваевой (1960, 1963, 1969, 1970), В.О. Таргульяна (1960, 1963, 1970, 1971), Е.Н. Ивановой (1965) и др. В последние десятилетия также появились работы, дающие более детальное представление о структуре почвенного покрова и характере почвообразования Приморских низменностей Якутии (Федоров-Давыдов, 1998, 2002, 2004; Макеев, 1998, 2002; Губин, 1991, 2004; Фоминых, 1997; Фоминых, Золотарева, 2004; Мергелов, 2007; Десяткин, 2008 и др.).

Исследователи обосновали практически специфику глеевых процессов в условиях вечной мерзлоты, доказав, что почвы в данном регионе, хотя и имеют иногда признаки поверхностного оглеения, в основном характеризуются оглеением в минеральных горизонтах, усиливающимся в надмерзлотной части профиля. Также было установлено, что слабая дифференцированность профиля тундровых почв Якутии связана с ничтожной водопроницаемостью глинистых и глееватых почв, что в свою очередь приводит к замедленному удалению подвижных продуктов почвообразования, а неудовлетворительные физические свойства почвы обусловлены оглеением, слабой порозностью и регулярной сменой анаэробных условий почвообразования.

На северо-востоке Якутии в тундровой зоне в районе дельт крупных рек (Яна, Колыма, Алазея и т.д.) выделяются северные и южные тундры. В пределах северной тундры на территории приморской низменности с приморским луговым ландшафтом граничат полигонально-валиковые пушицево-лишайниково-зеленомошные тундры. Полугидроморфные почвы валиков представлены мерзлотными тундровыми торфянисто-глееватыми почвами, встречающимися в комплексе с мерзлотными торфяными почвами мезопонижений (полигонов). Такие почвы формируются при сочетании повышенного дренажа самого валика и обводненности окружающих участков. Валик в таких условиях выполняет функцию задержания поверхностных и надмерзлотных вод. Почвы оттаивают лишь до 30 см (строение почвы О-АТ-Bg(BCg)), под моховой подушкой залегает торфянистый грубогумусный горизонт мощностью до 10 см, минеральная толща не дифференцирована и имеет слабые признаки оглеения. Реакция среды кислая (рН 4,5-4,7), гранулометрический состав минерального горизонта супесчаный. Содержание органического вещества в верхнем торфянистом горизонте очень высокое (64,6%), в минеральная толща содержит много гумуса (до 10%). Относительно высокое содержание

гумуса в нижних горизонтах, возможно связано с процессами ретинизации, под которым понимают процесс передвижения водорастворимого органического вещества к фронту мерзлоты (Таргульян, 1971). В таких случаях большую роль играет фульватный состав гумуса почв, сформированных под тундровой растительностью. Усиливающей эффект накопления гумуса в нижних слоях почвы возможно дают небольшая мощность почвы и участие большое количество внутрипочвенного детрита. Гидролитическая кислотность уменьшается при продвижении вниз по профилю (от 62 до 15 ммоль/100г). Почвы не насыщены основаниями (до 17-22%).

Профиль почвы в понижениях почти целиком состоит из торфяного материала и в виду хорошей теплоизоляции имеет очень небольшую мощность протаивания (20-25 см). Содержание органического вещества очень высокое по всему профилю (ППП 32-69%). Реакция почвенной среды слабокислая (pH 4,9-5,0). Гидролитическая кислотность сравнительно высокая (30-52 ммоль/100г), максимумы распределения находятся в нижней и верхней частях профиля, и указывает на характер распределения содержания органического вещества. Почвы слабо насыщены основаниями (26-37%) – относительно высокое содержание оснований по сравнению с почвами валиков, видимо, объясняется повышенным содержанием данных элементов в органическом материале торфяных горизонтах.

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГИПСОНОСНЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРИАНГАРЬЯ

Киселева Н.Д., Лопатовская О.Г.

Иркутский Государственный Университет, Иркутск, nata_kis71@list.ru

Почвы являются самостоятельным природным телом, и обладают рядом особенностей, важнейшим из которых является профильное строение генетических горизонтов. Эти особенности положены в основу субстантивно-генетической классификации новой классификационной системы почв России (2004), где морфологические характеристики почвенных горизонтов отражают условия формирования почв.

На территории Южного Приангарья, среди многообразия почв, встречаются особые почвы, имеющие в своем профиле гипс различного генезиса и форм. К ним, в основном, относятся дерново-карбонатные почвы. На их формирование оказывают влияние продукты выветривания и переотложения кембрийских осадочных пород. Эти породы образовались в период, когда территория области была занята водами моря. Климат был жаркий и сухой, в результате чего происходило сильное испарение, увеличивалась концентрация солей, которые затем выпадали в осадок. В настоящее время, в определенных позициях рельефа, наблюдается выход на дневную поверхность (резекспонирование) гипсоносных почвообразующих пород. Совместное влияние биоклиматических условий (наличие мерзлоты), строения поверхности, пород определили своеобразие Приангарских почв.

В качестве объектов исследования были выбраны почвы расположенные на повышенных элементах рельефа, подстилаемые верхнекембрийскими породами, а также почвы, находящиеся в пониженных формах рельефа, сформированные на продуктах выветривания и переотложения гипсоносных пород. Кроме того, почвообразующая порода представлена элюво-делювием и делювием карбонатных пород.

В почвах, формирующихся на склонах водоразделов, отмечается ряд сходных признаков. К таковым относятся: выраженный темный (иногда серо-бурый) гумусовый горизонт, мощностью до 40-50 см, мелко-комковато-зернистой структуры.

Под ним залегает не выраженный иллювиальный горизонт. Этот горизонт чаще всего имеет буровато-красноватый или красноватый оттенок. Такой цвет обусловлен особенностями подстилающих пород - верхнекембрийские доломиты и мергели. Красноцветность определяется окислами железа, интенсивно пропитывающем почвенные горизонты. Очень часто, внутри почвенного профиля четко вырисовываются осветленные горизонты скопления гипсовых и карбонатных новообразований. При полевом описании почв, уже с поверхности отмечается бурная реакция от соляной кислоты выраженная реакция с BaCl₂ (подтверждает наличие гипса в профиле). Структура почв в основном комковато-зернистая, гранулометрический состав среднесуглинистый. При мезоморфологическом исследовании выявлено незначительное наличие биологических новообразований. Карбонатные и гипсовые новообразования могут быть обнаружены в любой части почвенного профиля. Форма их разнообразна: обильный псевдомицелий, локально и диффузно-разбросанная белоглазка, корочки, бородки в нижней части почвообразующей породы, а так же мелкокристаллический гипс – гажа.

Почвы, находящиеся в поймах рек, имеют более мощный гумусовый горизонт темно-серого, до черного цвета с буроватыми оттенками. Под ним залегает осветленный горизонт, содержащий

мелкокристаллические скопления гипса, и далее выделяется погребенный гумусовый горизонт светло серого цвета подстилаемый слоистыми отложениями иллювиального происхождения. Оглеение – это типичный признак пойменных почв. Окраска глеевых и оглеенных горизонтов в таких почвах от оливковой до серо-голубой и голубой. Вскипание от соляной кислоты по всему профилю с поверхности, а так же выраженная реакция с BaCl_2 . Структура комковато-зернистая, грансостав в основном среднесуглинистый, с утяжелением вниз по профилю. При мезоморфологическом исследовании выявлены биологические новообразования в гумусовом горизонте, с признаками активности мезофауны. Большое количество растительных остатков разной степени разложённости. Признаки гидроморфизма проявляются не только в глееватости, но и в наличии обломков раковин малакофауны. Наличие химических новообразований: солевые корки, псевдомицелий, мучнистые мелко-кристаллические присыпки в межагрегатном и внутриагрегатном пространстве.

Особенности строения почвенного профиля: красноцветность, гипсоносность, карбонатность, к сожалению, не позволяют отнести их к той или иной классификационной единице. Это, в свою очередь затрудняет присвоение им типового названия и корреляцию с последними классификациями, что несомненно, требует обсуждения. Так, например, в «Классификации почв России» (2004) и WRB не представлены дерново-карбонатные почвы, формирующиеся на красноцветных гипсоносных породах. О.В. Макеев, в свою очередь, среди дерново-карбонатных почв выделял два рода: на известняках – рендзины, а на карбонатно-силикатных породах это дерново-карбонатно-силикатные почвы – парарендзины.

МОРФОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И СУБСТАНТИВНО-ПРОФИЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ ВЫСОТНЫХ ПОЯСОВ ХРЕБТА МОЛЕБНЫЙ КАМЕНЬ (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)

Самофалова И.А.

ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, samofalovairaida@mail.ru

Контрастные экологические условия и почвенно-растительный покров в горных ландшафтах формируются под воздействием сложного комплекса факторов. Горные почвы Урала начали изучать позже, чем других горных систем. В Пермском крае уникальные биоценозы Северного Урала представлены в государственном природном заповеднике «Вишерский». Разнообразие и особенности почв Северного Урала в пределах Пермского края исследованы слабо, в заповеднике изучение почв практически не проводилось.

Цель исследований: изучить морфолого-генетические особенности почв в системе высотного градиента горно-тундрового, подгольцового и горно-лесного поясов хребта Молебный камень, а также определить классификационное положение почв. Предмет исследований – горные почвы в заповеднике «Вишерский» на крайнем северо-востоке Пермского края в верховьях р. Вишеры. К востоку от р. Большая Мойва (левого притока р. Вишеры) возвышается мощный горный узел заповедника, где и расположен хребет Молебный Камень (1322 м). Комплексные маршрутные работы были сосредоточены на склоне северо-западной экспозиции г. Хомги-Нёл хребта Молебный камень, где заложен эколого-топологический профиль протяженностью 5 км. Охвачены все высотные пояса от нижней границы горно-лесного пояса (458 м над ур. м.) до границы горно-тундрового пояса и горных каменистых пустынь (920 м над. ур. м.). В каждой из точек наблюдений заложены опорные разрезы. Идентификацию почв и генетических горизонтов проводили в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв России» (2004).

Особенность рельефа Северного Урала – наличие древних поверхностей выравнивания, поднятых на разную высоту, поэтому преобладают плосковершинные или куполовидные хребты и массивы. Почвообразующие породы – элювий коренных пород, преимущественно кварцитов и сланцев. Северный Урал характеризуется отсутствием современного оледенения и наличием высотных поясов: холодные гольцовые пустыни, горные тундры, подгольцовый пояс (березовые криволесья, парковые пихтово-еловые леса, луговые поляны), горно-лесной пояс (темнохвойная елово-пихтовая тайга, светлососновые сосновые леса).

Горно-тундровый пояс растительности (850-1200 м) представлен разными типами открытых безлесных сообществ: травяно-моховыми, кустарничковыми, каменистыми, лишайниковыми тундрами, зарослями карликовой берёзки. В суровых условиях горной тундры формируются маломощные почвы (8-9...30-31 см), по строению которых можно диагностировать первичное почвообразование. Сочетание агентов-почвообразователей приводит к формированию *подбуров*, *петроземов* и *слаборазвитых*. Профиль почв является неполно развитым, но четко дифференцирован на генетические горизонты по окраске и по содержанию специфических компонентов. Выделяются

переходный и процессный признаки: глееватость в альфегумусовом горизонте; процессный признак *ох* в глеевом горизонте. Длительное морозное выветривание, короткий теплый период способствуют длительному переувлажнению и хемогенной редукции соединений железа.

В подгольцовом поясе почвенные разрезы приурочены к подпоясам: мезофильных подгольцовых лугов, горных криволесий, подгольцовых редколесий. Формируются маломощные почвы, отчетливо дифференцированные на генетические горизонты по структуре или окраске. Так, на мезофильном лугу среди паркового редколесья-криволесья сформировалась *органо-аккумулятивная серо-гумусовая* почва. Серогумусовый горизонт имеет переходные признаки элювиирования (*el*) и метоморфизации (*m*). В березово-еловом черничнике в криволесье на крутой части склона формируются почвы с альфегумусовым горизонтом. Дерновый горизонт с переходным признаком оподзоленности, диагностирует *оподзоленный* подтип. В разреженных парковых лесах с высокотравными луговыми полянами на покатых, пологих склонах в профиле выделяется железисто-метаморфический горизонт, занимающий более половины профиля и диагностирует *ржавозёмы*. В горизонте *BFM* выделяется процессный признак *gr* (железисто-гранулированный).

В горно-лесном поясе разрезы заложены на площадках, отличающихся крутизной, напочвенным покровом. Почвы различной мощности (20-75 см). В связи с коротким теплым периодом активной вегетации и наличием мощной лесной подстилки, которая является аккумулятором дождевой влаги, на профилеобразующие процессы накладываются горизонтообразующие, проявляющиеся в переходных (*g, ao, m*) и процессных (*hi*) признаках.

Таблица

Классификационное положение почв г. Хомги-Нёл			
Таксономические единицы классификации			
Ствол	Отделы	Типы	Подтипы
Первичного почвообразования	Слаборазвитых почв	Петрозем	гумусовый
Постлитогенного почвообразования	Литоземы	Серогумусовые	метаморфизированный
			глееватый
			потечно-гумусовый
	Железисто-метаморфические	Ржавоземы	железисто-гранулированный
	Органо-аккумулятивные	Серогумусовые	элювиированный
	Альфегумусовые	Подбуры глеевый	окисленно-глеевый
		Литодерново-подбур	оподзоленный
	Текстурно-дифференцируемые	Дерново-подзолистые	иллювиально-железистая

Итак, на Северном Урале на г. Хомги-Нёл формируются почвы как первичного, так и постлитогенного почвообразования (табл.). Изучение почвенного покрова необходимо продолжить для инвентаризации объектов охраны почв и для верификации субстантивно-профильной классификации почв России.

О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФИЛЕЙ НАДМЕРЗЛОТНО-ГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ

Фоминых Л.А., Золотарева Б.Н.

