

Session I. ECOLOGICAL AND SOCIAL PROBLEMS OF THE ENVIRONMENTAL POLLUTION

Секция I. ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

HEAVY METALS IN SNOW COVER, SOILS, AND VEGETATION OF ULAN-BATOR ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В СНЕГЕ, ПОЧВАХ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ УЛАН-БАТОРА

N.E. Kosheleva¹, N.S. Kasimov¹, D. Dorjgotov², P.D. Gunin³, O.I. Sorokina¹, S.N. Bazha³, S. Enkh-Amgalan², O. Batkhishig²

¹Moscow State University, Geographical faculty, Moscow, Russia, *nataalk@mail.ru*

²Institute of Geography MAS, Ulaanbaatar, Mongolia, *dlobnag_7@yahoo.com*

³Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow, Russia, *monexp@mail.ru*

Ecological status of landscapes in Ulaanbaatar was assessed using data on heavy metal content in snow cover, soils and tree vegetation. Combination of landscape-geochemical and technogenic factors which cause formation of heavy metal technogenic anomalies in the urban soils was determined.

Актуальность эколого-геохимических исследований на территории Улан-Батора обусловлена быстрыми темпами его роста: за последние 10 лет население столицы увеличилось с 600 тыс. до 1 млн чел., число автомобилей выросло втрое, наблюдается подъем промышленного производства. Усиление техногенного пресса на окружающую среду сопровождается загрязнением воздуха и воды, накоплением поллютантов в почвенном и растительном покрове, что может вызвать ухудшение условий жизни горожан. Цель работы — оценить современное экологическое состояние ландшафтов г. Улан-Батор по данным о содержании тяжелых металлов (ТМ) в депонирующих средах — снеге, почвенном покрове и древесной растительности. В задачи исследования входили:

- определение характеристик геохимического фона и его техногенной трансформации в разных функциональных зонах города;
- выявление пространственной структуры техногенных аномалий ТМ и комплекса ландшафтно-геохимических и техногенных факторов, обуславливающих их формирование;
- эколого-геохимическая оценка загрязнения городских ландшафтов ТМ.

Методы и материалы. Геохимические исследования в г. Улан-Батор выполнялись Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедицией РАН и АН Монголии в 2007–2009 гг. Опробование почв проводилось по 500-метровой сетке из верхнего 0–5(10) см дерново-гумусового горизонта. В качестве природных эталонов использовались фоновые почвы заповедников Богдо-Ула, Горхи Тэрэлж и сомона Алтан-Булак. Почвы рекреационной зоны, представляющие городской фон, отбирались в парках, на лугах и в ботаническом саду г. Улан-Батора. Всего было отобрано 96 проб почв. Для характеристики выбросов топливно-энергетического комплекса были получены образцы золы ТЭЦ-3 и бурых углей из трех месторождений вблизи Улан-Батора — Налайха, Баганура, Чулута. Параллельно с опробованием почв отбирались пробы древесной растительности — листьев тополя лавролистного (*Populus laurifolia*) и хвои лиственницы сибирской (*Larix sibirica*). Всего было отобрано 25 образцов хвои лиственницы и 84 — листьев тополя, которые промывались водой для удаления загрязнения с поверхности листьев. Снегомерная съемка проводилась в феврале 2008 г. при фрагментарном снежном покрове и среднесуточной температуре воздуха –20, –25°C. Первичная обработка 20 отобранных проб включала растапливание снега и фильтрование для разделения твердой и жидкой фаз.

Для анализа были выбраны элементы, относящиеся к разным классам опасности: Cd, Pb, Zn (I класс), Co, Ni, Mo, Cu, Cr (II класс), V, Sr (III класс). Валовые содержания металлов в пробах определялись масс-спектральным и атомно-эмиссионным методами с индуктивно-связанной

плазмой (ICP-MS) во Всероссийском научно-исследовательском институте минерального сырья (ВИМС) на приборах Elan-6100 и Optima-4300 (“Perkin Elmer”, США). Основные физико-химические свойства почв (содержание гумуса, физической глины, CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , pH), влияющие на накопление поллютантов, исследовались общепринятыми методами.

