



УДК 631.4+911.3:338.483

Реализация литогенной матричности почвообразования в фосфоритоносных ландшафтах горного Прихубсугулья на юге Байкальской рифтовой зоны

Н. А. Мартынова

Иркутский государственный университет, г. Иркутск
E-mail: natamart-irk@yandex.ru

Аннотация. Проведено комплексное изучение особенностей фосфоритных почв Монголии в аспекте углубления фундаментальных знаний о процессах почвообразования на фосфатно-карбонатных породах в условиях влияния криолитозоны. Исследовано влияние литогенной основы Онголигнуурского месторождения фосфоритов в котловине озера Хубсугул в южной части Байкальской рифтовой зоны на свойства органо-минеральной матрицы горных почв. Выявлены особенности свойств и генезиса, биогеохимии, минералогии фосфоритных почв тундрового, лесного и лугово-степного высотных поясов юго-западного Прихубсугулья в районе выходов на дневную поверхность участков месторождения. Проведены исследования продуктивности и биоразнообразия развитых на месторождении биоценозов, влияния на свойства и генезис почв зонально-климатических факторов и литогенной основы месторождения. Выявлено формирование на исследуемой территории уникальных каскадных ландшафтно-геохимических систем и экзотичных классов природных ландшафтов с широким спектром литогенных почв и растительного разнообразия. Литогенная основа (фосфориты, представленные франколитом) обуславливает матричность почвообразования, трансформируя силикатную составляющую, стабилизируя и усиливая органо-минеральную матрицу почв и процесс «созревания» гуминовых кислот и железо- и алюмофосфатно-глинистых гуматных комплексов, сенсорность и рефлекторность почв. Проведённые исследования определяют необходимость сохранения уникальных ландшафтов и соблюдения приоритетов устойчивого развития на территории буферной зоны участка мирового наследия.

Ключевые слова: фосфоритные почвы, литогенная матричность почвообразования, экология горных почв, органо-минеральная матрица, устойчивость почвенного покрова, сохранение уникальных ландшафтов.

Введение

На эволюционное развитие почвенно-растительного покрова территории юго-западного Прихубсугулья в Монголии, относящейся к юго-западному окончанию Байкальской рифтовой зоны (БРЗ), оказывают большое влияние климатическая зональность, геоморфологические условия и экспозиция склонов, криогенез, литогенная матричность почвообразующих пород, сейсмическая активность БРЗ и водные массы оз. Хубсугул, расположенного на высоте 1 645 м над у. м. Сочетание факторов определяет не только интенсивность педохимических процессов и биогеохимической миграции элементов, но и биологическую продуктивность биоценозов, харак-

теризуя природно-ресурный потенциал региона. Простираение через все основные высотные природные пояса и выход на дневную поверхность слоёв фосфоритов Онголигнурского месторождения Хубсугульского фосфоритоносного бассейна, расположенного на этой территории, дают уникальную возможность изучения особенностей почвообразования на фосфатно-карбонатных породах горно-долинных ландшафтов в условиях криогенеза.

Для изучения особенностей генезиса почв на фосфоритах, практически не освещённых в научной литературе, нами были выделены маркерные полигоны в границах тундровых, лесных и степных ландшафтов, соседствующих на территории.

Цель работы – исследовать генезис почв уникальных ландшафтов фосфоритоносного бассейна на территории юго-западного Прихубсугулья Монголии и оценить влияние литогенной фосфатно-карбонатной основы на свойства и особенности формирования органико-минеральной матрицы почв.

Материалы и методы

Полевые исследования почв и ландшафтов Онголигнурского месторождения фосфоритов Монголии проводились в рамках работы советско-монгольской комплексной Хубсугульской экспедиции Иркутского и Монгольского госуниверситетов в летние полевые сезоны 1986–1991 гг. Для полевого исследования почв исследуемых ландшафтов применялись почвенно-морфологический, педолитологический, ботанический, геолого-геоморфологический и сравнительно-географический методы исследования. На территории месторождения было заложено и описано свыше 30 почвенных разрезов. Лабораторные исследования свойств почв были проведены в 20 почвенных разрезах. Определение физико-химических свойств проводили общепринятыми методами потенциометрии, титрования, фотоколориметрии [1] в пробах воздушно-сухих образцов почв, растёртых и просеянных через сито с диаметром отверстий в 1 мм, а при необходимости – через сито с диаметром отверстий 0,25 мм или растёртых в пыль. Для изучения физических свойств почв был определён гранулометрический состав почв методом Н. А. Качинского [5]; методами растровой электронной и поляризационной микроскопии и рентгендифрактометрии исследован минералогический состав крупной фракции почв и ила. Валовой состав мелкозёма и ила определялся методами сплавления с углекислыми солями K^+ и Na^+ с применением пламенно-фотометрической и атомно-адсорбционной спектроскопии; содержание фосфора в различных минеральных фракциях мелкозёма – методами Мачигина и Гинзбург – Лебедевой; соединений железа – методами Мера – Джексона, Тамма и Баскомба [19]. Биологическая активность почв определялась через ферментативную активность ряда ферментов (каталазы, целлюлазы, фосфатазы, инвертазы, протеазы, дегидрогеназы) [21]. Оценка органической составляющей почвенной матрицы оценивалась через определение фракционного состава гумуса [13] методом Пономарёвой – Плотниковой. Строение гуминовых кислот изучалось с использованием инфракрасной спектроскопии.

Результаты и обсуждение

Древность тектонических структур, сложность геологической истории обусловили разновозрастность и разнообразие петрографического состава горных пород, принимающих участие в почвообразовании на изучаемой территории. Формирование южных в Байкальской рифтовой зоне (БРЗ) Тункинского и Хубсугульского грабенов началось в прото-байкальскую стадию около 17 млн лет назад. Быстрое поднятие Саянских гор около 3 млн лет назад привело к формированию здесь периодических ледников, чьё давление могло усиливать магматизм в регионе [11]. Современный рельеф сформировался на базе древнего палеозойского пенеплена в четвертичное время.

Юго-западное Прихубсугулье известно выходом на поверхность рудных тел крупнейшего Хубсугульского фосфоритоносного бассейна (рис. 1, [9]) вендско-рифейско-кембрийского возраста общей площадью 30 тыс. кв. км с запасами около 1 млрд т и содержанием P_2O_5 до 31–32 % [22]. Породы бассейна, имеющие возраст в 840–708 млн лет, представлены фторапатитом (франколитом, или штаффелитом) с примесью карбонатапатита, фосфатоносными кремнистыми доломитами, чёрными известняками с прослоями кремней, хлоритовых и филлитовых сланцев, алевролитов [10]. Наиболее крупное (среди более чем 30 проявлений фосфоритов бассейна) Онголигнурское месторождение растянулось вдоль западного берега оз. Хубсугул полосой в 50 км при ширине до 30 км. Фосфориты имеют тёмную окраску из-за примеси до 1 % тонкодисперсного углистого вещества. Главный пласт Онголигнурского участка Хубсугульского месторождения имеет следующий минеральный состав (%): 45,5 – фосфата кальция (франколита или штаффелита ($Ca_{10}(PO_4)_6(F_2, OH_2, CO_3, O)$)); 19,5 – доломита; 17,5 – кальцита; 15,0 – кварца, халцедона; 2,5 – глинистых минералов; 0,5 – органические вещества, гидроксиды железа, аксессуарные вещества. Химический состав фосфоритов месторождения представлен (%): 18,57 – P_2O_5 ; 16,32 – SiO_2 ; 0,56 – Al_2O_3 ; 0,74 – Fe_2O_3 ; 40,45 – CaO ; 4,4 – MgO ; 18,09 – CO_2 ; 1,55 – F; 0,38 – C [4]. Проведённое нами с применением сканирующего электронного микроскопа исследование образцов фосфоритовых пород в шлифах выявило их сложение из микрожелваков, внутри которых хорошо различимы трубчатые остатки организмов, относимых А. Ю. Розановым [16] к сходным с цианобактериями неизвестным бактериально-водорослевым образованиям, при жизни откладывавшим фосфор в слизистом чехле.