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино,

lfominyck@rambler.ru

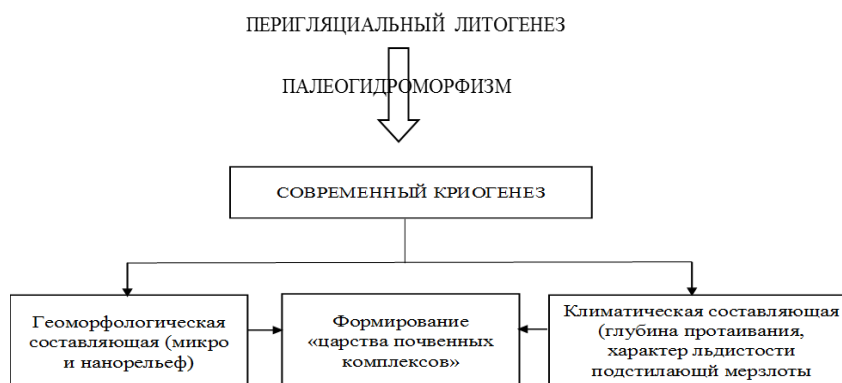
Фундаментом почвенно-географического разнообразия ландшафтов мерзлотной тундры является морфолитогенная основа (рельеф-породы). Морфоскульптура на уровне рисунка микро- и нанорельефа – эта основа пространственной неоднородности ландшафтов полигональной тундры – формируется под действием экзогенных (криогенных) факторов (схема). Элементу нанорельефа соответствует самостоятельная единица – минимальный почвенный выдел (по Л.И. Прасолову), т.е. профиль почвы или педон (в терминах зарубежных исследователей почв). Минимальной единице почвенного покрова пятнистых тундр (ЭПА по В.М. Фридланду, 1972) соответствуют почвенно-мерзлотные комплексы (по В.Д. Васильевской, 1980) или нанокатены почв (Л.А. Фоминых, 1997), или – полипедон у зарубежных авторов. Компонентами нанокатены плейстоценовых едомных плакоров

Колымской Субарктики с криогидроморфными неглеевыми почвами (криоземами, по И.А. Соколову, 1980) являются: бугорок-пятно-зарастающий бугорок и разделяющие их трещины.

Основу полигональных тундр на «вторичных» плакорах междуречий, неавтоморфных поверхностях (по В.А. Ковде), с криоглеезами в почвенном покрове составляют: нанопolygon-пятно-зарастающее пятно, также оконтуриваемые трещинами. Термин «нанопolygonальные тундры» хорошо знаком исследователям Западного сектора Арктики. На примере криозёмов и глеезёмов разрабатывается физико-химическая концепция формирования криогенных признаков в профилях суглинистых криогидроморфных почв, выражающихся в структурно-текстурной организации материала, формировании горизонта надмерзлотной ретинизации гумуса, кутанного комплекса почв и др. Исследуются процессы мерзлотного конкрециеогенеза в криогидроморфных глеевых и неглеевых почвах Колымской Субарктики. Сформировано представление о едином механизме процесса конкрециеогенеза в этих морфотипах почв, связанного с особенностями функционирования их в режиме сезонноталого слоя. Вывод о ретинизации гумуса (с формированием надмерзлотного субгоризонта Aha) базируется на наших полевых морфологических и лабораторных материалах, прежде всего, по почвам северо-востока Якутии, где очевидно, этот процесс (впервые описанный Караваевой и Таргульяном, 1960, 1969) выражен наиболее ярко морфологически и аналитически в профилях мерзлотных суглинистых криогидроморфных как глеевых, так и неглеевых автономных почв **плакоров** пятнистой тундры (Фоминых, 1997, 2001 и др.).

Схема

Место криогенеза в иерархии абиотических факторов почвообразования современной
криолитозоны



Развитию этого процесса здесь способствует идеальное сочетание условий: маломощный деятельный слой в условиях резко континентального климата, близкое подстилание высокольдистой низкотемпературной толщи многолетнемерзлых пород, ход промерзания сезонно-талого слоя осенью как сверху, так и снизу, «насосный» характер функционирования пятен-медальонов. У Р.С. Слеттена (1997) есть замечательно точный термин для этого явления ретинизации гумуса: paraliticcontact. В мезоморфных суглинистых почвах притундровых редколесий Колымской субарктики процесс ретинизации гумуса также выражен, но менее ярко. Этот феномен, подчеркиваем, описываемый в автономных позициях водораздельных плакоров, не имеет ничего общего со случаями обнаружения в профилях почв темноцветных гумусовых или органогенных горизонтов, положение которых в разрезе может «примерно соответствовать нижней части сезоннопротаивающей толщи». Для «неоэлювиальных» поверхностей голоценовых речных и озерных террас в процессе их эволюционного развития из стадии кочкарных тундр или полигонально-валиковых болот (тундроболот) характерно наличие грубого органического материала в депрессиях микронанорельефа поверхностей, что не встречается в пределах покровного слоя едом.

Таким образом, процессы криогенеза способствуют формированию близких или одинаковых свойств разных типов плакорных почв. При этом процессы криогенеза не формируют самостоятельные типы почв.

РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИЙ ПРОЦЕСС КАК ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ЛЕДОВОМ КОМПЛЕКСЕ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Спектор В.В.¹, Бакулина Н.Т.², Спектор В.Б.¹

¹ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, г. Якутск,
vspector@mpi.ysn.ru; ²ГУГПП «Якутскгеология»

Ледовый комплекс, широко распространенный на равнинах Центральной Якутии – самый достоверный свидетель палеокриогенной эпохи конца позднего неоплейстоцена. Одновозрастные аналоги этого комплекса рядом почвоведов отнесены к криопедолитам – осадочным образованиям, несущим следы синлитогенного почвообразования (Губин, 2002; Томирдиаро, 1980). Криопедолит (основная масса ледового комплекса) сложен буровато-серыми, темно-бурыми или сизовато-серыми оглеенными лессовидными алевроитами с линзовидными, сетчатыми и поясковыми криогенными текстурами, вмещающими тела сингенетичных повторно-жильных льдов. Высота жил достигает первых десятков метров, а ширина 5-7 м. В составе комплекса выделяется две части: нижняя, мощностью около 20 м, относимая к каргинскому горизонту (МИС3, 70-25 тыс. лет назад) и верхняя, мощностью около 40 м, относящаяся к сартанскому горизонту (МИС2, 25-11 тыс. лет назад). Имеются многочисленные свидетельства того, что литологический состав этих двух толщ, их криогенное строение, явления педогенеза и мощность во многом определялись рельефообразующими процессами во время их формирования. В криогенную эпоху конца позднего неоплейстоцена территория равнин Центральной Якутии была приурочена к поясу перигляциальных равнин, обрамлявших ледниковую область Верхоянья (Спектор и др., 2003). Рельфообразующие процессы в пределах этих равнин во многом были обусловлены ледниковой обстановкой в Верхоянье и прилегающей к нему Приверхоянской наклонной ледниковой равнине.

Для каргинской части разреза синлитогенных почв характерно преобладанием мелкоалевритовой фракции – 25-64 %, существенным содержанием глин – 25-35% и небольшим количеством песка – около 10 %. Для осадков характерна темная окраска, высокая степень трансформации растительных остатков; отмечаются редкие линзовидные прослои эпигенетических почв. Для этой части разреза характерно присутствие микроокатышей выветрелых глинистых и мергелистых пород и педореликтов – переотложенных почвенных микроагрегатов и других продуктов эрозии почв (Зигерт, 1988). Наличие переотложенных пород свидетельствует о неглубоком залегании коренного цоколя. Объемная льдистость этих отложений составляет 15-30% (Иванов, 1981). По палинологическим данным предполагается, что отложения толщи формировались в условиях, когда лесные формации занимали довольно большие площади, а степные ландшафты и заболоченные участки имели подчиненное распространение. Леса состояли в основном из лиственницы. Они произрастали на более холодных и увлажненных почвах. Сосновые леса, по-видимому, занимали более сухие возвышенные участки (песчаные террасы, склоны южных экспозиций). Еловые леса, вероятно, встречались по долинам рек. Эти данные указывают на климатическую обстановку, характерную для межледниковья и на развитие в пределах равнин относительно расчлененного рельефа.

Сартанская часть толщи криопедолита состоит преимущественно (Зигерт, 1988) из тонкоалевритовой фракции (0,05-0,01 мм) – 42-82 %, глин – 5-35 % и песка – менее 10 %. Генезис отложений, вероятно, связан с явлением солифлюкции. В глинистой фракции преобладает гидрослюда типа иллита, присутствует монтмориллонит, смешаннослойные образования, примесь хлорита и каолинита. Эта часть разреза несет четкие следы криогенеза и почвообразования: шпировые микротекстуры, криогенные поры и агрегаты и новообразованные минералы: гидроокислы, окислы и сульфиды железа, карбонаты, фосфаты. Объемная льдистость составляет 50-80 %. Спорово-пыльцевой спектр отражает растительность тундровых ландшафтов, где значительное развитие получили полынно-маревые, в меньшей степени, злаково-осоковые ассоциации. По-видимому, довольно значительное распространение имели болотные формации. Местами в растительном покрове участвовали кустарниковые сообщества и березово-лиственничные редколесья.

Различия в составе криопедолитов каргинского и сартанского горизонтов связана с гляциоизостатическими движениями перигляциальной равнины, к которой принадлежала территория Центральной Якутии в позднем неоплейстоцене. На протяжении каргинской эпохи, в связи с потеплением и частичной дегляциацией имел место гляциоизостатический подъем в перигляциальных равнинах или резкое замедление погружений и скорости осадконакопления. Это обусловило стабильно и длительное положение сезонно-талого слоя вблизи дневной поверхности и, соответственно, наряду с относительно высокими температурами обеспечило высокую степень гумификации растительных остатков. В первую половину сартанской эпохи имело место резкое похолодание, увеличение мощности ледниковых покровов и, связанное с этим гляциоизостатическое погружение области перигляциальных равнин. Такой режим рельефообразующих процессов привел к увеличению скорости осадконакопления, краткости времени пребывания осадков в сезонно-талом слое и невысокую степень из гумификации. В конце сартанской эпохи, в связи с увеличением сухости климата имела место частичная дегляциация и подъем территории перигляциальных равнин. В это время на пологих склонах положительных форм рельефа формировались толщи склонового происхождения.

ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ БАСЕЙНА ОЗ. БАЙКАЛ

Белозерцева И.А.¹, Доржготов Д.², Убугунов Л.Л.³, Сороковой А.А.¹

¹Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Россия, Иркутск, belozia@mail.ru;

²Институт географии академии наук Монголии, Улаанбаатор; ³Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ

По результатам многолетних исследований составлена карта почвенно-экологического районирования территории бассейна озера Байкал (рис. 1). При разработке районирования использовались принципы «Почвенно-экологического районирования Иркутской области» (Кузьмин, 2004), «Почвенного районирования Байкальского региона» (Кузьмин, 1993), "Почвенно-географического районирования Монголии" (Доржготов, Батхишиг, 2009), сведения о почвах, их связях с природными условиями, материалы по геологии, рельефу и другим природным компонентам (Бадмаев, 2008; Белозерцева и др., 2015; Воробьева, 2009; Доржготов, 2003; Убугунов и др., 2012 и др.).

На карте почвенно-экологического районирования выделено 9 высокогорных, среднегорных, низкогорных таежных, предгорных, котловинно-долинных, лесостепных и степных провинций, отражающие своеобразие устройства поверхности, поскольку соотношение баланса тепла и влаги, служащее основой зональности, проявляется на фоне сложной орографии. Внутри Восточно-Саянской высоко- и среднегорная провинции выделен среднегорный округ Юго-Западного Прибайкалья подзолов, подбуров и дерново-подзолистых почв. Всего выделено 28 округов по литолого-геоморфологическим признакам. В формировании различий почвенного покрова этих провинций ведущую роль играют биоклиматические факторы, а внутри их - литолого-геоморфологические. С позиций структурного подхода округа рассматриваются как территории с определенной закономерной сменой нескольких типов структуры почвенного покрова, обусловленной особенностями рельефа и почвообразующих пород.

При почвенно-экологическом районировании учтена вся совокупность природных условий, влияющих на формирование почвенного покрова. Учет региональных особенностей почвенного покрова нужен при планировании размещения сельскохозяйственного производства, а знание взаимосвязей почв с природными условиями - для разработки мер по избежанию отрицательных последствий антропогенного воздействия.