Полученный аналитический материал был сгруппирован по функциональным зонам и обработан в программных пакетах Microsoft Excel и Statistica 7.0. Для почв и растительности на основе средних содержаний для каждой функциональной зоны и для города в целом рассчитывались коэффициенты концентрации и рассеяния, позволяющие оценить накопление или рассеяние химических элементов по сравнению с глобальным (*КК*, *КР*) и региональным (*Кс*, *Кр*) фоном (Виноградов, 1962; Геохимия..., 1990). Почвенно-геохимическое картографирование выполнено в пакете ArcGIS 9.3 (метод IDW).

Для выяснения роли природных и антропогенных факторов в пространственно-временной вариабельности ТМ в почвах использовался метод регрессионных деревьев, которые построены в пакете SPLUS. Метод позволяет прогнозировать уровни содержания ТМ при различных сочетаниях факторов, а также оценить их значимость. Ассоциации элементов в почвах выявлены методом кластерного анализа (алгоритм Complete Linkage), степень сходства в поведении металлов характеризовалась коэффициентами корреляции.

Экологическая опасность загрязнения снежного и почвенного покровов оценивалась на основе коэффициента суммарного загрязнения *Zc* (Геохимия..., 1990). Состояние растительности определялось с помощью биогеохимических показателей (Авессаломова, 1987; Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989). Для почв проводилась также санитарно-гигиеническая оценка по установленным в Монголии и России нормативам — ПДК и ОДК химических элементов (Мотузова, Безуглова, 2007; Доржготов, Батхишиг, 2008). При относительно равномерной сети опробования процент площади загрязненных почв определялся как число разрезов с превышением ПДК по отдельным металлам, отнесенное к общему количеству разрезов на территории города.

Характеристика объекта исследования. Столичный регион расположен в Ургинской котловине, которая дренируется рекой Толой и ее притоками. Со всех сторон котловина окружена отрогами южной части Хэнтэйского нагорья — Бага-Хэнтэя. Коренными породами Ургинской котловины являются граниты, метаморфические глинистые сланцы и пестроцветные глины, часто содержащие легкорастворимые соли и гипс, пески и конгломераты. Сланцы сравнительно богаты, а граниты — обеднены элементами группы железа Fe, Mn, Cr, Co, Ti. В пестроцветных глинах увеличено содержание Fe, Mn, Co, Pb, Ni (Батхишиг, 1999).

Среди почвообразующих пород наиболее распространены пролювиальные и пролювиально-делювиальные отложения четвертичного возраста, содержащие карбонаты кальция, включения щебня, гальки и хрящ плотных пород. Отложения речных долин представлены, главным образом, песками с большим количеством гальки и гравия, супесями, реже суглинками и глинами, также с включением гальки. Аллювий сравнительно беден элементами, околокларковые содержания наблюдаются только для Mn, Mo, V, Co, Pb (Батхишиг, 1999).

Для региона характерен резко континентальный климат с большими годовыми и суточными колебаниями температуры воздуха. Из-за безветренного антициклонального режима погоды в зимнее время формируются устойчивые температурные инверсии, создающие в городе экологически неблагоприятную обстановку, связанную с повышенным содержанием в воздухе многих токсичных веществ, которые постепенно депонируются в снежном покрове и в верхних горизонтах почв.

Регион принадлежит к экотонной зоне южной Сибири и Центральной Азии, где распространен уникальный тип ландшафта — горная экспозиционная лесостепь, представленная на склонах северных экспозиций лесами, под которыми развиваются сезонно-мерзлотные дерновые горно-лесные почвы. Склоны южной экспозиции заняты кустарниково-сухостепными и лугово-степными растительными сообществами, которые при переходе на равнину сменяются сухими степями на горных черноземах и каштановых почвах. Для большинства почвенных разностей характерно низкое содержание гумуса (до 4%) при значительной щебнистости и даже каменистости всех горизонтов (Ногина, 1984). В долинах рек формируются аллювиальные дерновые каменисто-галечниковые почвы с луговыми сообществами, ивняками и реже

тополево-лиственничными уремами, в старицах — лугово-болотные почвы.

Город Улан-Батор является крупнейшим промышленным центром Монголии. Его центральную часть на правом берегу р. Толы занимают современные многоэтажные жилые, административные и торговые здания. Районы юрточной застройки обрамляют центральные районы города, поднимаясь на южные, юго-западные и юго-восточные отроги Бага-Хэнтэя. Основная часть промышленных предприятий и все ТЭЦ расположены в западной части города. Здесь находятся транспортные и металлоремонтные предприятия, комбинаты стройматериалов и заводы по производству щебня, бетона, цемента и др. Интенсивно развивается текстильное производство, функционирует ряд предприятий пищевой отрасли.