На скорость и направленность выветривания и почвообразования в Прихубсугулье влияют континентальность климата с жёстким радиационным режимом, интенсивная циркуляция воздуха и водные массы оз. Хубсугул. Среднегодовая температура воздуха составляет $-4...-5$ °С. Наибольшее количество осадков (в среднем до 300 мм/год) приходится на период наиболее высоких температур [15]. Благодаря резко континентальному климату и относительно малой мощности снежного покрова почво-грунты сезонно промерзают, что способствует широкому развитию многолетнемёрзлых пород мощностью от 50 до 100 м и мерзлотных процессов и явлений. Глубина оттаивания многолетнемёрзлых пород достигает 1,8–3,6 м [20].

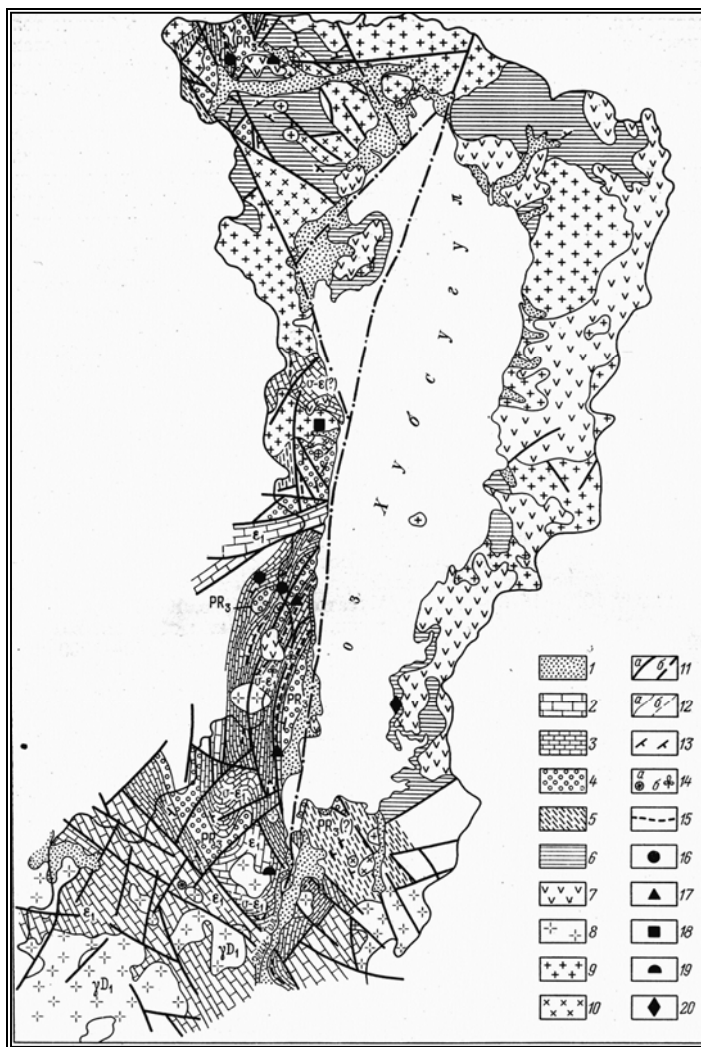


Рис. 1. Геология и полезные ископаемые котловины оз. Хубсугул. По: [9; 10]

Условные обозначения:

- | | |
|---|---|
| 1. Рыхлые четвертичные отложения. | 10. Венд-нижнекембрийские основные и ультраосновные интрузивные породы. |
| 2. Нижнекембрийские отложения (Є1). | 11. Основные установленные разломы. |
| 3. Кембрийские и вендские отложения. | 12. Предполагаемые разломы. |
| 4. Верхнепротерозойские породы. | 13. Дайки. |
| 5. Рифейские отложения. | 14. Места нахождения остатков древней фауны и флоры. |
| 6. Протерозойские и архейские образования. | 15. Границы предполагавшихся разработок. |
| 7. Неоген-четвертичные базальты. | 16. Фосфориты. |
| 8. Среднепалеозойские кислые и щелочные интрузивные породы. | 17. Марганцовистые породы. |
| 9. Верхнерифейские кислые интрузивные породы. | 18. Железо-содержащие породы. |
| | 19. Графитизированные породы. |
| | 20. Керамическое сырье. |

Широтная зональность элементов климата усложняется вертикальной поясностью и особенностями горно-долинного рельефа. Значительные высоты западных хребтов Прихубсугуля (2 700–3 200 м) способствуют задержанию влаги, приносимой в Монголию северо-западными воздушными течениями, что обуславливает развитие своеобразных горных ландшафтов тайги и лесостепи. Район исследования расположен на стыке трёх крупных природно-биогеографических областей: Среднесибирской таёжной, Южно-сибирской гольцово-горно-таёжной и Байкало-Джугджурской гольцово-горно-таёжной.

Согласно схеме почвенно-географического районирования Монголии [7] горное Прихубсугулье как самостоятельный район входит в Хангайскую провинцию. Флора Прихубсугуля [2], насчитывая более 800 видов, разделяется на 3 основных комплекса природной среды Азии: высокогорный тундровый (24 %), бореальный (лугово) таёжный (22 %), и бореальный степной (22 %). Высокогорный комплекс гольцово-подгольцовой растительности Прихубсугуля, сочетая нивальные ценозы различных тундр, луго- и лесотундр, занимает высоты от 1 800 до 2 800 м над у. м. Один из важнейших уровней в каскадных ландшафтно-геохимических системах Прихубсугуля занимают таёжные пространства, представленные в основном лиственничниками, лиственнично-кедровыми насаждениями, кедровниками, иногда с примесью берёзы, сосны. В нижнем ярусе южных склонов распространены степные участки горного пояса (частично с признаками луговости): в верхних частях – полидоминантные мелкокедровинные злаковые степи, на выравненных участках – ковыльные.