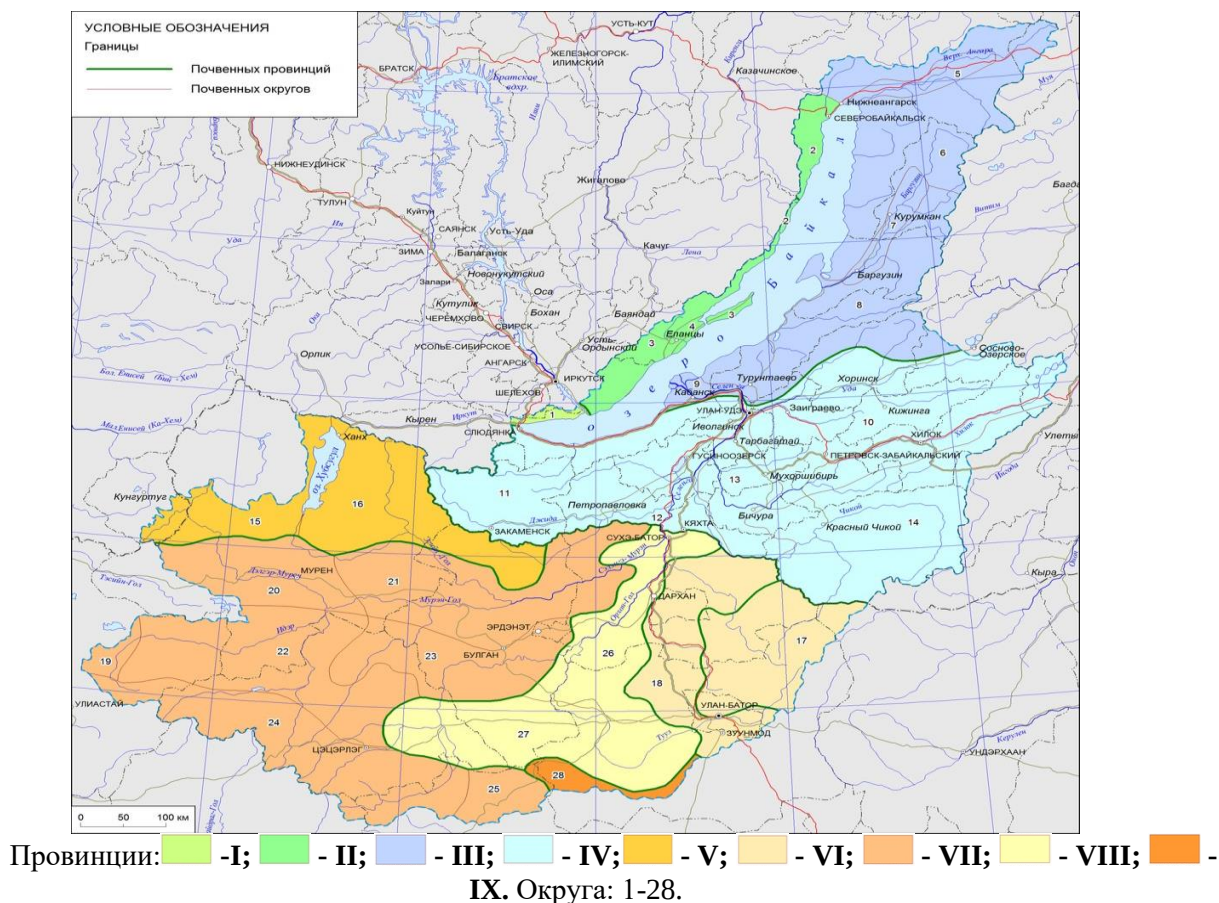


Рис. 1. Почвенно-экологическое районирование бассейна оз. Байкал

Легенда:

I – Восточно-Саянская высоко- и среднегорная провинция

среднемощных суглинистых, кислых, слабокислых почв с высокой емкостью поглощения, умеренно и малоувлажненных, холодных, длительно промерзающих, обеспечивающие произрастание лесов средней и повышенной продуктивности.

1 – *среднегорный округ Юго-Западного Прибайкалья* подзолов, подбуров и дерново-подзолистых почв.

II – Прибайкальская предгорная, высоко-, средне- и низкогорная провинция

преимущественно среднемощных, суглинистых, слабокислых, нейтральных и слабощелочных, умеренно, периодически недостаточно и мало увлажненных, холодных длительно промерзающих среднего и невысокого естественного плодородия почв.

2 – *высоко- и среднегорный Байкальский округ* торфяно-подбуров, подбуров и буроземов грубогумусовых;

3 – *средне- и низкогорный Приморский округ* подбуров оподзоленных, дерново-подбуров, буроземов грубогумусовых и дерново-подзолистых почв;

4 – *предгорный и низкогорный округ о. Ольхон и Приольхонья* каштановых почв, местами дерново-подбуров и подбуров.

III – Байкало-Джугджурская высоко-, средне-горно-таежная, котловинно-долинная провинция

от маломощных до относительно мощных преимущественно суглинистых кислых, нейтральных и слабощелочных, умеренно увлажненных, очень холодных и длительно промерзающих, обеспечивающих от невысокой до средней биопродуктивность растительности.

5 – *котловинно-долинный Верхнеангарский округ* подзолистых, торфяных эутрофных и аллювиальных почв;

6 – *высокогорный Баргузинско-Верхнеангарский округ* литоземов, петроземов, карбо-литоземов перегнойных, дерново-подзолов, подзолов, глееземов и подбуров типичных и грубогумусированных;

7 – *котловинно-долинный Баргузинский округ* каштановых, аллювиальных, торфяных эутрофных и подбуров;

8 – *среднегорный Улан-Бургасско-Икатский округ* подбуров, буроземов грубогумусовых, дерново-подзолов (глеевых) и подзолов;

9 – *долинный округ низовий р. Селенги* аллювиальных, торфяных эутрофных почв, дерново-подзолов, дерново-подбуров и серых метаморфических почв.

IV – Хамардабано-Южнобайкальская средне-горно-таежная, лесостепная и горно-котловинно-степная провинция

средне- и относительно мощных, преимущественно суглинистых, кислых, нейтральных и слабощелочных, недостаточно и временно избыточно увлажненных, умеренно холодных и умеренно длительнопромерзающих с растительностью средней и повышенной продуктивности.

10 – *горно-долинный Удинско-Хилокский округ* дерново-подбуров, подбуров, буроземов грубогумусовых, аллювиальных, черноземов, черноземовидных, черноземов квазиглеевых, каштановых и комплекса засоленных почв;

11 – *высоко- и среднегорный Хамар-Дабанский округ* подбуров, буроземов грубогумусовых, дерново-подзолов, подзолов, криоземов, литоземов, карбо-литоземов перегнойных;

12 – *котловинный и низкогорный Джидинско-Чикойский округ* каштановых, черноземов, светлогумусовых, аллювиальных, солонцов, солончаков;

13 – *низкогорно-долинный Чикойско-Хилокский округ* дерново-подбуров, дерново-подзолов, подзолов, серых метаморфических, аллювиальных, каштановых и черноземов и комплекса засоленных почв;

14 – *среднегорный Верхнечикойский округ* дерново-подбуров, подбуров, дерново-подзолов, подзолов и буроземов грубогумусовых почв.

V – Хубсугульская высоко-горно-котловинная провинция

мало- и среднемощных, преимущественно супесчаных и песчаных, щебнистых, слабокислых, нейтральных, слабощелочных и щелочных, умеренно и малоувлажненных, холодных, длительно промерзающих невысокого естественного плодородия почв.

15 – *высокогорный Юго-Западный Прихубсугульский округ* крио-литоземов грубогумусовых, крио-литоземов перегнойно-темногумусовых, дерново-подбуров, темногумусовых, местами торфяных эутрофных и гумусово-гидрометаморфических почв;

16 – *высокогорный и котловинно-долинный Восточно-Прихубсугульский округ* крио-литоземов грубогумусовых, литоземов темногумусовых, криоземов, дерново-подбуров, темногумусовых, местами горных темно-каштановых маломощных щебнистых, аллювиальных и торфяных эутрофных почв.

VI – Хэнтэйская высоко-, средне-, низкогорная, горно-долинная провинция

преимущественно среднемощных, супесчаных, щебнистых, слабокислых, нейтральных, слабощелочных и щелочных, умеренно и малоувлажненных, холодных, длительно промерзающих, обеспечивающие среднюю продуктивность растительности.

17 – *высоко- и среднегорный Северо-Хэнтэйский округ* дерново-подбуров, криоземов с крио-литоземами грубогумусовыми, темногумусовыми, горными темно-каштановыми маломощными щебнистыми, горными черноземами дисперсно-карбонатными маломощными щебнистыми почвами;

18 – *низко- и среднегорно-долинный Юго-Западный Хэнтэйский округ* горных темно-каштановых маломощных щебнистых, темногумусовых метаморфизованных, темно-каштановых с темногумусовыми типичными, аллювиальными, местами торфяными эутрофными почвами.

VII – Хангайская высоко-, средне-горно-таежная, горно-долинная, местами лесостепная провинция

мало- и среднемощных, преимущественно супесчаных, щебнистых, слабокислых, нейтральных, слабощелочных и щелочных, умеренно, периодически недостаточно и малоувлажненных, холодных, длительно промерзающих, от невысокого до среднего естественного плодородия почв.

19 – *высоко- и средне-горно-таежный Тэлмэнский округ* горных темно-каштановых маломощных щебнистых, темно-каштановых, литоземов темногумусовых, местами с дерново-подбурами;

20 – *среднегорно-долинный Дэлгэр-Муренский округ* криоземов, дерново-подбуров, горных черноземов дисперсно-карбонатных маломощных щебнистых, горных темно-каштановых маломощных щебнистых, темногумусовых, каштановых гидрометаморфизованных и аллювиальных почв;

21 – *средне-горно-таежный и лесостепной Селенгинский округ* дерново-подбуров, криоземов, горных темно-каштановых маломощных щебнистых, горных черноземов дисперсно-карбонатных маломощных щебнистых, каштановых гидрометаморфизованных, темногумусовых почв;

22 – *высоко- и среднегорный Северо-Хангайский* криоземов, крио-литоземов перегнойно-темногумусовых, дерново-подбуров, горных темно-каштановых маломощных щебнистых, горных черноземов дисперсно-карбонатных маломощных щебнистых, темногумусовых, черноземов дисперсно-карбонатных, торфяных эутрофных, гумусово-гидрометаморфических засоленных, перегнойно-гидрометаморфических засоленных почв;

23 – *средне-горно-таежный Хануй-Орхонский округ* горных темно-каштановых маломощных щебнистых, горных черноземов дисперсно-карбонатных маломощных щебнистых, темно-каштановых, черноземов дисперсно-карбонатных, местами дерново-подбуров, криоземов, торфяных эутрофных, гумусово-гидрометаморфических засоленных, перегнойно-гидрометаморфических засоленных, темногумусовых метаморфизованных почв;

24 – *высоко-горный Хангайский округ* криоземов, дерново-подбуров, крио-литоземов грубогумусовых, крио-литоземов перегнойно-темногумусовых, литоземов темногумусовых, горных черноземов дисперсно-карбонатных маломощных щебнистых, горных темно-каштановых маломощных щебнистых, темногумусовых, местами темно-каштановых, перегнойно-гидрометаморфических и торфяных эутрофных почв;

25 – *низко- и среднегорный Восточно-Хангайский округ* горных темно-каштановых маломощных щебнистых, каштановых, каштановых гидрометаморфизованных, перегнойно-гидрометаморфических, торфяных эутрофных, местами с криоземами.

VIII – Орхон-Туулская лесостепная провинция

средне- и относительно мощных, преимущественно супесчаных и песчаных, нейтральных, слабокислых и щелочных, периодически недостаточно увлажненных, умеренно холодных и умеренно длительнопромерзающих с растительностью средней и повышенной продуктивности.

26 – *лесостепной долинный Орхон-Шаамарский округ* темно-каштановых, горных темно-каштановых маломощных щебнистых, перегнойно-гидрометаморфических, торфяных эутрофных, аллювиальных, солонцов, солончаков, каштановых засоленных почв;

27 – *лесостепной Туул-Дашинчилэнский округ* темно-каштановых, каштановых, горных темно-каштановых маломощных щебнистых, каштановых гидрометаморфизованных, темногумусовых, гумусово-гидрометаморфических засоленных, перегнойно-гидрометаморфических засоленных, торфяных эутрофных, аллювиальных, переувлажненных песков, местами солонцов и солончаков.

IX – Бурдская степная провинция

мало- и среднемощных, песчаных и супесчаных, нейтральных, слабокислых и щелочных, периодически и недостаточно увлажненных, холодных длительно промерзающих, низкого и среднего естественного плодородия почв.

28 – *степной Бурдский округ* каштановых, горных темно-каштановых маломощных щебнистых, горных черноземов дисперсно-карбонатных маломощных щебнистых, темногумусовых почв, местами переувлажненных песков.

Литература

1. *Бадмаев Н.Б.* Координатный анализ и принципы распознавания почв. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2008. 206 с.

2. *Белозерцева И.А., Сороковой А.А., Доржготов Д., Батхишиг О., Убугунов Л.Л., Бадмаев Н.Б., Убугунова В.И., Гынинова А.Б., Балсанова Л.Д., Убугунов В.Л., Гончиков Б.Н., Цыбикдоржиев Ц.Д-Ц.* Почвенный покров // Экологический Атлас бассейна оз. Байкал. – Иркутск: Ин-т географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. 1:5000000 Мб. 2015.

3. *Воробьева Г.А.* Почвы Иркутской области: вопросы классификации, номенклатуры и корреляции. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2009. 149 с.

4. *Доржготов Д., Батхишиг О.* Почвы. Почвенно-географического районирование Монголии // Национальный Атлас Монголии, Улан-Батор, 2009. С. 120-122.

5. *Доржготов Д.* Почвы Монголии. – Улан-Батор, 2003, 370 с.

6. Кузьмин В.А. Почвенный покров. Почвенно-экологическое районирование Иркутской области // Атлас Иркутской области, 2004. С. 40-41.
7. Кузьмин В.А. Почвенное районирование // Атлас Байкала, 1993. С. 130.
8. Убугунов Л.Л., Убугунова В.И., Бадмаев Н.Б., Гынинова А.Б., Убугунов В.Л., Балсанова Л.Д. Почвы Бурятии: разнообразие, систематика и классификация // Вестник БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2012, № 2. С. 45-52.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЖИМЫ ПОЧВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В УСЛОВИЯХ ОСТРОВНОЙ КРИОЛИТОЗОНЫ

Гончарова О.Ю., Матышак Г.В., Бобрик А.А.

МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, goncholqaj@gmail.com

Актуальность исследований температурного режима почв в зоне островного распространения многолетнемерзлых пород обусловлена высокой чувствительностью ландшафтов переходной зоны к внешним воздействиям, а также нестабильностью их геоэкологических условий. Недостаток эмпирических данных для конкретных территорий, полученных в ходе микроклиматических исследований, не позволяет с достаточной точностью и достоверностью соотнести общеклиматические изменения с изменениями в пределах сезонно-талого слоя и на поверхности мерзлоты. Целью работы является детальное исследование температурных режимов почв островной криолитозоны севера Западной Сибири с оценкой вклада почвенных свойств и характера напочвенного покрова в стабильность существующей геоэкологической ситуации.