Одним из основных источников загрязнения городской среды является теплоэнергетический комплекс, где сжигают бурые угли. Бурые угли месторождений вблизи Улан-Батора обогащены халькофильными элементами Se, Sb, Cu, Bi, Pb, а также W, Be, Mo — элементами, характеризующими геохимическую специализацию угленосного бассейна. Зола уноса концентрирует W, а также природные радиоактивные элементы Th и U и обеднена Se, Sb, Hg, Te, Bi и Pb, которые, по-видимому, переходят в газовую фазу, распространяются в атмосфере и напрямую негативно влияют на здоровье людей.

Геохимическая оценка состояния компонентов городских ландшафтов

Снежный покров позволяет определить суммарные параметры загрязнения приземного слоя атмосферы в холодный сезон (Василенко и др., 1985; Экогеохимия..., 1995). Анализ состава снеговой воды — фильтрата и твердого осадка — показал существенные изменения в содержании поллютантов по сравнению с фоновыми территориями. В условиях города резко возрастает их поступление с аэрозолями, происходит обогащение снеговой воды *растворимыми формами ТМ*, располагающихся в следующий ряд (нижний индекс — значение Кс): $\text{Mo}_{120,9}\text{Ni}_{3,2}\text{Sr}_{30,3}\text{Co}_{13,9}\text{Zn}_{4,5}\text{V}_{3,3}\text{Pb}_{3,1}\text{Cu}_{3,0}\text{Cd}_{2,7}\text{Cr}_{1,7}$. Находящиеся в жидкой фазе элементы при таянии снега попадают в поверхностные и грунтовые воды.

Почти все эти элементы в повышенных концентрациях содержатся в бурых углях. В индивидуальных отопительных системах юрт температура горения ниже, чем в промышленных установках ТЭЦ, что приводит к различиям в структуре выбросов и наборе поллютантов по зонам. В промышленной зоне максимальные концентрации в снеговой воде выявлены у Ni (Кс=41.0) и Zn (6.4), в юрточной зоне — у Mo (278), Sr (46.4), V (7.2), Cd (5.7), Co (17.5), Pb (3.0), Cu (3.0), Cr (1.7) в равной степени накапливаются в обеих зонах, поступая с выбросами топливной энергетики, промышленности и автотранспорта. Зона многоэтажной застройки отличается сравнительно низкими концентрациями поллютантов.

Металлы, находящиеся в твердой фазе, поступают с пылевыми выбросами, которые по массе значительно превосходят аэрозольные. Взвесь менее миграционно способна по сравнению с жидкой фазой и после таяния снега может оставаться в почвах, приводя к их загрязнению. Содержание поллютантов в твердой фракции по сравнению с фоном отражает ряд $\text{Sr}_{3,1}\text{Mo}_{2,9}\text{Zn}_{2,5}\text{Ni}_{2,4}\text{Co}_{2,2}\text{V}_{2,0}\text{Cr}_{2,0}\text{Pb}_{1,8}\text{Cu}_{1,7}\text{Cd}_{1,2}$. Наибольшее накопление также характерно для элементов, поступающих с выбросами топливной энергетики, однако их содержание в пылевых выпадениях во много раз меньше, чем в аэрозолях. В промышленной зоне наиболее активно концентрируются Zn (Кс=4.6) и V (3.0), в зоне юрточной застройки — Mo (6.6), Sr (4.5) и Ni (3.6). Одинаково интенсивно в обе зоны поступают Co, Cr, Pb и Cu (Кс=2.0–2.9). В почвах многоэтажной застройки ТМ в твердой фазе накапливаются слабо — Кс < 1.5.

По количеству ТМ снежный покров характеризуется суммарным показателем загрязнения жидкой фракции $Z_c = 240$ (высокая степень загрязнения), взвешенной фракции — 14.4 (низкая степень). Среди функциональных зон максимальное загрязнение выявлено в юрточной застройке: соответствующие значения Z_c равны 431 и 23.3.