На участках выходов фосфоритов развиваются фитоценозы с исключительно богатым злаково-бобовым разнотравьем [14] без заметных качественных и количественных отклонений в растительном ярусе. Низкие температуры, краткость биологически активного периода наряду с замедленностью химического выветривания и глинообразования уменьшают интенсивность поступления фосфора в растения, обеспечивая низкий энергетический уровень роста. Наиболее ярко влияние фосфоритов проявляется по урожайности (11,5 ц/га) степных ценозов верхних частей склонов, где наблюдаются выходы фосфоритов. Основной вклад в повышение продуктивности степных ценозов вносят бобовые, которые, благодаря фосфорной кислоте, входящей в состав корневых выделений, растворяют фосфат фосфоритов, обогащая тем самым почву доступной формой фосфора, что положительно сказывается на жизнедеятельности растений и повышении их продуктивности как интегрального показателя состояния фитоценозов.

Общая направленность и характер процессов выветривания в Прихубсугулье способствуют развитию субаэральной дезинтеграции исходного природного материала и активному проявлению различных экзодинамических процессов. Доля естественной химической денудации здесь невелика. Структурно-гидрогеологически Хубсугульский фосфоритоносный бассейн характеризуется сложно организованным геологическим массивом, вмеща-

ющим трещинно-карстовые воды карбонатных пород и трещинно-жильные воды терригенных отложений интрузивных пород [3]. Вследствие структурных изменений, происходящих при промерзании или усыхании (переходе коагуляционных структур в кристаллизационно-конденсационные), характерно полигональное растрескивание грунтов. Морозобойные трещины, выполняя роль естественных дренажных систем и обедняя почвы многими элементами, постепенно заполняются минеральным, органогенным и хемогенным материалом. Трещиноватость и пестрота литологического состава почвообразующих пород в значительной мере определяет развитие на этой территории широкого спектра литогенных почв и растительного разнообразия. Формирование почв на рыхлых покровах, структура и сложение которых осложнены медленным сползанием субстрата по склону из-за криосолифлюкционных процессов, приводит к локальному появлению толщ с погребёнными гумусовыми горизонтами. Реализация в условиях сезонного промерзания процессов экзогенного выветривания наряду с опережающими процессами денудации в конечном итоге приводит к господству маломощных щебнистых почв. Почвы на фосфоритах отличаются от своих зональных аналогов, сформированных на чисто карбонатных породах, более тёмной окраской гумусовых горизонтов и серыми оттенками, унаследованными от почвообразующих пород. При вскрытии почвенных толщ фосфоритных почв обнаруживается выделение сероводородных газов.

В характере распределения почв в горном Прихубсугулье влияние высоты местности проявляется в отчётливо выраженной вертикальной зональности, а также в значительном изменении почвенного покрова в направлении с северо-запада на юго-восток. Здесь присутствуют различные «экзотичные» классы почв и ландшафтов. Это обусловлено химическими и минералогическими свойствами пород, присутствием полиметаллов, фосфора, меди, железа и др., что повышает научную ценность созданного здесь Хубсугульского национального парка [23]. Состав почвенного покрова характеризуется широким участием в нём остаточно-карбонатных почв и почв с мерзлотным горизонтом. Под влиянием сезонного криогенеза, гидратационных и механических процессов в фосфатноносных ландшафтах интенсивно идут процессы криогенной дезинтеграции фосфоритных пород, увеличивая их трещиноватость, поверхность растворения, а значит и вынос растворённого Са и Р. Попеременное промерзание/протаивание изменяет количество связанной воды, а следовательно, и масштабы проявления химического и биохимического выветривания. Среди механизмов выветривания фосфатных пород на территории исследования можно отметить расширение/сжатие при температурных колебаниях, расклинивающее действие вымораживающихся солей, отслаивающее действие талломов литофильных лишайников, сине-зелёных водорослей, а также высших растений. Вследствие криогидратационного выветривания в почвах вначале идет накопление фосфоритной крошки (муки), тонкопесчаных и крупнопылевых фракций, что обуславливает их пылеватость и, преимущественно, легко- и среднесуглинистый со-

став. В процессе развития почвы обогащаются наиболее биохимически активными частицами ила и физической глины, содержание которых существенно варьирует в профиле, уменьшаясь с глубиной. В почвах из-за резкой континентальности климата и замедленности биологического круговорота с глубиной растёт скелетность, в гумусовых горизонтах накапливается перегнойно-торфянистый и оторфованный материал, мощность почв варьирует от нескольких сантиметров до полуметра. Присутствие глинистых плёнок и кремнисто-карбонатных щёток на нижней поверхности щебня почв свидетельствует о процессах выщелачивания и суспензионного переноса тонких фракций в поверхностных горизонтах почв.

Разная выветрелость одних и тех же пород при всех остальных схожих условиях почвообразования приводит к образованию различных генетических типов почв. В центре внимания находится вопрос о характере и степени биоклиматической рефлекторности почв на породах разной степени карбонатности и фосфатности. Наряду с «геоморфологической» моделью на исследуемой территории реализуется модель «климатогенной зональности» почвообразования, осложнённая литогенной матричностью, т. е. восприимчивостью почвой характера почвообразующих пород с формированием тесных пространственных связей. В этом контексте матрица понимается как литогенная структура, сообщающая почве свои свойства и определяющая направления и результаты почвообразования в данном климате [6]. Фосфатно-карбонатные породы Прихубсугуля, ослабляя влияние климата на почвообразование в силу своей биоклиматической рефлекторности, определяют литогенную полиморфность климата. Полной конвергенции почвообразования на разных, в том числе и на карбонатных, породах не происходит [17; 18]. Литогенная полисенсорность фосфоритных почв в климатических условиях Прихубсугуля обуславливает формирование литогенного спектра почв с наибольшим разнообразием для условий лесного пояса.

Еще Ф. Ю. Левинсон-Лессинг [12], отмечая влияние казахстанского фосфорита на почву указывал, что примесь фосфорита, содержащего большое количество биофильного фосфора, снабдила почву невероятным количеством фосфорной кислоты и тем самым «образовала в высшей степени оригинальную почву – фосфоритный чернозём». Китайскими почвоведом [24; 25] оригинальные почвы с высоким содержанием фосфора (до 22–31 % P_2O_5), сформированные на гуано (продуктах разложения помёта морских птиц) островов Южно-Китайского моря, выделялись на уровне типа фосфатно-кальциевых почв наряду с андосолями, почвами известняков в группе регосольных почв.

В районе распространения фосфоритонесных пород Монголии на всех высотных поясах (тундровом, таёжном и степном) формируются оригинальные почвы, которые по сумме свойств можно выделить в особую группу – кремнисто-карбонатных почв – «фосфатозёмов» [23]: в тундровой зоне – преимущественно карболитозёмы перегнойные глинисто-иллювирированные; (*горно-луговые чернозёмовидные *по классификации 1977 г.*); в лесной –

тёмно-серые метаморфические остаточно-карбонатные (**дерново-карбонатные выщелоченные*); в степной – чернозёмы дисперсно-карбонатные (**чернозёмы южные умеренно-длительно промерзающие*); в заболоченных местах – тёмно-гумусово-(перегнойно)-глеевые остаточно-карбонатные (**лугово-болотные перегнойные выщелоченные*) почвы.

Основные физико-химические свойства фосфоритных почв разновысотных поясов Прихубсугулья представлены в таблице 1. Показатель pH почв щелочной, вероятно, за счёт присутствия карбонатфторapatита и доломита.