Исследования проводились круглогодично с 2011 по 2014 г. в Надымском районе Тюменской области. Среднее значение годовых температур в районе составляет 4,5°C (варьирование -2,4...-6,8°C), среднее количество осадков – 550 мм (варьирование 466... 687 мм). Территория исследования расположена на северной границе таежной зоны, характеризуется высокой обводненностью и наличием островных многолетнемерзлых пород, приуроченных к массивам торфяников. Исследованы температурные режимы почв трех экосистем: лесной участок (подзол глееватый супесчаный/ Albic Podsol (охлажденный)), плоскобугристый торфяник (торфяно-криозем потечно-гумусовый супесчаного-легкосуглинистый/ Turbic Histric Cryosol (arenic)) и крупнобугристый торфяник (торфяная эвтрофная деструктивная/ Cryic Eutric Histosol (gelic)). Исследования включали круглогодичные измерения температуры воздуха на высоте 1 метра, поверхности почвы и горизонтов на глубинах 10, 20, 40, 60 см с интервалом 4 часа с помощью логгеров Thermochron iButton™.

Полученные годовые температурные показатели позволили отнести температурные режимы почв изученных ландшафтов к двум типам (согласно классификации В.Н. Димо): мерзлотному (очень холодный подтип) (торфяно-криозем и торфяная деструктивная) и длительно сезонно-промерзающему (холодный подтип) (торфяно-подзол). Почвы региона контрастно различаются по таким показателям как: суммы положительных температур для глубин 10 и 20 см; максимальная глубина проникновения температур выше 10°C и количество дней с температурами ниже (или выше) 0°C на глубине 20 см.

Анализ температурных индексов поверхности (N-фактор) показал, что на исследованной территории изолирующий эффект снегового покрова (отепление) от двух до 10 раз выше, чем растительности (охлаждение). Таким образом, на годовой баланс температур почвы, на процессы протаивания будут больше влиять флуктуации летних температур воздуха и мощность снегового покрова и продолжительность его залегания. Колебание величин морозных N-факторов между ключевыми участками более значительные (до 100%), чем межгодовые. Связано это с перераспределением снега на открытых пространствах торфяников по элементам мезо и микрорельефа. Несмотря на различие в мощности снегового покрова участков отепляющее воздействие снега на почвы всех ландшафтов очень сильное, что проявляется в умеренно низких зимних температурах почв.

Незначительные колебания величин безморозных N-факторов по ключевым участкам (не превышают 30%) свидетельствуют об одинаковом охлаждающем эффекте на почвы лесной растительности и мохово-лишайниково-кустарничкового покрова.

Различия в теплопроводности исследованных почв обусловлены, в первую очередь, строением органофиля. Наименьшей теплопроводностью обладают слабо разложившиеся горизонты подстилки и очес. Сильно разложившийся торф, также как минеральные горизонты, характеризуется теплопроводностью в 2–3 раза более высокой.

Проведенный анализ климатических данных региона за 40 лет показал, что общее существенное потепление климата региона в основном идет за счет уменьшения суровости зим, что слабо влияет на изменение температурного режима мерзлотных почв и, вероятно, процессы деградации мерзлоты.

Увеличение же количества осадков идет исключительно за счет жидкой составляющей. Хотя общей тенденции увеличения или уменьшения количества твердых осадков не наблюдается, значительные межгодовые флуктуации могут способствовать смещению существующего равновесия.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 13-04-01577-а).

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ ТАЕЖНО-АЛАСНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Десяткин А.Р.^{1,2}, Филиппов Н.В.¹

¹Институт Биологических Проблем Криолитозоны СО РАН, Якутск, desyatkinar@rambler.ru;

²Институт Мерзлотоведения СО РАН, Якутск

Изучена многолетняя динамика температурного режима почв под разными лесами (сосняк, листвяг, березняк) и аласного луга в бассейне средней Лены. Полученные результаты показали большую пестроту и высокую динамичность тепловых параметров почв Центральной Якутии.

Почвы, занимая самые верхние слои земной поверхности, оказывают влияние в формировании приземного климата и термического режима грунтов криолитозоны. Состав и строение почв, содержание органического вещества и влаги в почвах играют большую роль в гидротермическом режиме не только самой сезоннопротаивающей и промерзающей почвы, но подстилающих мерзлых грунтов. Не смотря на такую важную роль почв в тепловом режиме многолетнемерзлых пород (ММП), в якутском секторе криолитозоны годовой ход температур деятельного слоя до сих пор изучено недостаточно.

Для изучения температурного режима почв таежно-аласных ландшафтов были выбраны 4 точки. Точка 1- сосновый лес. Доминирует *Pinus sylvestris*, очень малая примесь подроста *Larix gmelinii*. Высота первого яруса 17-18 м, второго яруса – 5-8 м. Почва: мерзлотная оподзоленная. Точка 2 - лиственничный лес. Основная лесобразующая порода - *Larix gmelinii*, сопутствует *Betula divaricata*. Высота пород древесного яруса 15-20 м. Почва: мерзлотная палевая слабоосолодевшая. Точка 3 - березовый лес. Доминирует *Betula platyphylla*, высота до 8-10 м. Почва: мерзлотная палевая. Точка 4 – сухой луг в аласной котловине. Доминируют *Poa pratensis*, *Agrostis trinii* Turcz., *Elytrigiarrepens* с покрытием до 50%. Измерение температуры грунтов проводилось термохронами TCR-G (ЭЛИН, Россия) на стандартных глубинах 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1,0, 1,2, 1,6, 2,4, 3,2 и 5 м в течение 2002-2010 годов.

В период наблюдений погодные условия имели существенные колебания, как по ходу температуры, так и по количеству осадков. Среднегодовая температура воздуха оказалась выше многолетней нормы на 2,1°C и равнялась –8,1°C. Средняя температура летнего периода за годы наблюдений была равной 13,2°C, что также на 0,9°C выше нормы. Изученный период в большинстве случаев совпал с многоснежными зимами. Превышение максимальной высоты снега за зиму в такие годы составляло 118-176% многолетней нормы и оказывало существенное влияние на ход температурного режима почв и верхних слоев ММП. В формировании температурного режима мерзлотных почв в зимнее время доминирующая роль принадлежит мощности снежного покрова, а не температурным условиям холодного периода года. По температурному режиму все изученные почвы относятся к мерзлотному типу, где среднегодовая температура профиля почвы отрицательная. Среднегодовая температура деятельного слоя в почвах соснового леса равна –0,8°C, березового леса –2,5°C, лиственничного леса –2,9°C и луга аласа –0,02. Максимальная мощность летнего таяния почв соснового леса достигает 2,7 м, березняка –1,9 м, лиственничника –1,5 м и аласного луга –3,2 м. Средняя температура почвогрунтов в слое 0-3,2 м в сосновом лесу за период наблюдений равнялась –0,95°C, березняка –2,6, лиственничника –3,0°C а аласного луга всего –0,07. Средняя температура почвогрунтов в слое 0-5 м в сосняках составляла –1,1°C, в лиственничниках –3,1°C. Тренды колебаний температуры почв до глубины 0,4-0,8 м отрицательные и соответствуют ходу погодных условий изученных лет. Тренды температурных кривых на глубинах от 1,0 до 5,0 м показывают существенное повышение хода многолетних температур надмерзлотного слоя почв и верхних слоев ММП. Температура +10°C в почве лиственничного и березового лесов отмечалась только в тонком поверхностном слое. Термический режим почв под лиственничными и березовыми лесами можно отнести к мерзлотному холодному подтипу. Более высокие температуры отмечались в почвах соснового леса и аласного луга. Температура +10°C в период нарастания высоких температур в июле достигала глубины 0,6 и 0,8 м соответственно. Термический режим почвы под сосновыми лесами и аласным лугом можно отнести к мерзлотному умеренному подтипу.

Полученные результаты показали большую пестроту и высокую динамичность тепловых параметров почв таежно-аласных ландшафтов Центральной Якутии. Они раскрывают резкие

колебания обеспеченности теплом деятельного слоя лесных почв, как в пространстве, так и во времени.

ВЛИЯНИЕ СНЕЖНОГО И МОХОВОГО ПОКРОВА НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ ХОЛОДНЫХ РАЙОНОВ

Осокин Н.И., Сосновский А.В., Зазовская Э.П.

Институт географии РАН, Москва, osokin@igras.ru

На основе экспериментальных исследований, проведенных на архипелаге Шпицберген (Норвегия) определено влияние мохового и снежного покровов на температурный режим почво-грунтов. Исследования проводились на участке пологого склона Грэн-фьорда в окрестностях п. Баренцбург. Растительность представлена арктической пятнисто-бугорковой тундрой.

Температура грунта под моховым покровом толщиной 8 см на 4°C ниже, чем в его отсутствии (рис. 1). Глубина сезонного протаивания многолетнемерзлого грунта под моховым покровом толщиной 8 см составила 0,98 м. На соседнем участке без мохового покрова температура грунта на этой глубине была 4°C, а глубина протаивания - 1,9 м.

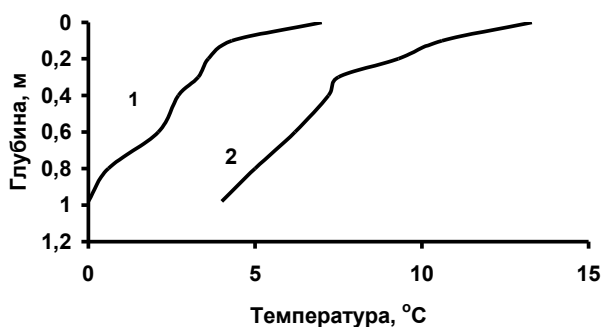


Рис. 1. Температура грунта: 1 - под моховым покровом мощностью 8 см; 2 - без мохового покрова

Измерения показали, что градиент температуры во мху толщиной 4 см равный 37 град/м, что в 8 раз больше, чем в грунте. Скорость таяния грунта в конце июля - начале августа при уровне мерзлоты на глубине 0,7...1,0 м составляет около 1 см в сутки. При моховом покрове толщиной 7...8 см эта скорость в 3 раза ниже.

Для определения теплофизических свойств разных видов мха измерялись толщина, плотность и влажность разных видов мха. Разные виды мха, расположенные недалеко друг от друга (на расстоянии порядка несколько сотен метров) показали разные значения влажности, разброс значений от 100 до 200%. Было отобрано по 5-6 образцов каждого из 5 видов мха.

Для определения коэффициента теплопроводности наиболее распространенных на Западном Шпицбергене видов мохообразных проводились измерения температуры внутри синузий мхов и грунта под ними. Из равенства тепловых потоков на границе мох-грунт принимаем, что коэффициент теплопроводности обратно пропорционален температурному градиенту. Поэтому, учитывая температурные градиенты во мху и грунте, получим, что коэффициент теплопроводности синузиды *Hylocomium splendens var. alaskanum* в 10,5 раз меньше, чем у грунта. Для мха *Sanionia uncinata* коэффициент теплопроводности в 7,9 раз меньше, чем у грунта. Поэтому значения коэффициента теплопроводности мха *Sanionia uncinata* и *H. splendens var. alaskanum* можно принять равными 0,17 и 0,13 Вт/(м град), соответственно. Большее значение коэффициента теплопроводности *S. uncinata*, возможно, связано с большим значением его плотности, чем у *H. splendens var. alaskanum*— 231 против 176 кг/м³. Установлено, что при влажности мха 150 (300)% коэффициенты теплопроводности мхов *S. uncinata* и *H. splendens var. alaskanum* в зимний период в 2,6 и 3,2 (2,5 и 3,1) раза больше, чем в летний.

Результаты расчетов коэффициента теплопроводности снега и мха представлены на рис. 2.

Полученные теплофизические характеристики мохового покрова, позволяют рассчитать его термическое сопротивление при разной влажности слоя мохообразных в холодный и теплый периоды года. Применение полученных зависимостей совместно с данными термического сопротивления снежного покрова дает возможность более точно прогнозировать влияние климатических изменений на термическое состояние многолетнемерзлых пород.

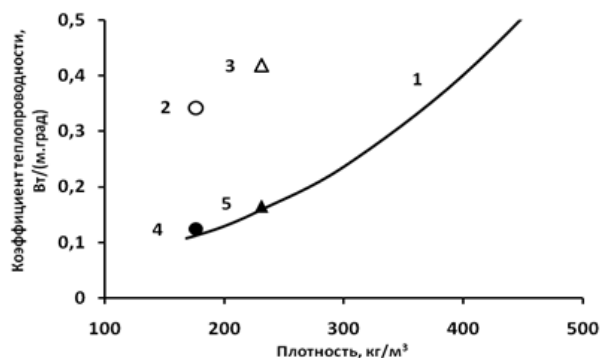


Рис. 2. Коэффициенты теплопроводности: 1 - снега; 2 и 4- *H. splendens* var *alascanum*; 3 и 5 - *S. uncinata*; 2 и 3 - зимой; 4 и 5 — летом

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ СЕВЕРНОЙ ЯКУТИИ

Федоров-Давыдов Д.Г.¹, Давыдов С.П.², Давыдова А.И.², Остроумов В.Е.¹,
Холодов А.Л.¹, Сороковиков В.А.¹, Шмелев Д.Г.³

¹Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино; ²Северо-Восточная научная станция Тихоокеанского института географии ДВО РАН, Якутия;

³Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, muss@orc.ru

Изучение температурного режима мерзлотных почв Северной Якутии проводилось в рамках Международных программ «Циркумполярный мониторинг деятельного слоя» (CALM) и «Температурное состояние многолетней мерзлоты» (TSP). Термометрические наблюдения с использованием автоматических регистраторов были начаты в 1998 году на севере Колымской низменности, где и проводятся по настоящее время. Через 10 лет, в 2008 году, исследования распространились на соседнюю Яно-Индигирскую низменность (бассейн р. Аллаихи), а также на п-ов Быковский, расположенный в районе устья р. Лены и бухты Тикси. На территории Колымской низменности температурный режим почв изучается не только наиболее давно, но и наиболее подробно. Здесь измерения проводились в 17 точках, характеризующих, как зональные, так и интразональные почвенные разности.