Почвенный покров. Сопоставление средних содержаний ТМ в почвах фоновых участков с кларками литосферы показало, что почвы природного фона обеднены Co, Cu, Cr и Ni (КР=3.5–5.4), для Pb и Cd характерны околосларковые содержания. Городские почвы обогащены всеми рассматриваемыми элементами относительно природного фона. Наибольшим накоплением отличаются Pb (Кс=3.2) и Zn (2.6) — элементы с высокой технофильностью¹. Относительно

¹ Технофильность - отношение ежегодной добычи или производства элемента в тоннах к его кларку в литосфере (Перельман, Касимов, 1999).

интенсивно накапливаются Mo, Cr, Cu, Cd ($K_c=1.9-2.1$), средне — Ni, Co, Sr ($K_c=1.5-1.6$) и слабо — V ($K_c=1.3$).

Почвы рекреационной зоны характеризуются небольшим накоплением элементов по сравнению с природными: для большинства ТМ $K_c \leq 1.6$, заметное накопление проявляется только у Mo, Ni и Cr ($K_c=1.9-2.1$). В почвах же промышленной зоны наблюдаются одни из самых высоких в городе концентраций поллютантов. Так, содержание Zn превышает фоновое более чем в 3 раза, содержание Mo, Cr, Cd, Pb — в 2–3 раза, Cu, Ni, Co, Sr — в 1.3–1.9 раза. Юрточные районы отличаются сравнительно небольшим возрастом и слабой геохимической трансформацией почвенного покрова: для всех элементов $K_c \leq 2.0$, кроме Zn и Pb (2.3 и 2.9 соответственно). В зоне многоэтажной застройки накопление половины рассматриваемых элементов превосходит природный фон более чем в 2 раза, причем для Pb и Zn значения K_c максимальны среди всех функциональных зон города (5.8 и 3.2 соответственно). В почвах вблизи крупных автомагистралей зафиксировано накопление Pb и Cr ($K_c=2.7-2.8$), а также Zn, Cu, Mo и Cd (1.9–2.5). В меньших концентрациях обнаружены Ni, Co и Sr ($K_c=1.6$).

Ассоциации ТМ отражают их общие тенденции к аккумуляции и выносу из поверхностных горизонтов почв. Во всех функциональных зонах города прослеживается ассоциация Co–Ni–V, к которой иногда присоединяется Cr, обусловленная составом почвообразующих пород — сланцев и глин, обогащенных этими элементами (Батхиг, 1999). В городских почвах сформировалась техногенно обусловленная ассоциация Cu–Cd–Cr–Zn. В фоновых почвах и в рекреационной зоне выделяются ассоциации Zn–Cd–Cu–Mo и Pb–Sr. Состав ассоциаций в почвах юрточной застройки близок к таковым на фоновых и рекреационных территориях.

Для анализа *пространственного распределения ТМ* были построены карты их содержания в поверхностных горизонтах городских почв. В зависимости от особенностей распределения металлы можно объединить в 4 группы. Поступление первой группы (Zn, Cd, Pb, Cu) обусловлено в основном выбросами автотранспорта. Они концентрируются в почвах вдоль наиболее оживленных магистралей. Вторая группа элементов (Sr и V) отличается повышенным содержанием в углях, используемых при отоплении, поэтому накапливается вблизи ТЭЦ и в юрточной застройке. Концентрации третьей группы элементов (Ni, Co, Cr) нарастают в северо-западном направлении, что связано с выходами глинистых сланцев, обогащенных ими. Повышенное содержание этих ТМ отмечается также в промышленной зоне, что можно объяснить деятельностью строительных предприятий. Mo образует отдельную группу. Этот элемент в степных ландшафтах переходит в анионную форму и становится подвижным, активно мигрируя в подчиненные позиции. Поэтому наибольшие концентрации Mo (K_c до 10.4) наблюдаются вдоль рек, протекающих через Улан-Батор.

В целом, в западной части города наблюдаются меньшие концентрации ТМ, чем в восточной, что связано с ее меньшей освоенностью, несплошной застройкой и преобладанием западного атмосферного переноса. В центральной и восточной, давно освоенных частях города содержание всех рассматриваемых поллютантов повышено.