Исследуемые почвы характеризуются высоким содержанием валового и подвижного фосфора (табл. 2). В области педохимии фосфора его соединения в почве рассматриваются вне связи с трансформацией соединений химических элементов. Не учитываются уникальные свойства фосфора, обусловленные возможностью атома фосфора выступать в качестве координационного центра, что может приводить к образованию нетипичных природных соединений [8].

Длительное выветривание фосфоритов, состоящих в основном из франколита (трёхкальциевого фосфата), относящихся к разряду силикатно-карбонатных пород, приводит к значительному (автохтонному) остаточному накоплению силикатного мелкозёма в ходе растворения и выноса карбонатной компоненты и фосфатов, о чём свидетельствует валовый состав фосфоритных почв и их гранулометрических фракций. Проведённый нами рентгеноструктурный анализ фосфоритов показал наличие в них небольших количеств глинистых алюмосиликатов, что обуславливает возможность накопления глины *in situ* в процессе выветривания и почвообразования. Выщелоченный фосфор мигрирует в ландшафтно-геохимических системах в виде минеральных и фосфорорганических соединений (ФОС), причём основная доля фосфора в составе фосфорорганических соединений исследованных почв приходится на фракцию фульвокислот. Накопление минеральных фосфатов и ФОС идёт преимущественно на щелочном барьере карбонатных пород, на глеевом (мерзлотном) и биогеохимическом барьерах.

Проведённое нами микроморфологическое исследование почвенных образцов в шлифах выявило наличие отчётливо выраженной выветрелости «крупчатого фосфорита» с кремнисто-(халцедоново)-карбонатными натёками.

Встречается скрытокристаллический кварц типа халцедона или кварцита. Кремниевые кислоты с опалом и карбонатами «текут» вниз по профилю и выпадают в осадок, заполняя пустоты отмерших растительных тканей по типу «биолитов». Происходит их окристаллизация. Растительные остатки покрываются карбонатными плёнками, предотвращающими микробиологические воздействия и дальнейшее разложение, что способствует «консервации» растительных остатков и прогумусовых веществ, формированию гумуса типа «модер» и накоплению негидролизующего остатка.

В почвах на фосфоритах много глауконита – водного силиката (окисно-закисной формы) калий-железо-алюминийсодержащего минерала различных оттенков, что обусловлено морским происхождением фосфоритовых

пластов. В верхних горизонтах почв исследуемых ландшафтов идёт ярко выраженный процесс хлоритизации, вероятно, за счёт физического дробления и относительного накопления хлоритов, имеющих специфичную интерференционную окраску, изотропность и радиально-лучистое строение. Количество хлоритов как первичных, так и вторичных, с глубиной уменьшается (рис. 2). Полевые шпаты особенно интенсивно выветриваются в иллювиальном горизонте. Слюды (флогопит, биотит) выветриваются интенсивнее полевых шпатов и хлоритов и, наряду с ними, являются источниками гидрослюды и аморфного материала.

Результаты проведённого рентгеноструктурного анализа показывают, что вверх по профилю окристаллизованность слюд ухудшается и снижается их содержание. Преобладающим компонентом являются диоктаэдрические иллиты. В средней части профиля фосфоритных почв отмечаются признаки супердисперсности глинистого материала и иллитов, что также подтверждает гипотезу морского происхождения фосфоритов, их засоления и последующего рассоления и рассолонцевания в прошлом. Супердисперсность глинистого материала, как остаточное свойство литогенной фосфоритной матрицы, изменяет специфику почвообразовательных процессов на карбонатных породах Прихубсугулья и «затушёвывает» влияние собственно фосфатного материала пород. Общая направленность процессов выветривания на фосфатно-карбонатных породах разновысотных поясов исследуемой территории ведёт к формированию качественно схожего состава глинистых минералов, включающих гидрослюды, труднодиагностируемые образования смешанно-слоистого типа, хлориты, а также тонкодисперсный кварц. Интенсивность данных процессов зависит от обогащённости пород легковыветриваемыми первичными минералами, степени фосфатности и карбонатности, структурных и текстурных особенностей пород, их стратиграфической и фациальной изменчивости.

Таким образом, в фосфоритных почвах исследуемой территории сочетаются процессы гумусообразования, метаморфического оглинивания, лесивирования и элювиирования [14]. Процессам аккумуляции гумуса и выщелачивания карбонатов сопутствуют процессы трансформации силикатной части, а также высвобождения железа из решёток железосодержащих минералов и закрепления его в профиле преимущественно в виде аморфных форм, связанных с фосфором и глино-гумусовым комплексом почв.

Вынос карбонатов сопровождается снижением pH и увеличением подвижности глинисто-гумусовой плазмы, что в свою очередь приводит к увеличению количества подвижных гидроксидов и аморфного кремнезёма. Несмотря на однонаправленность процессов образования и накопления глинистых минералов (гидрослюды, хлоритов, смешанно-слоистых), их интенсивность неодинакова в разных высотных поясах. Выветривание фосфоритов наиболее интенсивно идёт в профиле почв лесной зоны, где отмечается наиболее высокое содержание подвижного железа.