В ходе наших исследований было установлено, что температура суглинистых почв Северной Якутии повышаются в зональном ряду с севера на юг. В этом же направлении увеличивается продолжительность периода господства положительных температур и доля температур выше 5°C в сумме положительных. При переходе от тундры к северной тайге зимние значения температуры на глубине 20 см изменяются гораздо более резко, чем летние, за счёт чего скачкообразно (на 4-5°C) возрастают среднегодовые значения температуры профиля и снижаются (на 10°C) величины годовой амплитуды. Причина резкого повышения зимней температуры почвы в таежных экосистемах заключается, прежде всего, в наличие более стабильного, мощного и рыхлого снежного покрова, нежели в тундровых экосистемах.

Бугорковатый нанорельеф и связанная с ним комплексность почвенного покрова в тундровой зоне определяют резкое различие температурного режима в деятельном слое. Как показали наблюдения в бассейне р. Алазеи, почвам межбугорковых западинок свойственны более короткий период положительных температур, постоянное господство холода (температур ниже 5°C) на глубине 20 см и значительно меньшая годовая температурная амплитуда по сравнению с почвами бугорков.

Заболачивание таежных ландшафтов и увеличение доли мхов в напочвенном растительном покрове ведут к понижению температур почвенного профиля в летний период, сокращению продолжительности господства положительных температур и температур выше 5°C.

Для песчаных подбуров Халлерчинской тундры (северо-восточная часть Колымской низменности) характерны более высокие температуры в летнее время и более глубокое (до 50 см) проникновение изотермы 5°C, чем для суглинистых почв тундры и тайги. В разгар летнего сезона в профиле подбуров (глубина 20 см) наблюдаются среднесуточные температуры выше 10°C, что не отмечено для других зональных почв. Песчаные почвы наименее инерционны к изменению температуры: как максимальные, так и минимальные годовые значения обычно фиксируются в них раньше, чем в суглинистых.

Самыми теплыми разностями изучаемого региона являются ксероморфные суглинистые почвы экстразональных степных сообществ, изученных нами по берегам р. Пантелеихи (правого притока р. Колымы). Для них характерны наиболее высокие температуры в летнее время и максимальные

значения годовой амплитуды температур.

Почвы Северной Якутии характеризуются мерзлотным типом температурного режима. На уровне подтипа по температурному режиму теплого периода все изученные почвы относятся к очень холодным за исключением ксероморфных почв остепненных участков, относящихся к холодным; по температурному режиму холодного периода тундровые почвы и почвы остепненных участков относятся к очень холодным, а зональные таежные почвы – к холодным. Климат зональных таежных почв по величине годовой амплитуды температур является мягким, тундровых почв – континентальным, а почв остепненных участков – резко континентальным.

На основании динамики годовых сумм отрицательных среднесуточных температур почв тундры и тайги с конца 1990-х годов прослеживается тенденция к изменению почвенного климата в сторону потепления, согласующаяся с повышением температур воздуха и многолетнемерзлых пород.

По количеству поступающей тепловой энергии (теплообеспеченности) почвы Северной Якутии между собой различаются примерно в 5 раз, образуя следующий ряд: тундровые суглинистые криозёмы, таежные глеезёмы и аллювиальные почвы (1300-2400 ккал/м²-год) < тундровые песчаные подбуры (3200-4100 ккал/м²-год) < таёжные суглинистые криометаморфические почвы (4400-4800 ккал/м²-год) < ксероморфные суглинистые почвы остепненных участков (6700 ккал/м²-год).

ВЛАЖНОСТЬ МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ ЛИСТВЕННИЦЫ

Федоров П.П.

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, baibal@yandex.ru

Исследованиями установлено, что в климатических условиях Центральной Якутии основным лимитирующим фактором радиального прироста лиственницы являются осадки летних месяцев, а температура воздуха наоборот имеет отрицательную корреляционную связь.

Также проведены работы по выявлению связи радиального прироста лиственницы с температурными условиями почвы на разных глубинах. При этом установлено, наибольшая корреляционная связь наблюдается в зимний период времени.

Однако исследования не затронули один из важнейших почвенных характеристик как влажностный режим. Для восполнения этого пробела, на научном стационаре Института биологических проблем криолитозоны СО РАН «Тюнгюлю», нами проведены исследования по выявлению связи влажностного режима почв и древесно-кольцевых хронологий в временном отрезке с 1990 по 2003 г.

Посредством сочетания кросс-корреляционного анализа в специализированном пакете дендрохронологических исследований DPL-98 и графической перекрестной датировки в программном пакете TSAP-V3.5 проводилась датировка собранного материала. Используя общепринятые в дендроклиматологии методики, были построены древесно-кольцевые хронологии.

Анализ связи прироста годичных колец лиственницы с динамикой влажности почв показывает что корреляционная связь наблюдается в течение всего вегетационного периода, однако следует отметить что наиболее значимые коэффициенты ($p > 0,5$) попадают на осенний период сезона. Это связано, по видимому, с тем что протайка почвyleтом происходит постепенно и сопровождается иссушением, но в тоже время идет вертикальный перенос влаги оттаявших нижних горизонтов, что и использует корневая система деревьев.

Таким образом, можно утверждать, радиальный прирост лиственницы на мерзлотных почвах находится в тесной связи не только с температурой воздуха, почвы и количеством выпадающих осадков, но и с влажностью деятельного слоя почв в течение вегетационного сезона, более того мерзлотные почвы являются своеобразным источником влаги который питает растения.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЕСЧАНЫХ ФРАКЦИЙ МЕРЗЛОТНЫХ ГЛЕЕЗЕМОВ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА (БАССЕЙН СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. КОЖЫМ)

Жангуров Е.В., Дымов А.А.

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, zhan.e@mail.ru

Территория Приполярного Урала ввиду трудной транспортной доступности относится к слабо и неравномерно изученным областям Уральского горного хребта в отношении почвенно-географических исследований. За период 2009-2014 гг. в связи с проведением на территории Приполярного Урала (национальный парк «Югыд ва») комплексных экспедиционных исследований Института биологии Коми НЦ УрО РАН были получены новые данные по почвам и почвенному покрову этого региона. Впервые для горно-тундровых ландшафтов нами были описаны и охарактеризованы глеезёмы

мерзлотные и торфяно-глееземы мерзлотные. Свойства, вопросы генезиса и диагностики этих почв, формирующихся на южном пределе криолитозоны европейского Севера России, до настоящего времени не исследованы, литературные данные по этим почвам, предшествующие нашим работам, отсутствуют.

Целью данной работы явилось исследование внутрипрофильного распределения минералов крупных фракций (1,0-0,25 мм и 0,25-0,1 мм) в мерзлотных глееземах Приполярного Урала, формирующихся на рыхлых четвертичных отложениях, подстилаемых многолетнемерзлыми (льдистыми) породами (ММП).

Минералогический состав крупно- (1,0-0,25 мм) и среднеспесчаной (0,25-0,1 мм) фракций определяли оптическим иммерсионным методом с помощью поляризационного микроскопа с предварительным разделением в бромформе (удельная масса 2,9 г/см³) на легкие и тяжелые минералы. Классификация и диагностика почв дана согласно «Полевому определителю почв России» (2008). Район исследований относится к зоне распространения массивно- и редкоостровных многолетнемерзлых льдистых пород, которые распространены в условиях слабодренированных пологих склонов (с абсолютными высотами 350-450 м) различных хребтов. Объектами исследований были выбраны 3 профиля торфяно-глееземов мерзлотных, заложенных под кустарничково-зеленомошной растительностью. В микрорельефе отчетливо выражен криогенно-пятнистый характер поверхности: пятна вымораживания с размерами до 1 м лишены растительности, сложены с поверхности каменистым материалом, занимают 10-20 % от общей поверхности.

Строение профиля: Т/Th–BG↓–CG↓–ММП. Почвы диагностируются по наличию торфяного горизонта, мощностью 20-30 см и более, подстилаемого глеевым горизонтом BG↓–CG↓. Мощность СТС составляет 40-50 см, глубже – высокольдистый слой ММП с преобладанием массивных и линзовидных криотекстур.

В исследуемом ряду почв в составе минералов фракций крупного (1,0-0,25 мм) и среднего (0,25-0,1 мм) песка наблюдается обычное для мелкозема ледниковых отложений доминирование легких по удельному весу минералов (кварца и слюдяных обломков). Кварц представлен водяно-прозрачными и полупрозрачными угловатыми, редко – хорошо окатанными зернами. Содержание кварца в крупно- и среднеспесчаной фракции в пределах СТС и в горизонтах ММП слабодифференцировано и составляет 80-90 %. Характер внутрипрофильного распределения минералов в составе тяжелой фракции в сравниваемых разрезах связан с особенностями криогенного внутрипочвенного выветривания и в значительной степени определяется локальной седиментогенной неоднородностью почвообразующего материала. В тяжелой фракции доминируют гематит, лейкоксен, лимонит, эпидот, составляющие 75-90 % от общей суммы всех минералов, при явном преобладании гематита, а так же сростков гематита и слюды (рис.1).

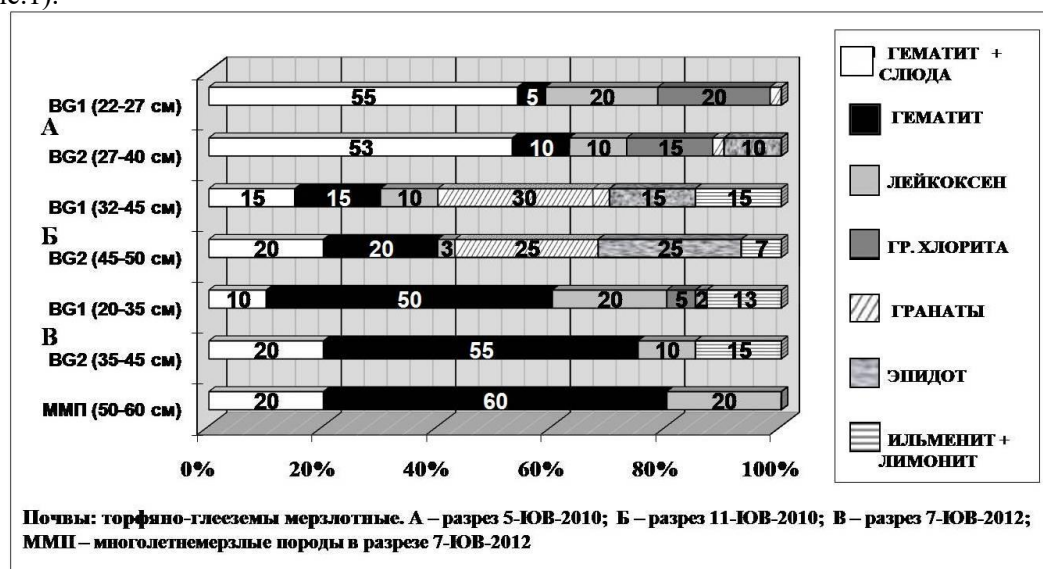


Рис. 1. Распределение минералов тяжелой фракции (0,25-0,1 мм) в торфяно-глееземах

Выявлено, что в верхних горизонтах мерзлотных глееземов в условиях сильноокислой реакции среды (рН сол. 3,7-3,8), частой смены окислительно-восстановительного режима и колебаний температуры около 0° С происходит интенсивное разрушение относительно устойчивых минералов – анатаза, сфена, турмалина, ильменита и слабое накопление их в нижних горизонтах с льдистой

мерзлотой, слабозатронутых процессами выветривания и почвообразования. В нижних горизонтах ММП слабые изменения, которым подвергаются минералы, выражаются в корродированности поверхности зерен и редких железистых пленках. Устойчивые к процессам выветривания акцессорные минералы (турмалин, рутил, сфен, циркон) имеют низкое содержание как в СТС, так и в ММП и, по-видимому, отражают исходную литологическую неоднородность четвертичных отложений.

CARBON POOLS IN PERMAFROST-AFFECTED SOILS NEARBY VORKUTA AND TIKSI SETTLEMENTS

Iuliia Antcibor¹, Dmitry Kaverin², Aleksandr Pastukhov², Sebastian Zubrzycki¹, and Eva-Maria Pfeiffer¹

¹*Institute of Soil Science, Center for Earth System Research and Sustainability, Universität Hamburg, Hamburg;* ²*Soil Science Department, Institute of Biology Komi Scientific Center RAS, Syktyvkar,* sebastian.zubrzycki@uni-hamburg.de

Permafrost-affected soils are of great concern in terms of carbon budget. The projected environmental changes (e.g. permafrost thaw, changes in hydrology) and local human impacts in the Arctic are suggested to have an effect on the carbon reservoir dynamics causing a positive feedback to climate warming in this region. The aim of our study is to provide comparative analysis of soil cover structure and first estimation of carbon pools of tundra areas nearby the settlements Vorkuta (67° 30' 00'' N, 64° 02' 00'' E) in the north-east of the European Arctic and Tiksi (71° 38' 12'' N, 128° 52' 04'' E) in north-eastern Siberia.

Geographic positions of the two investigated areas specify differences in climatic conditions and therefore, soil formation. The Vorkuta area is located in the eastern part of the Bolshezemelskaya tundra in the discontinuous permafrost zone approximately 5 km north-east of the Vorkuta settlement. The mean annual air temperature and the annual precipitation of this region are -5.8 °C and 550 mm, respectively. The Tiksi area is located near the Lena River Delta, about 1000 km north of Yakutsk and belongs to the continuous permafrost zone. It comprises three field sites in the immediate vicinity and one field site 10 km south of the Tiksi settlement. The mean annual air temperature is -12.5 °C and the annual precipitation is around 300 mm. In contrast to the Vorkuta area, this region is characterized by higher annual air temperature amplitudes of warm and cold seasons and lower and more unequal precipitation distribution during and among years.

Soils of Vorkuta and Tiksi areas were described according to WRB Soil Classification (FAO, 2006). Soil maps of both study areas were created in ArcGIS 10.1 package using very high resolution satellite images (CNES/Astrium Service 2015). Soil organic carbon stores were calculated for all soil pedons within 30 cm of depth. Missing values of bulk densities of investigated pedons around the Tiksi area were estimated using methods described in Michaelson *et al* (2013) and Pastukhov&Kaverin (2013).