Природные и антропогенные факторы, определяющие поведение поллютантов, действуют двояко: часть из них способствует накоплению элементов-загрязнителей в компонентах ландшафта, другая обеспечивает их вынос. Их влияние на процесс аккумуляции ТМ в городских почвах определено с помощью многофакторного регрессионного анализа. Интерпретация его результатов проводилась на основе известных геохимических закономерностей. Варьирование концентраций ТМ оценивалось в зависимости от следующего комплекса факторов и условий: 1) содержания гумуса; 2) количества физ. глины; 3) содержания ионов CO_3^{2-} и SO_4^{2-} ; 4) pH; 5) абсолютной высоты, характеризующей положение точки опробования почв в рельефе; 6) почвообразующих пород (аллювий, сланцы, глины, граниты); 7) функциональной зоны, определяющей вид использования городской территории. Результаты регрессионного анализа показали, что различия в содержании ТМ определяются разнообразными по количеству и составу группами в основном почвенно-геохимических факторов. Степень их влияния характеризуется рангами, показывающими уменьшение их значимости от 1 до 5.

Количество органического вещества в верхних горизонтах почв оказывает определяющее влияние (с рангом 1 или 2) на накопление почти всех рассматриваемых элементов, за исключением Cr и Ni. Многие металл-органические соединения слабоподвижны, и с усилением

гумификации прочность адсорбции увеличивается (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989). Содержание физической глины в поверхностных горизонтах почв является для остальных элементов, кроме Cd и Mo этот фактор является по значимости вторым.

Изменение содержания сульфат-иона является ведущим фактором, влияющим на вариабельность концентраций Pb и Sr, которые уменьшаются с возрастанием доли SO_4^{2-} в почвах. Для Mo данный фактор занимает второе место по значимости, с подкислением среды его концентрации увеличиваются. Содержание иона CO_3^{2-} входит в число определяющих факторов (ранг 2) для Cd, Zn, Ni, Cu, Mo, которые активно осаждаются с карбонатами. Величина pH имеет первостепенное значение для Cr, Sr, а также для Cd и Zn.

Положение в рельефе (абсолютная высота) значимо для Co, V, Sr, что объясняется расположением источников их поступления на более высоких гипсометрических уровнях: V, Sr — выбросами при отоплении юрт, Co — появлением элювия глинистых сланцев. Фактор «функциональная зона» играет главную роль в вариабельности концентраций V, для Cr, Cu, Mo находится на втором уровне влияния, для остальных элементов он менее значим.

Таким образом, поведение большинства ТМ в почвах контролируется свойствами самих почв, в особенности количеством гумуса, физической глины и величиной pH. Характер использования территории города и влияние рельефа проявляются также достаточно четко. Влияние почвообразующих пород на уровень загрязнения почв не проявилось.

Суммарный показатель загрязнения почв Улан-Батора Z_c в среднем равен 11, что указывает на слабое загрязнение почвенного покрова города. Более 50% территории характеризуется минимальным загрязнением ($Z_c < 8$). Это почвы фоновых территорий и почти всей рекреационной зоны, а также юрточной застройки и зоны автомагистралей. Слабое загрязнение ($8 < Z_c < 16$) наблюдается на 38 % территории в промышленной и селитебной зонах, а также зоне рекреации в пределах юрточной застройки. На остальной территории отмечен средний уровень загрязнения ($Z_c > 16$), а в двух локальных аномалиях — сильный ($Z_c > 32$). Точки с $Z_c > 16$ попадают в промышленно-транспортно-селитебный ареал в центре города, на который приходится максимальная техногенная нагрузка.

При сравнении содержания ТМ в городских почвах с ПДК, принятыми в Монголии, фиксируется превышение норм для Cr, Mo, Pb и Zn. Экологическую опасность элементов-загрязнителей отражает процент территории с превышением ПДК, который уменьшается в ряду Zn (38 %) > Mo (20) > Pb (18) > Cr (4). При сравнении этих концентраций с ПДК и ОДК, принятыми в России, получен несколько иной результат: Zn (68 %) > Pb (46) > Ni (12) > Cu (3). Нормативы в России более жесткие, чем в Монголии, поэтому их применение дает бóльший процент точек на территории города с превышением ПДК в почвах.