Таблица 1

Физико-химические свойства фосфатно-карбонатных почв Прихубсугулья

Горизонт	Глубина, см	рН водн.	Фосфатный потенциал	С, %	N, %	Сгк Сфк	Обменные катионы, мг-экв/100 г		Подв. P ₂ O ₅ , мг/100 г	Подв. Fe ₂ O ₃ , г/100 г	CaCO ₃ , %	ЕКО, мг-экв./100 г	<0,001, %	Сумма фрак. <0,01, %
							Ca ²⁺	Mg ²⁺						
Тундровая зона: Карболитозём перегнойно-тёмногумусовый глинисто-иллювирированный на элювии фосфоритов, р. 5-ОГ. Овсяницево-дриадовая тундра, юго-западный склон водораздельной части горного массива г. Уран-Душе-Уул, (2500 м над у. м.).														
АНса	0–8	7,60	9,16	7,98	0,98	1,83	16,6	8,5	15,6	380	62,7	37,6	9,5	16,3
AUBIca	8–18	7,95	8,64	3,72	0,34	1,80	21,4	7,5	8,5	360	56,2	43,7	8,6	27,1
CRi,ca	18–90	8,70	9,47	0,48	н.о.	1,82	17,4	1,3	7,0	150	58,9	24,5	10,4	21,1
Тундровая зона: Карболитозем перегнойный глинисто-иллювирированный на элювии фосфоритов, р. 6-ОГ. Лишайниково-разнотравно-дриадовая тундра привершинной части южного макросклона г. Уран-Душе-Уул (2300 м н. у. м.).														
AUca	0–10	7,50	9,49	6,69	0,84	1,66	11,9	16,3	6,8	400	58,9	31,8	12,7	31,05
BIca	10–17	7,60	8,86	2,58	0,46	0,92	17,0	8,5	3,0	330	59,2	24,5	9,75	27,40
BCRca	18–70	8,50	8,58	0,64	н. о.	0,96	8,5	1,9	3,0	240	58,9	17,5	7,40	22,15
Лесная зона: Тёмно-серая метаморфическая остаточно-карбонатная на элювии фосфоритов, р. 1-ОГ. Лиственничник злаково-разнотравно-бобовый, ю-з. Прихубсугулье, с-в. склон долины реки Ордогийн-гол, (высота 1800 м над у. м.)														
AU	4–9	6,95	8,13	7,28	0,74	1,70	19,5	5,2	27,0	850	51,6	29,8	15,3	45,7
AUel	9–17	7,00	8,89	2,77	0,16	1,70	11,3	3,7	25,2	980	51,2	26,1	13,2	41,6
AUBm	17–30	7,05	8,29	1,23	0,18	2,20	7,4	2,0	25,6	810	48,3	28,1	10,5	38,6
Bmca	30–47	8,00	8,75	1,19	0,09	1,20	5,5	3,5	10,6	300	64,9	25,8	11,0	28,9
Cca	47–90	8,55	8,83	0,32	0,04	н. о.	1,5	1,7	10,0	120	н.о.	27,4	7,3	16,1
Лесная зона: Тёмно-серая метаморфическая остаточно-карбонатная на делювии доломитизированных фосфоритов и известняков, р. 4-ОГ. Лиственничник разнотравно-злаково-бобовый, Ю-З Прихубсугулье, нижняя часть шлейфа хр. Уран-Душе-Уул (1 700 над у. м.)														
AU	3-9	6,75	8,85	6,42	0,47	1,18	36,1	32,1	10,8	250	0,1	36,8	24,5	54,9
BMca	10-20	7,35	10,79	2,18	0,15	1,52	28,1	16,1	3,2	480	6,6	31,5	20,3	51,0
BCca	20-54	8,00	8,98	1,95	0,19	н. о.	34,0	12,1	1,2	580	15,0	27,1	12,5	33,8
Cca	54-80	8,40	8,76	0,33	н.о.	1,16	16,0	4,0	н.о.	160	13,8	21,9	8,4	25,4
Степная зона: Чернозём дисперсно-карбонатный на элювии фосфоритизированных сланцев, р. 2-ОГ. Приводораздельная часть склона юго-восточной экспозиции по правому борту долины р. Ордогийн-Гол (1800 м над у. м.). Полимодоминантная злаковая степь с разнотравьем														
AU	0–15	7,75	8,49	5,16	0,58	1,71	10,2	3,0	15,0	270	69,0	31,9	7,85	12,7
AUBCA	15–30	7,95	9,06	3,21	0,31	1,19	8,4	5,8	12,4	280	82,4	24,9	6,80	17,7
BCca	30–55	8,35	8,66	0,85	0,20	0,89	2,5	2,9	4,60	110	78,0	24,9	5,65	14,9

Окончание табл. 1

Горизонт	Глубина, см	рН водн.	Фосфатный потенциал	С, %	N, %	Сгк Сфк	Обменные катионы, мг-экв/ 100 г		Подв. P ₂ O ₅ , мг/100 г	Подв. Fe ₂ O ₃ , г/100 г	CaCO ₃ , %	ЕКО, мг-экв./100 г	<0,001, %	Сумма фракций <0,01, %
							Ca ²⁺	Mg ²⁺						
Сса	55–85	8,75	8,44	0,39	0,05	–	1,1	2,0	6,08	50	81,6	17,9	5,80	12,6
Степная зона: Каштановая средне суглинистая на элюво-делювии доломитизированных фосфоритов и известняков, р. 11-ОГ. Приводораздельная поверхность склона южной экспозиции долины р. Ордогийн-Гол, (1800 м н. у. м.). Разнотравно-злаковая степь														
AJ	0–12	7,10	н. о.	1,94	0,06	1,67	33,4	16,6	н. о.	120	43,7	28,0	н. о.	н. о.
ВМК	12–27	7,45	н. о.	0,51	0,06	0,93	14,9	11,7	н. о.	110	43,7	23,6	н. о.	н. о.
ВСса	27–47	7,59	н. о.	0,24	0,02	0,85	12,4	10,0	н. о.	150	43,4	20,1	н. о.	н. о.

Таблица 2

Валовое содержание химических элементов в фосфатно-карбонатных почвах Прихубсугулья (в пересчёте на оксиды, в % на прокалённую почву)

Горизонт	Глубина, см	Потеря при прокаливании	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	MnO	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	SiO ₂ R ₂ O ₃	SiO ₂ Al ₂ O ₃	SiO ₂ Fe ₂ O ₃
Разрез 1-ОГ. Лесная зона: Тёмно-серая метаморфическая остаточно-карбонатная на элювии фосфоритов. Лиственный злаково-разнотравно-бобовый, юго-западное Прихубсугулье, северо-восточный склон долины р. Ордогийн-Гол, 1 800 м над у. м.																
AU	4–9	24,45	64,20	13,04	6,98	6,66	4,02	0,89	1,13	0,37	0,79	1,06	1,16	6,2	8,4	15,6
AUel	9–17	11,33	64,10	10,83	8,00	7,42	2,72	1,35	0,32	0,41	1,44	2,27	1,24	6,8	10,1	13,6
AUBm	17–30	8,45	65,64	11,56	8,07	5,28	2,85	1,41	0,07	0,08	1,76	1,53	1,66	6,7	9,6	13,8
Bmca	30–47	13,97	51,75	14,63	8,73	14,16	6,11	0,67	0,06	0,37	0,77	1,31	1,12	4,4	6,0	10,1
Сса	47–80	14,92	36,57	13,60	6,45	29,68	9,20	1,22	0,14	0,45	0,68	1,28	0,85	3,5	4,6	9,6
Разрез 2-ОГ. Степная зона: Чернозём дисперсно-карбонатный на элювии фосфоритов. Приводораздельная часть склона юго-восточной экспозиции по правому борту долины р. Ордогийн-Гол, 1 800 м над у. м. Полидоминантная злаковая степь с разнотравьем																
AU	0–15	29,06	32,55	17,87	11,4	24,05	8,74	1,85	1,09	0,62	0,66	0,70	0,42	2,2	3,1	4,8
AUBCA	15–30	24,27	24,30	17,62	9,64	31,04	11,70	1,88	0,20	0,57	0,54	1,65	0,67	1,7	2,4	4,3
ВСса	30–55	23,11	21,10	13,76	6,40	36,69	18,68	1,87	0,18	0,56	0,23	0,61	0,29	2,0	2,6	5,6
Сса	55–85	29,04	19,04	6,79	3,03	45,72	20,62	2,85	0,14	0,49	0,38	0,70	0,21	3,7	4,8	10,7
Разрез 5-ОГ. Тундровая зона: Карболитозём перегнойно-тёмногумусовый глинисто-иллювирированный на элювии фосфоритов. Овсяницево-дриадовая тундра, юго-западный склон (2 500 над у. м.)																
АНса	0–8	25,25	57,38	13,89	7,56	12,16	4,39	0,90	0,94	0,72	0,60	0,86	0,66	5,2	7,0	12,9
AUBca	8–18	13,45	47,54	16,46	8,31	16,92	5,93	1,05	1,04	0,79	0,68	1,12	0,12	3,7	4,9	9,7
CRica	18–90	17,95	45,05	11,03	5,29	26,72	7,42	1,68	0,26	0,35	1,28	0,69	0,45	5,3	6,9	14,5