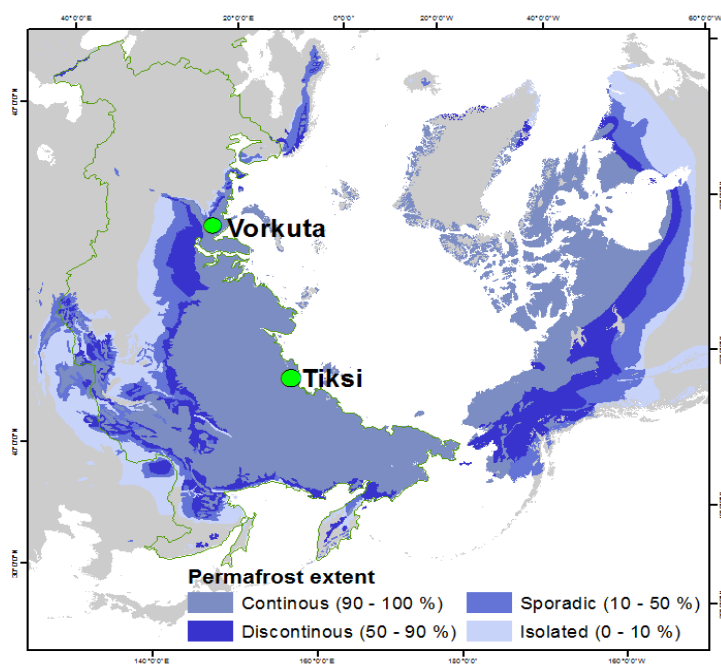


Fig.1: An overview map of the circumpolar arctic permafrost extent and location of two study sites nearby the settlements Vorkuta and Tiksi. Modified after Brown (1998).

Within this work, we will provide preliminary results on soil mapping and first estimates of soil organic

carbon stocks of two study areas. The results of our study will help to extend our knowledge of permafrost-affected soils and establish consistent approaches to analysis of soil data in the Arctic.

References

Brown, J., Ferrians, O. J., Heginbottom, J. A., and Melnikov E. S., (Eds.) (1998) (revised February 2001): Circum-Arctic map of permafrost and ground-ice conditions. Boulder, CO: National Snow and Ice data Center/World Data Center for Glaciology. Retrieved November 11, 2013 from: http://nsidc.org/data/docs/fgdc/ggd318_map_circumarctic/index.html.

FAO (2006): World reference base for soil resources: a framework for international classification, correlation and communication, Food and Agriculture organization of the united nation (FAO), Rome.

Michaelson, G. J., Ping, C. L., and Clark, M. (2013): Soil pedon carbon and nitrogen data for Alaska: and analysis and update. Open Journal of Soil Science 3: 132-142.

Pastukhov, A., and Kaverin, D. (2013): Soil carbon pools in tundra and taiga ecosystems of northeastern Europe. Eurasian Soil Science 46 (9): 958-967.

НОГОХВОСТКИ МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ ДОЛИНЫ ЭНСИЭЛИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ.

Боескоров В.С., Саввинов Г.Н.

Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера СВФУ, Якутск,
vstepb@mail.ru

Ногохвостки, или коллемболы (отр. Collembola) – группа эврибионтных первичнобескрылых насекомых, характеризующаяся высокой численностью в различных биоценозах, преимущественно почвенных. Вместе с другими группами почвообитающих животных сапротрофного комплекса они играют существенную роль в переносе и трансформации энергии в экосистемах, в деструкции органического вещества, в гумусообразовании, в формировании структуры почвы.

Специальных исследований коллембол Якутии до сих пор не проводилось.

Сбор фаунистического материала нами проводился в 2011 г. в Намском улусе в окрестностях п. Хатырык. В трех точках сбора отобрано по 10 проб (всего суммарно 30 проб). Долина «Энсиэли» в пределах Центрально-Якутской равнины занимает левый берег Средней Лены, располагаясь к северу от Кангаласского мыса.

По почвенно-географическому районированию территория долины Энсиэли относится к Якутской долинно-степной почвенной провинции. Рельеф здесь выражен широкой террасированной долиной, где преобладающими типами почв являются черноземы и палевые серые легкосуглинистые, реже подзолистые супесчаные и комплекс почв надпойменных террас крупных рек (Атлас..., 1989).

Микроартропод извлекали из почвенного субстрата с помощью эклекторов. Видовую принадлежность определяли в Институте зоологии Академии наук Республики Молдова, используя общепринятые определители (Бабенко, 1994, Бабенко и др., 1988) и имеющиеся современные описания азиатских видов группы.

Из собранного материала было выделено 24 экземпляра коллембол, относящихся к 8 видам, 5 родам и 3 семействам.

Необходимо отметить, что типичным для северных регионов является широкий спектр видов семейства Isotomidae. Среди данного семейства доминирует по численности род *Folsomia*, представленный двумя видами. Из них наибольшей численностью выделялись *Anurophorus fjellbergii Desoriaundet. juv.* Так же род *Parisotoma* представлен 2 видами *Parisotomanotabilis* и *Parisotomaundet.* Максимальное количество экземпляров среди этих определенных видов относится к виду род *Parisotomanotabilis* (Schäffer, 1896) который в исследованных нами участках представлен более чем 250 экземплярами в одной пробе.

Семейство Onychiuridae представлено одним видом, который представлен *Protaphorurabicampata* (Gisin, 1956).

Все обнаруженные виды ногохвосток обнаружены нами в мерзлотных палевых типичных (лиственничник багульниково-брусничный с примесью березы) и мерзлотных палево-бурых типичных (сосняк лишайниково-толокнянковый) почвах где реакция почвенной среды колеблется от 6,2 до 8,8. На коренном берегу, в сосняке толокнянковом, не обнаружено ни одного экземпляра ногохвосток, видимо это связано со слабокислой реакцией среды почвенного покрова 4,8-5,4.

Полученные данные о ногохвостках долины Энсиэли Центральной Якутии однозначно свидетельствуют о весьма низком таксономическом разнообразии исследованной фауны, которая обладает ясно выраженной спецификой, отражающей с одной стороны её азиатское происхождение, с

другой - физико-географические условия района исследований.

Литература

1. Атлас сельского хозяйства Якутской АССР. - М.: ГУГК, 1989. - 116 с.
2. Бабенко А.Б. Определитель коллембол фауны России и сопредельных стран. Семейство Hymenogastruridae. М.: Наука. 1994. 325 с.
3. Бабенко А.Б., Кузнецова Н.А., Потапов М.Б., Стебаева С.К., Ханисламова Г.М., Чернова Н.М. Определитель коллембол фауны СССР II Мл Наука, 1988. – 214 с.

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ И ФОРМА НАХОЖДЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГОРОДСКИХ ПОЧВАХ

Миллер А.Р., Долгушин А.В., Крестьянникова Е.В.

Тюменский государственный университет, Тюмень, li3452@yandex.ru

Загрязнение почв урбанизированных территорий в настоящее время носит глобальный характер и имеет далеко идущие последствия. Наиболее опасными загрязнителями почв являются тяжелые металлы, поступающие в почву в основном из воздуха. Большое значение имеет форма нахождения металлов в почвах, так как степень усвоения их растениями в значительной степени определяется их подвижностью. Согласно литературным данным [1,2], глубина проникновения ТМ в загрязненных почвах обычно не превышает 20 см, при сильном загрязнении возможно проникновение до 160 см. Для почв, расположенных вне зоны влияния источника загрязнения, характерно, как правило, равномерное распределение ТМ. Наибольшей миграционной способностью обладают цинк и ртуть, которые, как правило, равномерно распределяются в слое почвы на глубине 0-20 см. Свинец чаще накапливается в поверхностном слое (0-2,5 см), кадмий занимает промежуточное положение между ними.

Целью данной работы являлось изучение влияния техногенного источника (аккумуляторного завода), расположенного на территории г. Тюмень, на состояние атмосферного воздуха и почв, как депонирующей системы для большинства загрязнений, в том числе и тяжелых металлов.

Для достижения указанной цели были отобраны образцы почв в соответствии с нормативными документами [3], но анализ проб проводился двумя способами: одна проба готовилась стандартным усреднением отобранных образцов, а вторая разделялась на слои 2,5 см по всей глубине отобранной почвы. Пробы доводились до воздушно-сухого состояния, просушивались при температуре 105°C до постоянной массы. В ацетатно-аммонийной вытяжке из образцов почв определялось содержание подвижных форм металлов методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией.

Результаты определений содержания подвижных форм металлов по глубине для точек, расположенных на различном расстоянии от источника загрязнения (рис.1), свидетельствуют о неравномерности распределения цинка и свинца по глубине почвы. Более равномерное распределение и по глубине, и по местоположению наблюдается для кадмия, распределение подвижных форм никеля и меди, которые для данной территории не являются приоритетными загрязнителями, тоже незначительно изменяется по глубине.

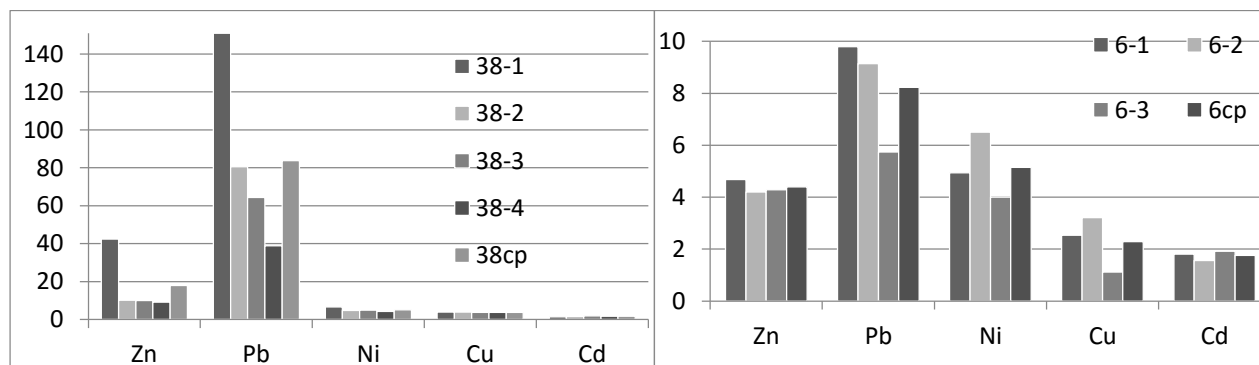


Рис. 1. Диаграммы распределения содержания металлов (подвижная форма) по глубине на разном расстоянии от источника загрязнения (аккумуляторный завод)

Содержание подвижных форм Zn и Pb, являющихся основными загрязнителями, преимущественно накапливаются в верхних 2,5-5 см почвы, в связи с чем отбор проб при мониторинге антропогенных почв на глубину 10, а тем более 15-20 см представляется нецелесообразным, т.к. не отражает реального загрязнения почв. Кроме того, именно верхние слои почвы наиболее подвержены

распылению, что приводит к вторичному загрязнению атмосферного воздуха.

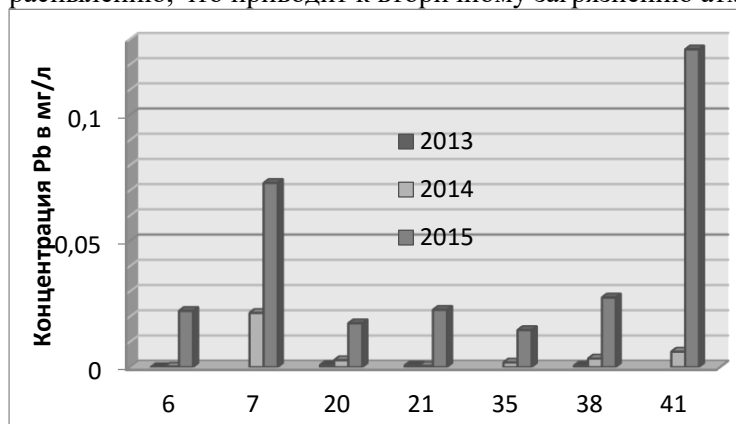


Рис. 2. Диаграмма динамики поступления металлов зимний период 2013-2015гг. по результатам анализа водной фазы снежного покрова (подвижная форма) на разном расстоянии от источника загрязнения (аккумуляторный завод).

Основным источником поступления металлов в почвы являются выбросы предприятий, о чем свидетельствуют литературные данные [4-6] и проведенные нами исследования по содержанию ТМ в водной фазе снега,

отобранной в 2013-2014гг. (рис.2). Причем степень антропогенной нагрузки от года к году возрастает и может достичь катастрофических размеров.

Литература

1. Дмитриев М.Т., Казнина Н.И., Пинигина И.А. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде. М.: Химия, 1989. 368с.
2. Другов Ю.С., Родин А.А. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: практическое руководство. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. 469с.
3. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. 5174-90.М.: ИМГРЭ, 1990.9 с.
4. Ларина Н.С., Куранова М.Н., Палецких Н.С. Химико-экологический мониторинг снегового покрова города Тюмени // Успехи современного естествознания. 2006. - №11. - С. 38-41.
5. Ларина Н.С. Экогеохимия снежного покрова города Тюмени / Н. С. Ларина [и др.] // Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов : тез. докл. IV Междунар. конф., г. Тюмень, 11-13 сент. 2013 г./ Тюмень, 2013. - С. 96-98.
6. Гарманова Т. В., Ларина Н.С. Мониторинг загрязнения снежного покрова пылеаэрозолями в городе Тюмень//Вестник Тюменского государственного университета. 2012. № 7. С. 55-62.

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ В ПОЧВАХ ВОСТОЧНОЙ АНТАРКТИДЫ

Соина В.С.¹, Кудинова А.Г.¹, Лысак Л.В.¹, Якушев А.В.¹, Мергелов Н.С.², Долгих А.В.²

¹Факультет почвоведения МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, soina@yandex.ru; ²Институт географии РАН

С недавнего времени ведутся интенсивные микробиологические исследования почв оазисов Восточной Антарктиды, которые характеризуются полным отсутствием таких важных почвообразователей и источников гумуса, как сосудистые растения с развитой корневой системой. Бриофиты имеют очень ограниченное распространение. Согласно современным представлениям, большая часть исследуемой территории представляет собой криптогамную пустошь (Горячкин и др., 2012), где развиваются цианобактерии, реже хлорофиты и лишайники, либо пустошь, в которой отсутствуют первичные продуценты и развиваются бактериальные комплексы, реже грибы.