Древесная растительность. Концентрации поллютантов в листьях тополя и в хвое лиственницы в фоновых условиях довольно близки, кроме Sr и Co. Региональная биогеохимическая специализация древесной растительности относительно средних концентраций ТМ в ежегодном приросте фитомассы (Добровольский, 1998) выражается формулами (в числителе даны концентрирующиеся, в знаменателе — деконцентрирующиеся элементы): для тополя —

$$\frac{Sr_{3,6} Co_{3,3} Cd_{2,3} Cr_{1,2}}{Zn_{1,3} Cu_{1,7} Ni_{1,7} Mo_{3,3} Pb_{3,3} V_{3,3}} \text{ и для лиственницы — } \frac{Sr_{2,4} Cr_{1,4}}{Ni_{1,1} Cu_{1,4} Zn_{2,0} Co_{2,5} Pb_{2,5} Cd_{3,3} V_{5,0} Mo_{12,5}} .$$

В условиях города поллютанты поступают в растения как из почвы, так и с атмосферными выпадениями и газопылевыми выбросами. Содержание ТМ в растениях — комплексный показатель, отражающий загрязнение почвы и приземного слоя атмосферы (Баргальи, 2005). По сравнению с природными, во всех городских ландшафтах в листьях тополя содержание Cd увеличивается, а Co — уменьшается на порядок. Снижается содержание Cr в рекреационной и юрточной зонах, V — во всех зонах города. В хвое лиственницы повсеместно на порядок увеличиваются концентрации Sr, Mo, Pb, в промышленной зоне — Cd, во всех, кроме промышленной — V. Содержание остальных ТМ изменяется в пределах одного порядка. Техногенную трансформацию микроэлементного состава растительности характеризуют

коэффициенты Кс и Кр. Накопление ТМ в листьях тополя дает формула (нижний индекс — значение Кс) $Zn_{3,1}Cd_{3,1}Mo_{2,8}Pb_{2,1}Sr_{1,4}Cu_{1,3}$, в хвое лиственницы — $Mo_{7,1}V_{4,9}Pb_{4,4}Cd_{3,9}Co_{2,4}Zn_{1,9}Cu_{1,4}Sr_{1,4}Cr_{1,1}$. Околофоновые содержания Sr, Cu, Ni отмечены в листьях тополя и Cu, Sr, Cr, Ni в хвое лиственницы, деконцентрация Cr (Кр=2.0), Co (2.5), V (3.0) наблюдалась только в листьях тополя. Наиболее контрастные различия в микроэлементном составе между функциональными зонами выявлены у хвои лиственницы, которая может служить индикатором загрязнения окружающей среды города.

В листьях тополя выделяются ассоциации Ni–Cu–Zn и V–Pb. Механизм поглощения Cu и Zn, вероятно, один и тот же, и каждый из них может вследствие взаимной конкуренции ингибировать поглощение другого корневой системой (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989). В хвое лиственницы ассоциируются Cr–Ni–Cu–Cd, Zn–Sr и V–Pb. Синергизм между элементами в первой ассоциации можно объяснить вторичным эффектом повреждения мембран, вызванного несбалансированным соотношением этих элементов. Ассоциация Zn–Sr, возможно, связана с видовой избирательностью поглощения, а V–Pb — с поглощением этих элементов преимущественно из атмосферных выпадений (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989).

По данным о содержании ТМ в листьях тополя была построена серия биогеохимических карт. Их анализ показал, что для листьев тополя определяющую роль в поступлении поллютантов играет атмосферный перенос от источников загрязнения, большая часть из которых находится в промышленно-селитебно-транспортном ареале. Исключение составляют Co и Ni в листьях тополя, содержание которых уменьшается в промышленно-транспортных районах из-за антагонизма с Zn. Содержание Mo возрастает в долинах рек. Концентрации Cr в листьях тополя максимальны в северо-западной части города.

Устойчивость растений к техногенному стрессу оценивалась по величине отношений Fe/Mn и Pb/Mn в листьях и хвое. Отношение Fe/Mn является одним из наиболее информативных показателей процессов фотосинтеза, а Pb/Mn характеризует отношение техногенных и биофильных элементов. В растениях фоновых территорий отношение Fe/Mn превышает среднемировое значение в 3.5 раза для хвои лиственницы и в 5 раз для листьев тополя. Это вызвано региональными особенностями процессов поглощения элементов. В городских ландшафтах отношение Fe/Mn в листьях тополя практически не изменяется, что говорит о нормальном протекании процессов фотосинтеза. Для хвои лиственницы отношение Fe/Mn в городских условиях возрастает в 3, в зоне автомагистралей — в 4 раза.