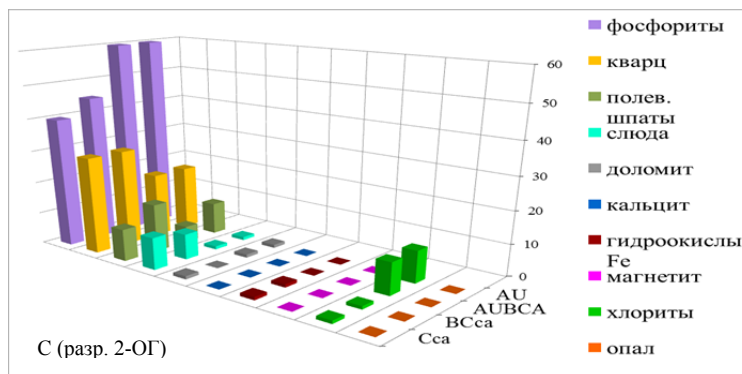
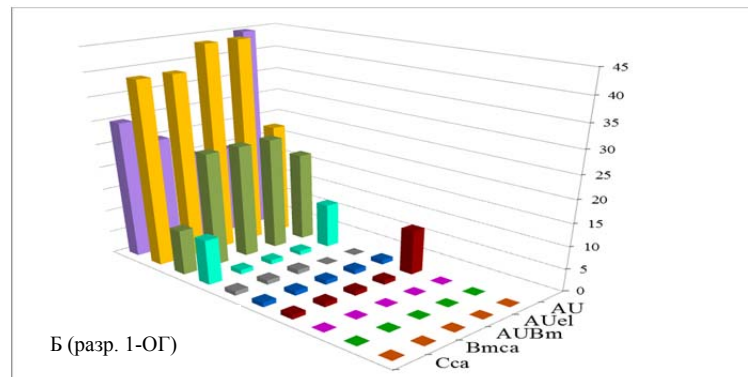
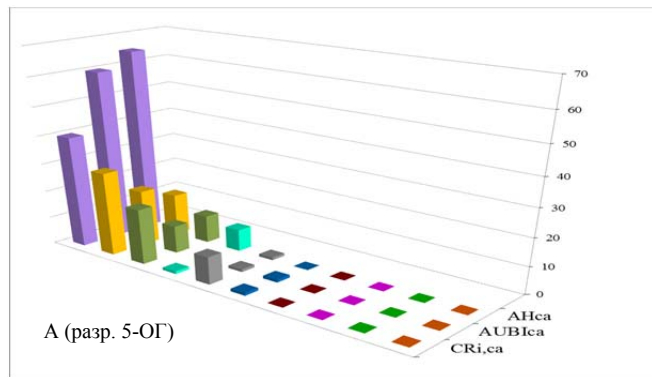


Рис. 2. Минералогический состав крупных фракций мелкозёма почв Прихубсугулья, развитых на элювии фосфоритов (%):

А – карболитозём перегнойно-тёмногумусовый глинисто-иллювирированный;

В – тёмно-серая метаморфическая остаточно-карбонатная почва; С – чернозём дисперсно-карбонатный

Важными параметрами литогенной матричности, направленности и интенсивности процессов вещественно-энергетического обмена и трансформации являются характер органического вещества и специфика органо-минерального взаимодействия. В той или в иной степени трансформированная масса обломочного материала фосфоритов, образуя почвенные агрегаты, свидетельствует о наличии достаточно развитой зоогенной и биогенной активности, подтверждаемой результатами проведённого нами определения активности различных ферментов (каталазы, инвертазы, дегидрогеназы, фосфатазы, липазы и др.). Интенсивная биологическая активность, детерминирующая формирование структуры и функционирование фосфоритных экосистем, способствует накоплению значительных количеств С и N в гумусовых горизонтах, обуславливает превалирование живого органического вещества над мёртвым, интенсивное разложение последнего и депонирование относительно больших запасов слабоподвижного гумуса гуматного и фульватно-гуматного состава с высоким содержанием гуматов II и III фракций и значительным количеством негидролизуемого остатка в аккумулятивно-элювиальных горизонтах почв.

Среди минеральных фосфатов в почвах ландшафтов на фосфатно-кальциевых месторождениях наиболее активно накапливаются фосфаты алюминия и железа, закреплению которых в почвенном профиле в виде железо- и алюмофосфатных гумусовых комплексов способствует накопление органического вещества. Влияние фосфатности и карбонатности пород проявляется не только в накоплении гумуса, но также и в затормаживании процессов трансформации органической и минеральной силикатной основы в ходе почвообразования. Таким образом, фосфатно-карбонатная компонента почвообразующих пород выступает в качестве стабилизатора органо-минеральной матрицы почв, формируя прочно скоагулированные карбонатно-фосфорно-гумусовые комплексы, дальнейшая минерализация которых затруднена. Литогенная основа (франколит) способствует выведению гуминовых кислот и их солей из процессов постоянного обновления молекул. Это, в свою очередь, способствует консервации и старению гумуса, увеличению степени конденсированности ядерной части молекул, что подтверждается результатами проведённого нами фракционного анализа гумуса. Этому же способствуют и процессы дегидратации подвижных форм гумуса в условиях резко континентального климата. Таким образом, под влиянием высоких содержаний фосфора (фосфоритных пластов) темп процесса «созревания» гуминовых кислот явно возрастает.

Заключение

Результаты исследования подтверждают, что в условиях Прихубсугуля, сравнимых по возрасту и характеристикам климата, реализуется литогенная матричность почвообразования. Отмечается не циклический, а направленный характер преобразования минеральной части фосфоритных почв, различающейся по количеству и профильному распределению карбо-

натных минералов, степени выщелоченности, обогащённости органическим веществом, составу глинистого компонента.

Петрохимический состав, структура и текстура, степень гипергенного преобразования почвообразующих пород детерминируют ряд важнейших физических и биохимических параметров почв. По мере упрощения информационно-энергетической структуры минеральной массы наблюдается существенная конвергенция ряда базовых свойств, характеризующихся длительностью взаимодействия почвообразующей породы с биотическими и абиотическими компонентами экосистемы. Стратиграфическая изменчивость фосфоритных пластов Онголигнурского месторождения Хубсугульского фосфатоносного бассейна, обуславливая различную степень карбонатности и фосфатности почвообразующих пород, способствует формированию литогенного спектра почв с закономерным изменением органо-минеральной матрицы и свойств. Выветривание чисто карбонатных пород не меняет химизма почвообразовательных процессов, поэтому для почв, формирующихся на карбонатных породах, характерен наименьший отклик на изменение факторов почвообразования. Почвы, формирующиеся на кремнисто-фосфатно-карбонатных породах Прихубсугулья, обладают значительно большей степенью сенсорности и рефлекторности.