Микробиологическая характеристика почв холодных биотопов с низким почвообразующим потенциалом внешних факторов важна не только для понимания процессов минерализации и образования почв, но и может представлять интерес для изучения современных аналогов почвенных тел, сформировавшихся до появления высших растений.

Объектами исследования служили образцы почв, отобранные в береговой части Восточной Антарктики на территории оазиса Холмы Ларсеманна (станция Прогресс) и оазиса Холмы Тала (станция Молодежная). Почвы отличаются по характеру проявлений органо-минеральных взаимодействий, что позволяет их отнести к нескольким морфотипам (Мергелов и др., 2014). Характерной особенностью почв Холмов Ларсеманна было значительное варьирование показателей общей численности бактерий в поверхностных и нижних горизонтах формирующейся почвы, что отличает их от почв умеренной зоны, где отмечается снижение общей численности бактерий вниз по профилю. Для почв Холмов Ларсеманна наиболее высокая численность, определяемая прямым

микроскопическим методом (10^8 кл на г), обнаруживалась не на поверхности, а под каменной мостовой, защищающей клетки от стресса иссушением, сильным ветром и УФ- излучением. В тоже время, в образцах почв Холмов Тала, показатели общей численности бактерий варьировали на поверхности и с глубиной незначительно, и были сопоставимы с аналогичными показателями в образцах почв Холмов Ларсеманна. Данные результаты подтверждаются и полученными показателями по числу культивируемых гетеротрофных жизнеспособных клеток, которые в образцах Холмов Тала были на 1-2 порядка выше аналогичных, выявляемых в образцах почв Холмов Ларсеманна. Это может объясняться дополнительным поверхностным увлажнением за счет активного таяния снежников в теплый период года, в результате которого приповерхностные горизонты почв, несмотря на сильное иссушение ветром, продолжают удерживать влагу и создают благоприятные условия для заселения и сохранения жизнеспособности бактерий. Отмечалась положительная корреляция между числом культивируемых клеток гетеротрофных бактерий и содержанием органического углерода, что указывает на то, что значимая часть органического вещества лабильна и доступна для бактерий, но слабо связана с минеральной матрицей и слабогумифицирована. Выявлена устойчивость гетеротрофных бактерий к циклам замораживания - оттаивания почвенных образцов и изучена их способность к реактивации роста после оттаивания. Помимо адаптации к подобным циклам, и отбору видов, способных к быстрой реактивации роста, увеличение числа культивируемых форм может происходить за счет частичного разрушения биопленок, которые играют важную роль, как для сохранения жизнеспособности клеток, так и в образовании органоминеральных пленок, являющихся единственным продуктом почвообразования в отсутствии «классических» почвенных горизонтов. Исследованные образцы отличаются трофическим разнообразием и максимальной удельной скоростью роста на минеральной среде с разными биополимерами в качестве единственных источников углерода, что объясняется спецификой заселения бактериями формирующихся антарктических почв и уникальным формированием микропрофилей в экстремальных условиях. Это отличает исследованные почвы от почв умеренных широт. Устойчивость к экстремальным условиям в антарктических почвах подтверждается результатами изучения потенциальной жизнеспособности клеток бактерий микроскопическим методом с применением красителя L7012 (LIVE/DEAD). Доля жизнеспособных клеток с неповрежденной мембраной составляла в разных горизонтах почв 60% и более, среди которых 70-80% составляли фильтрующиеся формы бактерий. Изучены морфологические типы фильтрующихся форм, которые могут относиться как формам, позволяющим клеткам переживать экстремальные условия, так и к представителям неизвестных пока таксонов.

Работа поддержана грантами РНФ №14-27-00133 и РНФ № 14-50-00029.

ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ЮЖНОЙ ЯКУТИИ

Собакин П.И., Герасимов Я.Р., Перк А.А.

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, radioecolog@yandex.ru

Изучены особенности миграции и распределения ^{238}U и ^{226}Ra в загрязнённых почвах горно-таёжных ландшафтов на территории урановых месторождений Эльконское плато и Курунг в Южной Якутии. Источниками загрязнения почвенного покрова радионуклидами являются ^{238}U -содержащие отвалы горных пород и руд из горных выработок (штольни, шахты). На водораздельных склонах почвенные разрезы закладывали на разном расстоянии от источника загрязнения в направлении преобладающего ветра, а на высоких поймах водотоков (левый приток р. Курунг – р. Курунг – р. Элькон – р. Алдан) – по вектору стока. Отдельные почвенные разрезы заложены на пойменном лугу, незатопляемом паводковыми водами ручья Акин (приток р. Курунг). В почвенном покрове водораздельных склонов преобладают подбуры, а в поймах водотоков – аллювиальные почвы. При супесчано-суглинисто-каменистом гранулометрическом составе и промывном водном режиме подбуры имеют ненасыщенный обменными основаниями почвенно-поглощающий комплекс и кислую реакцию рН водной вытяжки. В поймах рек Курунг, Элькон и Алдан гранулометрический состав аллювиальных почв неоднороден, он изменяется от дресвяного щебня и грубого песка до легких заиленных суглинков. Для аллювиальных почв характерны погребенные органогенные горизонты, сильноокислая и кислая реакция рН водной вытяжки, паводковый и промывной водный режим. В профиле лугово-болотной почвы выделяется слой ветоши трав, оторфованная дернина и гумусовый горизонт, погребённый слой мхов, минеральный слой, представленный грубым песком. Почва имеет кислую реакцию водной вытяжки при периодически застойном и промывном водном режиме.

Результаты обследования показали, что на удалении до 2 км от радиоактивных отвалов концентрация ^{238}U в почвах варьирует от $5 \cdot 10^{-4}$ до 4,6 %, а ^{226}Ra – от $1,5 \cdot 10^{-10}$ до $7,2 \cdot 10^{-8}$ %, что превышает их фоновые значения до четырех порядков величин. По уровню загрязненности ^{238}U и ^{226}Ra изученные почвы можно расположить в следующий убывающий ряд: лугово-болотные оторфованные > аллювиальные > подбуры. В почвенном профиле подбуров значительная часть урана и радия приурочено к лесной подстилке, перегнойно-гумусовому и гумусовому горизонтам, формируя аккумулятивный тип распределения без выраженного их иллювирования. Причем такое распределение радионуклидов по глубине почв обнаруживается на расстоянии около километра от отвалов радиоактивных пород по направлению преобладающего ветра. Их аккумуляция в верхних слоях почв обусловлена выдуванием мелкодисперсных фракций с поверхности радиоактивных отвалов, складированных на водораздельном склоне. В профиле лугово-болотной оторфованной почвы вертикальное распределение ^{238}U и ^{226}Ra разное. Это, возможно, обусловлено разной формой их нахождения в водном стоке, поступающем из отвалов в почву во время затяжных дождей. В данном месте уран из отвалов мигрирует преимущественно в составе жидкого, а радий – твердого стоков, что связано с химическими свойствами радионуклидов и особенностями состава сульфидных радиоактивных пород, формирующих химический состав водного стока. На вертикальное распределение урана в лугово-болотной оторфованной почве влияют и подстилающие многолетнемерзлые породы. Во время затопления луга мерзлые породы создают водоупорный слой, способствующий застою воды с высоким содержанием урана, в результате чего повышается его содержание в почве. В горизонтах почвы, обогащенных органическим веществом, содержание ^{238}U выше, чем в минеральных. При этом его самое высокое содержание приурочено к слою погребенного мха. В профиле лугово-болотной оторфованной почвы ^{226}Ra распределяется по аккумулятивному типу. Фiltrация поступающих в почву атмосферных вод сопровождается сепарацией и накоплением мелкодисперсной взвеси, обогащенной ^{226}Ra в верхних горизонтах почвенного профиля. В результате его концентрация резко убывает с глубиной. Вертикальное распределение ^{238}U и ^{226}Ra в аллювиальных почвах сложное. Уран аккумулируется в верхней и погребенной органогенной части почв, что связано с его сорбцией из воды во время затопления поймы. На разном удалении от отвалов в профиле аллювиальных почв ^{226}Ra распределяется неравномерно и без проявления каких-либо четких общих закономерностей. Лишь на расстоянии 34,0 и 43,6 км в поймах рек Элькона и Алдана характер вертикального распределения урана и радия в почвенных профилях становится практически одинаковым. Среднее отношение радия к урану в профилях этих почв приближается к единице. Исследования, проведенные в районе разработки монацитового россыпи в долине р. Васильевка, показали, что складированные возле здания бывшего обогащательного комбината в отвалы пески, обогащенные торием, загрязняют почвенный покров. В результате, на расстоянии до ста метров от отвалов по направлению ветра в лесной подстилке и гумусовом горизонте подбура обнаруживаются повышенные концентрации тория. Значительно меньшие масштабы азрального загрязнения почв торием обусловлены небольшим объемом складированных в отвалы песков и зарастанием их растительностью. В ходе полевых работ проведено картирование радиоактивного загрязнения местности по мощности экспозиционной дозы гамма-излучения и содержанию тория с помощью радиометра СРП-68-01 и переносного гамма-спектрометра МКС-АТ6101Д.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ РЕГИОНА ОЗЕРА БАЙКАЛ

Корсунова Ц.Д.-Ц.

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, zinakor23@yandex.ru

Известно, что каждый тип почвы имеет свои специфические черты строения, которые возникают в процессе эволюции биосферы и связаны с глобальной функцией почв, заключающейся в жизнеобеспечении всех представителей почвенной биоты. Последняя же в свою очередь является одной из основных факторов гумусо- и почвообразования.

Биологическое состояние почв сухих степей. Для каштановых почв Забайкалья типичен резко континентальный засушливый климат с суммой биологически активных температур 1590-1980 °С, тогда как температура выше +10° С для почв сухих степей восточно-европейской фации (ВЕФ) составляет 3200-3400 °С. При практически бесснежной зиме почвогрунты глубоко (до 3 м) и длительно (5-6 месяцев против 3-4 в ВЕФ) промерзают, и в весенний период почвы испытывают сильное иссушение, а во второй половине лета совпадают наиболее высокие температуры с обильными осадками. Легкий гранулометрический состав, определяющий высокую водопроницаемость, маломощность гумусового горизонта с низким содержанием гумуса 1,5- 2,5 % против 3-4 % в аналогах ВЕФ, широкое распространение дефляционных процессов и длительная сезонная мерзлота - все это

определяет формирование специфической, приспособленной к этим условиям биоты.

По данным А.А. Горшковой и М.Г. Меркушевой с соавторами, отличительной чертой фитоценоза степей Забайкалья является большое распространение криоксерофитной растительности - обитателей сухих и холодных склонов. Степные криоксерофиты имеют полициклический (многолетний) цикл развития, встречающийся в горно-тундровых поясах. Для них характерны краткость периода вегетации и сближенность отдельных фаз сезонного развития. У большой группы степных растений весь цикл сезонного развития проходит в 3-3,5 месяца, который вдвое меньше, чем, например, в Курских степях с более мягким климатом (5-5,5 месяцев). Обилие солнечного света при недостатке влаги наибольшее влияние оказывает на надземную сферу растений, в результате чего розеточные и полурозеточные растения являются господствующими по числу видов в сообществах степей.

А.А. Горшкова, Л.И. Чефанова, отмечали чрезвычайно важную отличительную особенность растений Забайкальских степей - противостоять высоким положительным и отрицательным температурам. Следствием формирования жаро- и холодоустойчивой растительности сухих степей является, по-видимому, вырабатывание адаптационной реакции на очень резкоконтрастные условия среды в виде высокой лигнинофицированности, достигающей 38 % (Чимитдоржиева, 1990), тогда как по Л.Н. Александровой (1980), что предопределяет его замедленную биологическую активность.

С.Ш. Нимаева (1992) отмечает большой удельный вес в микробном ценозе и высокую биохимическую активность актиномицетов, обладающих широким спектром ферментативного аппарата и приспособленных к трансформации высокоуглеродистых органических остатков в сухостепных почвах. Количество микроорганизмов в этих почвах, по ее же данным, составляет 2,5 млн в 1 г, тогда как одних только аммонификаторов в аналогичных почвах Европейской части России составляет 3,5 млн/г (Казеев и др., 2004), причем в первых почвах на долю бактерий приходится около 45%, актиномицетов – 55 % и грибов – 0,2 %, которые в основном сосредоточены в поверхностном слое (0-15 см). Автор отмечает, что бактерии в каштановых почвах в основном представлены неспороносными формами и незначителен в них удельный вес грибов.

Итак, следует отметить, что дефицит влаги, резкие перепады суточных и сезонных температур, обусловили низкорослую, устойчивую к длительной засухе и действию холодных грунтов, лигнинофицированную растительность, которую сопровождает континентальная биота, способствующая ее трансформации в специфический гумус холодных каштановых почв.

Биологическое состояние почв мерзлотной лесостепи. Качественный состав фитоценоза, сформированного в условиях постоянного воздействия многолетней почвенной мерзлоты, отличается тем, что также, как и у криоксерофильной растительности высок процент лигнина, достигающий 50%. Растительные остатки такого разнотравья способны утилизировать адаптированное животное население.

Несмотря на широкие адаптационные способности микроорганизмов к температурному режиму, оптимальные условия их развития даже для различных групп микроорганизмов, находятся в пределах 23-40 °С. И температурные условия региона характеризуются, как неблагоприятные для развития микроорганизмов. В них, несмотря на наличие мерзлоты, микробный ценоз, по данным С.Ш.Нимаевой (1992), формируется по ксерофитному типу с широким распространением актиномицетов – 57%, свидетельствующим о физиологической сухости мерзлотных почв. Общая численность микроорганизмов здесь вдвое выше, чем в сухой степи - 4,4 млн. Видовой состав грибов, по данным С.Ш.Нимаевой, однообразен. Часто встречаются грибы со стерильными гифами. Образование спор и органов размножения в них очень замедлено. Микрофлора рассматриваемых почв, по сравнению с таковой длительно сезонно мерзлотных почв региона, менее разнообразна по составу, и в ней доминируют олиготрофные формы. Как и в случае с сухостепными почвами, микробный ценоз мерзлотных лесостепных почв находится в адаптированном к воздействию мерзлоты состоянии (Корсунова Ц.Д-Ц).

В Забайкальском регионе длительно сезонная и многолетняя мерзлота выступают, как главный фактор, определяющий интенсивность всех биологических процессов. Следствием формирования растительности в условиях резких суточных и сезонных перепадов температур и влаги является, по-видимому, ее высокая лигнинофицированность.

Литература

1. Горшкова А.А., Чефанова Л.И. К оценке жаростойкости степных растений Забайкалья. В кн. «Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья и сопредельных областей». - В.5. Чита. 1975. – С.82-83.
2. Нимаева С.Ш. Микробиология криоаридных почв. Новосибирск: Наука. Сиб. отд. 1992. –

171 с.

3. *Корсунова Ц.Д-Ц., Хайдапова Р.Б., Корсунов А.В.* Микробиологическая активность криоаридных почв Байкальского региона. // Материалы международной научной практической конференции «Устойчивое землепользование в экстремальных условиях». Улан-Удэ, 2003. С.101-103.

4. *Хайдапова Р.Б., Цыдыпов В.Ц., Корсунова Ц.Д-Ц.* Токсичность почв и экологическая характеристика микроорганизмов // Материалы международной научной практической конференции «Устойчивое землепользование в экстремальных условиях». Улан-Удэ, 2003. С.150-151.

5. *Корсунова Ц.Д-Ц., Хайдапова Р.Б., Корсунов А.В.* Микробиологическая активность криоаридных почв Байкальского региона. //Материалы международной научной практической конференции «Устойчивое землепользование в экстремальных условиях». Улан-Удэ, 2003. С.101-103.

6. *Корсунова Ц.Д-Ц.* Групповой состав микробного ценоза луговых почв дельты реки Селенга. Плодородие. 2011. №6. С.-28-29.

7. *Корсунова Ц.Д-Ц.* Диагностические показатели биологического состояния каштановых почв на территории Бурятии. Вестник БГУ. Вып. 4. Ч.2. Серия Биология, география. – Улан-Удэ. Изд-во БГУ. 2011. С. 269-271.

СОДЕРЖЕНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ	С.
<u>Федоров-Давыдов Д.Г.</u> , <u>Остроумов В.Е.</u> , <u>Худяков О.И.</u> , <u>Губин С.В.</u> , <u>Лупачев А.В.</u>	3
<u>Куликов А.И.</u>	4
<u>Лопатовская О.Г.</u> , <u>Бубнова Л.Р.</u>	5
<u>Алифанов В.М.</u>	7
 СЕКЦИЯ 1. ГЕНЕЗИС, ГЕОГРАФИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ ХОЛОДНЫХ ОБЛАСТЕЙ	
<u>Абакумов Е.В.</u> , <u>Томашунас В.М.</u>	8
<u>Абакумов Е.В.</u> , <u>Томашунас В.М.</u> , <u>Лодыгин Е.Д.</u>	9
<u>Evgeny Abakumov</u> , <u>Elisabet Ejarque Gonzalez</u> , <u>Vitaliy Tomashunas</u> , <u>Vyacheslav Polyakov</u> <u>and Sebastian Zubrzycki</u>	9
<u>Бадмаев Н.Б.</u>	10
<u>Богатырев Л. Г.</u> , <u>Бенедиктова А.И.</u>	11
<u>Двуреченский В.Г.</u>	12
<u>Русанова Г.В.</u> , <u>Денева С.В.</u> , <u>Шахтарова О.В.</u>	13
<u>Долгих А.В.</u> , <u>Мергелов Н.С.</u> , <u>Лупачев А.В.</u> , <u>Зазовская Э.П.</u> , <u>Шоркунов И.Г.</u> , <u>Горячкин С.В.</u>	13
<u>Зазовская Э.П.</u> , <u>Федоров-Давыдов Д.Г.</u> , <u>Осокин Н.И.</u> , <u>Шишков В.А.</u>	15
<u>Иванова А.З.</u> , <u>Десяткин Р.В.</u>	16
<u>Киселева Н.Д.</u> , <u>Лопатовская О.Г.</u>	17
<u>Ковда И.В.</u> , <u>Бадмаев Н.Б.</u> , <u>Куликов А.И.</u> , <u>Лебедева М.П.</u> , <u>Чижикова Н.П.</u> , <u>Горячкин С.В.</u>	18
<u>Козлова А.А.</u>	19
<u>Конопляникова Ю.В.</u> , <u>Бронникова М.А.</u> , <u>Лебедева-Верба М.П.</u> , <u>Шоркунов И.Г.</u> , <u>Агатова А.Р.</u>	20
<u>Ананко Т.В.</u> , <u>Конюшков Д.Е.</u> , <u>Шубина И.Г.</u>	22
<u>Краснощеков Ю.Н.</u>	23
<u>Куклина С.Л.</u>	24
<u>Лебедева М.П.</u>	25
<u>Макушкин Э.О.</u>	26
<u>Мартынова Н.А.</u>	27
<u>Мергелов Н.С.</u> , <u>Шоркунов И.Г.</u> , <u>Долгих А.В.</u> , <u>Таргульян В.О.</u>	29
<u>Романис Т.В.</u> , <u>Лебедева М.П.</u> , <u>Болотов И.Н.</u>	30
<u>Рухович Д.И.</u> , <u>Черноусенко Г.И.</u> , <u>Калинина Н.В.</u> , <u>Симакова М.С.</u> , <u>Куляница А.Л.</u>	31
<u>Самофалова И.А.</u>	32
<u>Сухачева Е.Ю.</u> , <u>Мингареева Е.В.</u> , <u>Апарин Б.Ф.</u>	33
<u>Сымпилова Д.П.</u>	35
<u>Убугунов В.Л.</u> , <u>Цыремпилов Э.Г.</u> , <u>Убугунова В. И.</u> , <u>Жамбалова А.Д.</u>	36
<u>Фоминых Л.А.</u> , <u>Золотарева Б.Н.</u>	37
<u>Чевычелов А.П.</u> , <u>Скрыбыкина В.П.</u>	38
<u>Черноусенко Г.И.</u> , <u>Рухович Д.И.</u> , <u>Калинина Н.В.</u>	39
 СЕКЦИЯ 2. ПАЛЕОКРИОГЕННЫЕ ЭПОХИ КАК ЭТАПЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ЭВОЛЮЦИИ ПЕДОСФЕРЫ ЗЕМЛИ	
<u>Алифанов В.М.</u>	40
<u>Андреева Д.Б.</u> , <u>Цех В.</u> , <u>Цыденова Н.В.</u> , <u>Антонова Ю.Е.</u> , <u>Тумэн Д.</u> , <u>Эрдэнэ М.</u> , <u>Пьецонка Х.</u>	41
<u>Апарин Б.Ф.</u> , <u>Сухачева Е.Ю.</u>	42
<u>Голубцов В.А.</u> , <u>Рыжов Ю.В.</u>	43
<u>Дергачева М.И.</u> , <u>Феденева И.Н.</u>	44
<u>Ербаева М.А.</u> , <u>Алексеева Н.В.</u> , <u>Щетников А.А.</u> , <u>Филинов И.А.</u>	45
<u>Иванов И.В.</u>	46
<u>Куклина С.Л.</u>	47

Макеев А.О.....	48
Русаков А.В., Коркка М.А., Седов С.Н., Русакова Е.А.....	49
Спектор В.В., Бакулина Н.Т., Спектор В.Б.....	50

СЕКЦИЯ 3. КЛИМАТ И ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ХОЛОДНЫХ ПОЧВ

Белоусов В.М., Мартынова Н.А.....	52
Давыдова Н.Д.	53
Куликов А.И., Гынинова А.Б.	54
Коркина Е.А.	55
Макаров В.С.	57
Малышева Т.И., Макаров М.И., Олимпченко В.Г.	58

СЕКЦИЯ 4. ФИЗИЧЕСКИЕ, ХИМИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХОЛОДНЫХ ПОЧВ

Бадмажапова И.А., Гынинова А.Б.....	59
Васильчук Дж.Ю., Агатова А.Р., Бронникова М.А., Кречетов П.П., Конопляникова Ю.В., Лебедева М.П., Непоп Р.К., Турова И.В., Шоркунов И.Г.....	60
Дягилева А.Г.	62
Дергачева М.И., Федоров-Давыдов Д.Г., Зазовская Э.П.	63
Цыбенков Ю.Б., Чимитдоржиева Г.Д.	64
Гончиков Б.Н., Бадмаев Н.Б., Куликов А.И., Базаров А.В., Кураков С.А., Цыбенков Ю.Б., Мангатаева А.Ц.	65

СЕКЦИЯ 5. МИКРОБИОЛОГИЯ, БИОГЕОХИМИЯ, ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ И ЛАНДШАФТОВ ХОЛОДНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Абакумов Е.В., Томашунас В.М., Лодыгин Е.Д.	67
Банзаракаева Т.Г., Дамбинова Е.Ц., Щербакова В.А., Намсараев Б.Б.	68
Данилова А.А., Барашкова Н.В., Аржакова А.П., Устинова В.В., Саввинов Г.Н., Данилов П.П., Петров А.А.....	69
Дамбаев В.Б., Давыдова Т.В.	70
Дугаржапова З.Ф., Бадмаев Н.Б., Очиров О.Н., Цыдыпов Б.З.	71
Кудинова А.Г., Лысак Л.В.	72
Кузнецов П.В., Айсуева Т.С., Чупарина Е.В., Пройдакова О.А.....	73
Лаврентьева Е.В., Раднагуруева А.А., Эрдынеева Е.Б., Намсараев Б.Б.....	74
Лаврентьева И.Н., Меркушева М.Г.	75
Макаров М.И., Малышева Т.И., Маслов М.Н., Кузнецова Е.Ю.	76
Мильхеев Е.Ю.	78
Намзалов Б.Б.	78
Sebastian Zubrzycki, Evgeny Abakumov, Lars Kutzbach, Guido Grosse, Aleksei Desiatkin, Iuliia Antcibor, and Eva-Maria Pfeiffer	80
Сивцева Н.Е..	81
Сосорова С.Б., Меркушева М.Г., Болонева Л.Н.....	82
Чимитдоржиева Э.О.	83
Щелчкова М.В., Давыдов С.П., Федоров-Давыдов Д.Г., Давыдова А.И., Боесков Г.Г. .	84

СЕКЦИЯ 6. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ПОЧВ ХОЛОДНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Валова Е.Э.	85
Гынинова А.Б., Куликов А.И., Цыбикдоржиев Ц.Ц., Гончиков Б.Н., Хаптухаева Н.Н., Дыржинов Ж.Д., Балсанова Л.Д., Гармаев М.Л.	86
Балсанова Л.Д., Гынинова А.Б.	87
Богданов А.В., Шатрова А.С.	88
Вишнякова О.В., Лаврентьева И.Н., Убугунов В.Л., Болонева Л.Н., Убугунов Л.Л., Х. Ноу, W. Ren ²	90
Данилов П.П., Саввинов Г.Н.	91

Xiaofei Li , Chengbao Wang, Ping Wang, Lingguo Gui, Sicun Yang, Weiping Zhang, Long Li	92
Пигарева Н. Н., <u>Убугунов Л. Л.</u>	93
Чайка Н.В.	94
Шахматова Е.Ю.....	95
СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ	
Ананко Т.В., <u>Конюшков Д.Е.</u> , Шубина И.Г.	97
<u>Иванова А.З.</u> , Десяткин Р.В.	98
<u>Киселева Н.Д.</u> , Лопатовская О.Г.	99
Самофалова И.А.	100
<u>Фоминых Л.А.</u> , Золотарева Б.Н.	101
<u>Спектор В.В.</u> , Бакулина Н.Т., Спектор В.Б.	102
Белозерцева И.А., Доржготов Д., Убугунов Л.Л., Сороковой А.А.	104
<u>Гончарова О.Ю.</u> , Матышак Г.В., Бобрик А.А.	107
<u>Десяткин А.Р.</u> , Филиппов Н.В.	108
<u>Осокин Н.И.</u> , Сосновский А.В., Заовская Э.П.	109
Федоров-Давыдов Д.Г., Давыдов С.П., Давыдова А.И., Остроумов В.Е., Холодов А.Л., Сороковиков В.А., Шмелев Д.Г.	110
Федоров П.П.	111
<u>Жангуров Е.В.</u> , Дымов А.А.	111
Iuliia Antcibor, Dmitry Kaverin, Aleksandr Pastukhov, Sebastian Zubrzycki, and Eva-Maria Pfeiffer	113
Боескоров В.С., Саввинов Г.Н.	114
Миллер А.Р., Долгушин А.В., Крестьянникова Е.В.	115
<u>Соина В.С.</u> , Кудинова А.Г., Лысак Л.В., Якушев А.В., Мергелов Н.С., Долгих А.В.	116
<u>Собакин П.И.</u> , Герасимов Я.Р., Перк А.А.	117
Косрунова Ц.Д-Ц.	118

**ПОЧВЫ ХОЛОДНЫХ ОБЛАСТЕЙ: ГЕНЕЗИС, ГЕОГРАФИЯ, ЭКОЛОГИЯ
(К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА О.В. МАКЕЕВА)**

Материалы научной конференции с международным участием
г. Улан-Удэ (Россия) 31 августа - 9 сентября 2015 г.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Материалы печатаются в авторской редакции

Подписано в печать 21.08.2015. Формат 60х84 1/8. Гарнитура Times.
Уч.-изд. л. 12,1. Усл. печ. л. 12,4. Тираж 100 экз. версий.

Редакционно-издательский отдел Издательства БНЦ СО РАН
670047 г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 8