Фосфоритоносные ландшафты Монголии служат основой для реализации международных проектов и программ экологического мониторинга и сохранения уникальных природных систем и эталонов природных комплексов Прихубсугулья БРЗ на территориях, созданных на основе межгосударственных соглашений между Россией и Монголией трансграничных ООПТ в составе государственного природного биосферного заповедника «Сохондинский» и национального парка «Онон-Бальджинский», а также национальных парков «Тункинский» и «Хубсугульский».

Список литературы

1. Агрохимические методы исследования почв. – М. : Наука, 1975. – 356 с.
2. Атлас оз. Хубсугул. Монгольская народная республика. М. : ГУГК, 1989. – 92 с.
3. Батсух Н. Структурно-гидрогеологические условия Хубсугульского фосфоритоносного бассейна / Н. Батсух, В. Е. Путятин, Д. Сурмаажав // Природные условия и ресурсы некоторых районов МНР : тез. докл. Междунар. конф. сов.-монгол. компл. Хубсугул. экспедиции. – Улан-Батор, 1986– С. 38–39.
4. Блисковский В. З. Обогащительная минералогия руд - самостоятельный раздел минералогической науки / В. З. Блисковский // Вещественный состав и обогатимость фосфоритовых руд. – М. : Недра, 1983. – С. 112–115.
5. Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М. : Агропромиздат, 1986. – 416 с.
6. Грачева Р. Г. Проявление климатогенной зональности и литогенной матричности почвообразования в гумидных горных системах : автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Р. Г. Грачева. – М., 1993. – 24 с.
7. Доржготов Д. Почвы Монголии (генезис, систематика, география, ресурсы и использование) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Д. Доржготов. – М. : МГУ, 1992. – 54 с.
8. Кудеярова А. Ю. Фосфатогенная трансформация почв / А. Ю. Кудеярова. – М. : Наука, 1994. – 285 с.

9. Кузнецов Г. А. Геология и минеральные ресурсы района / Г. А. Кузнецов, В. А. Сульдин, А. Е. Бессолицин // Природные условия и ресурсы Прихубсугулья. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 1972. – С. 19–26.
10. Кузнецов Г. А. Геология и полезные ископаемые. Стратиграфия / Г. А. Кузнецов, В. А. Сульдин // Природные условия и ресурсы Прихубсугулья в МНР. – М. : Недра, 1976. – С. 46–53.
11. Кузьмин М. И. Горообразующие процессы и вариации климата в истории Земли / М. И. Кузьмин, В. В. Ярмолюк // Геология и геофизика, 2006. – Т. 47, № 1. – С. 7–25.
12. Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Заметки о почвах Киргизских степей / Ф. Ю. Левинсон-Лессинг // Тр. Вольно-экон. общества. – 1890. – № 2. – С. 173–182.
13. Мартынова Н. А. Химия почв: органическое вещество почв / Н. А. Мартынова. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2011. – 255 с.
14. Мартынова Н. А. Экология почв фосфоритных ландшафтов котловины озера Хубсугул / Н. А. Мартынова // Вестн. ИрГСХА. – 2010. – № 40. – С. 55–63.
15. Поверхностные воды и водный баланс оз. Хубсугул / Н. Батсух [и др.] // Природные условия и ресурсы Прихубсугулья в МНР. – М. : Недра, 1976. – С. 185–206.
16. Розанов А. Ю. Древнейшие организмы и образование фосфоритов / А. Ю. Розанов // Природа. – 1989. – № 9. – С. 61–65.
17. Соколов И. А. Взаимодействие почвы и среды: рефлекторность и сенсорность почв / И. А. Соколов, В. О. Таргульян // Системные исследования природы. – М. : Наука, 1972. – С. 119–125.
18. Соколов И. А. Теоретические проблемы генетического почвоведения / И. А. Соколов. – Новосибирск : Гуманит. технологии, 2004. – 288 с.
19. Теория и практика химического анализа почв / ред. Л. А. Воробьева. – М. : ГЕОС, 2006. – 400 с.
20. Тумурбатор Д. Закономерности сезонного промерзания и протаивания грунтов МНР / Д. Тумурбатор // Тез. докл. 1-й конф. по мерзлотоведению. – Улан-Батор, 1983. – С. 26–29.
21. Хазиев Ф. Х. Ферментативная активность почв / Ф. Х. Хазиев. – М. : Наука, 1976. – 180 с.
22. Яншин А. А. Фосфор и калий в природе. / А. А. Яншин, М. А. Жарков. – Новосибирск : Наука, 1986. – 190 с.
23. Martynova N. A. Unique Phosphorites Soils of Mongolia: Emphasis on Their Ecological Functions and Necessity of Preservation // Int. Conf. on Sustainable Land Use and Management “Sharing Experiences for Sustainable Use of Natural Resources”. 10–13 June 2002. Canakkale Turkey. – Canakkale 18 Mart University. – P. 456–458.
24. Chinese soil taxonomic classification (First proposal). – Bei Jing : Institute of Soil Science, Acad. Sinica, 1994. – 93 p.
25. Yi X. The Soil Atlas of China / X.Yi. – Bei Jing : Mapping Press, 1986. – 125 p.

Litogenic Matrix in Pedogenesis Realized at Phosphorite Deposits-Based Landscapes of Mountain Area of Howsgol Lake (South of Baikal Rift Zone, East Siberia)

N. A. Martynova

Irkutsk State University, Irkutsk

Abstract. The complex researches of Mongolian phosphorites soils was conducted in aspect of deepening of fundamental knowledges about pedogenesis processes, forming on phosphate-carbonate rocks at permafrost influence conditions. The influence on organo-mineral matrix

properties of mountain soils, forming on litogenic basis of Hovsgol Lake Ongolignur phosphorite deposit at the south of Baikal rift zone have been investigated. The peculiarities of properties and genesis, biochemistry and mineralogy of automorfny phosphorite soils of tundra, forest and meadow-steep high-altitude zones of south-west Hubsugul lake area, which were developed at the area of deposit's exits to the daily surface, have been detected. The producing capacity and biodiversity of biocenoses, also influence of zonal-climatic factors and lithogenic basis of the deposit on properties and genesis of soils have been investigated. The formation of unique cascade landscape-geochemical systems and exotic classes of natural landscapes with a wide range of lithogenic soils and biodiversity have been identified. The matrix of soil formation, which is transforming through the silicate component, stabilizing and strengthening of organo-mineral soil's substances and through the "maturation" process of humic acids and iron- and aluminum-clay humate complexes, also through the sensory and reflectivity of soils, have been determined by lithogenic basis (phosphorites, represented by francolite). The conducted investigation are determine the necessity of preservation of unique landscapes and maintenance of priorities of sustainable development at buffer zone of World's Heritage area.

Keywords: phosphorite soils, litogenic matrix in pedogenesis, mountain soil's ecology, organo-mineral matrix, soil cover sustainability, preservation of unique landscapes

References

1. *Agrokhimicheskie metody issledovaniya pochv* [Agrochemical Methods of Soil Investigation]. Moscow, Nauka Publ., 1975. 356 p. (in Russian).
2. *Atlas oz. Khubsugul. Mongol'skaya narodnaya respublika* [Atlas of Hovsgol Lake. Mongolia]. Moscow, GUGK Publ., 1989, 92 p. (in Russian).
3. Batsukh N., Putyatin V.E., Surmaazhav D. Strukturno-gidrogeologicheskie usloviya Khubsugul'skogo fosforitnosnogo basseina [Structural-hydrogeological Conditions of Hovsgol Phosphorite Basin]. *Prirodnye usloviya i resursy nekotorykh raionov MNR* [Natural Conditions and Resources of some Regions of Mongolia]. Abstract of Paper. Int. Conf. Soviet-Mongolian complex Hovsgol Expedition. Ulaan-Baatar, 1986, pp. 38-39. (in Russian).
4. Bliskovskii V.Z. Obogatitel'naya mineralogiya rud - samostoyatel'nyi razdel mineralogicheskoi nauki [Ore Enrichment Mineralogy as Stand-alone Section of Mineralogy]. *Veshchestvennyi sostav i obogatimost' fosforitovykh rud* [Composition and Enrichment of Phosphorite Deposits]. Moscow, Nedra Publ, 1983, pp. 112-115. (in Russian).
5. Vadyunina A. F., Korchagina. Z. A. *Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv* [Methods of Investigation of Physical Characteristics of Soils]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1986, 416 p. (in Russian).
6. Gracheva R. G. *Proyavlenie klimatogennoi zonal'nosti i litogennoi matrichnosti pochvoobrazovaniya v gumidnykh gornykh sistemakh* [Reflection of Climate-Driven Zoning and Lithogenic Matrix of Soil Formation in Humid Mountain Systems: Candidate in Geography dissertation abstract]. Moscow, 1993, 24 p. (in Russian).
7. Dorzhgotov D. *Pochvy Mongolii (genezis, sistematika, geografiya, resursy i ispol'zovanie)* [Soils of Mongolia: Genesis, Systematics, Geography, resources and Use: Doctor in Biology dissertation abstract]. Moscow, 1992, 54 p. (in Russian).
8. Kudayarova A. Yu. *Fosfatogennaya transformatsiya pochv* [Phosphatogenic Transformation of Soils]. Moscow, Nauka Publ, 1994, 285 p. (in Russian).
9. Kuznetsov G. A., Sul'din V. A., Bessolitsin A. E. *Geologiya i mineral'nye resursy raiona* [Geology and Mineral Resources of Region]. *Prirodnye usloviya i resursy Prikhubsugul'ya* [Natural Conditions and Resources of Hovsgol Lake Area]. Irkutsk, Ulaan-Baatar, ISU Publ., 1972, pp. 19-26. (in Russian).
10. Kuznetsov G.A., Sul'din V.A. *Geologiya i poleznye iskopaemye. Stratigrafiya* [Geology and Minerals. Stratigraphy]. *Prirodnye usloviya i resursy Prikhubsuguliya v MNR* [Natural Conditions and Resources of Hovsgol Lake Area in Mongolia]. Moscow, Nedra Publ., 1976, pp. 46-53. (in Russian).

11. Kuz'min M.I., Yarmolyuk V.V. Goroobrazuyushchie protsessy i variatsii klimata v istorii Zemli [Mountain Forming Processes and Climate Variations in the Earth's History]. *Geologiya i geofizika* [Geology and Geophysics], 2006, vol. 47, no. 1, pp. 7-25. (in Russian).
12. Levinson-Lessing F.Yu. Zametki o pochvakh Kirgizskikh stepei [Notes on the Soils of the Kirghiz Steppes]. *Trudy Vol'no-ekonomicheskogo obshchestva* [Proc. of the Free Economic Society]. St.-Petersburg, 1890, no. 2, pp. 173-182. (in Russian).
13. Martynova N. A. *Khimiya pochv: organicheskoe veshchestvo pochv* [Soil Chemistry: Organic Matter of Soils]. Irkutsk, IGU Publ., 2011, 255 p. (in Russian).
14. Martynova N.A. Ekologiya pochv fosforitnykh landshaftov kotloviny ozera Khubsugul [Ecology of Phosphate Soil Landscapes in Lake Hovsgol Basin]. *Bull. Irkutsk Agricult. Acad.*, 2010, no. 40, pp. 55-63. (in Russian).
15. Batsukh N. Poverkhnostnye vody i vodnyi balans oz. Khubsugul [Surface Waters and Water Balance of the Lake Hovsgol]. *Prirodnye usloviya i resursy Prikhubsugul'ya v MNR* [Natural Conditions and Resources of Hovsgol Lake area at Mongolian People's Republic]. Moscow, Nedra Publ., 1976, pp. 185-206. (in Russian).
16. Rozanov A.Yu. Drevneishie organizmy i obrazovanie fosforitov [Ancient Organisms and the Formation of Phosphorites]. *Priroda* [Nature], 1989, no. 9, pp. 61-65. (in Russian).
17. Sokolov I.A., Targul'yan V.O. Vzaimodeistvie pochvy i sredy: reflektornost' i sensornost' pochv [Soil-Environment Interaction: Reflectivity and Sensitivity of Soil]. *Sistemnye issledovaniya prirody* [System Researches of Nature]. Moscow, Nauka Publ, 1972, pp. 119-125. (in Russian).
18. Sokolov I.A. Teoreticheskie problemy geneticheskogo pochvovedeniya [Theoretical Problems of Genetic Soil Science]. Novosibirsk, Humanitarian Technologies Publ, 2004, 288 p. (in Russian).
19. Teoriya i praktika khimicheskogo analiza pochv [Theory and Practice of Chemical Analysis of Soils]. Moscow, GEOS Publ., 2006, 400 p. (in Russian).
20. Tumurbator D. Zakonomernosti sezonogo promerzaniya i protaivaniya gruntov MNR [Regularities of Seasonal Freezing and Thawing of Soils at Mongolian People's Republic]. Abstract of Paper. *1 konferentsiya po merzlotovedeniyu* [The 1st Conference on Permafrost]. Ulaan-Baatar, 1983, pp. 26-29. (in Russian and Mongolian).
21. Khaziev F.Kh. *Fermentativnaya aktivnost' pochv* [Enzymatic activity of soils]. Moscow, Nauka Publ, 1976, 180 p. (in Russian).
22. Yanshin A.A., Zharkov M.A. *Fosfor i kalii v prirode* [Phosphorus and Potassium in Natural Conditions]. Novosibirsk, Nauka Publ, 1986, 190 p. (in Russian).
23. Martynova N.A. Unique Phosphorites Soils of Mongolia: Emphasis on Their Ecological Functions and Necessity of Preservation. *International Conference on Sustainable Land Use and Management "Sharing Experiences for Sustainable Use of Natural Resources"*. Çanakkale 18 Mart University, pp. 456-458.
24. *Chinese soil taxonomic classification (First proposal)*. Bei Jing, Institute of Soil Science, Acad. Sinica, 1994, 93 p.
25. Yi X. *The Soil Atlas of China*. Bei Jing, Mapping Press, 1986, 125 p.

Мартынова Наталья Александровна
старший преподаватель
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952) 24-18-55
e-mail: natamart-irk@yandex.ru

Martynova Natalia Aleksandrovna
Senior Lecturer
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
tel. : (3952) 24-18-55
e-mail: natamart-irk@yandex.ru