Отношение Pb/Mn в листьях тополя возрастает по сравнению с фоном в 3 раза, в хвое лиственницы — почти в 10 раз. Наибольший техногенный пресс растения испытывают в зоне влияния автомагистралей, где отношение Pb/Mn в листьях превышает фоновое в 4.5 раза, в хвое — в 18 раз. Изменение отношений Fe/Mn и Pb/Mn с ростом антропогенной нагрузки свидетельствует о нарушении сбалансированности в микроэлементном обеспечении процессов метаболизма лиственницы и ухудшении ее жизнеспособности. Незначительные по сравнению с фоном изменения отношений элементов в листьях тополя позволяют считать его видом, более устойчивым к загрязнению.

Выводы. 1. Городские почвы и связанные с ними твердофазные выпадения пыли в снежном покрове оцениваются как слабозагрязненные ($Z_c=10.9$ и 14.4 соответственно). Наиболее неблагоприятными эколого-геохимическими условиями характеризуются ландшафты промышленной зоны с комплексным (Zn, Mo, Cr, Cd, Pb) загрязнением от различных источников.

2. Снеговая вода сильно обогащена поллютантами в растворенной форме ($Z_c=240$), формирующими очень контрастные геохимические аномалии. Среди поллютантов, накапливающихся в снежном покрове, преобладают элементы, выбрасываемые при сжигании углей (Mo, Sr); почвенный покров накапливает выбросы автотранспорта (Zn, Pb, Cd), топливной (Sr, V) и строительной (Ni, Co, Cr) промышленности.

3. Состояние древесной растительности оценивается как удовлетворительное. В хвое лиственницы сибирской интенсивно накапливаются Mo, V, Pb, Cd, Co, в листьях тополя

лавролистного — Zn, Cd, Mo. Превышения критических уровней содержания ТМ не выявлено.

4. Индикационные свойства почвенного покрова целесообразно использовать для выявления источников загрязнения, а снежного покрова — для изучения геохимической специфики атмосферных выпадений от теплоэнергетики. Состав хвои лиственницы позволяет выявить аномалии Mo, V, Pb, Cd, Co.

ЛИТЕРАТУРА

Авессаломова И.А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1987. 108 с.

Баргальи Р. Биогеохимия наземных растений. М.: ГЕОС, 2005. 457 с.

Батхишиг О. Почвенно-геохимические особенности долины р. Туул: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Улаанбаатар, 1999. 23 с.

Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеоздат, 1985. 184 с.

Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры // Геохимия. 1962. № 7. С. 555–572.

Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. М.: Недра, 1990. 335 с.

Добровольский В.В. Основы биогеохимии: Учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1998. 413 с.

Доржготов Д., Батхишиг О. Хорсний чанар. Хорс бохирдуулагч бодис, элементуудийн зовшоорогдох дээд хэмжээ (Монгол улсын стандарт). УБ, 2008. 8 с.

Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.

Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв. М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. 237 с.

Ногина Н.А. Почвенный покров и почвы Монголии. 1984. 192 с.

Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта: Учебное пособие. М.: Астрейя-2000, 1999. 768 с.

Экогеохимия городских ландшафтов / Под ред. Н.С. Касимова. М.: Изд-во МГУ, 1995. 336 с.

HYDROCHEMICAL REGIME, STRUCTURE OF FISH POPULATION AND CONTENT OF MERCURY IN FISH FROM RIVERS OF THE SELENGA RIVER BASIN ON THE TERRITORY OF MONGOLIA

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, СТРУКТУРА РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В РЫБЕ ИЗ РЕК БАСЕЙНА СЕЛЕНГИ НА ТЕРРИТОРИИ МОНГОЛИИ

Yu. V. Slynko¹, Ch. Javzan², J. Tsogtbaatar², V.T. Komov¹

¹*Instituty for Biology for Inland Waters RAS, Borok, Russia, syv@ibiw.yaroslavl.ru*

²*Institute of Geoecology MAS, Ulaanbaatar, Mongolia, geoeco@magicnet.mn*

The basic hydrochemical characteristics in the studied portions of rivers Selenga, Orkhon, Egiin Gol are typical for the region. The fish population in all studied rivers includes representatives of species widely spread in the Arctic Ocean basin. The content of mercury in fish muscles is higher than in fish from unpolluted waterbodies of the temperate zone of Russia.

Многолетние изменения климатических показателей и характера хозяйственной деятельности в регионе определяют актуальность исследований экологического состояния водоемов бассейна Селенги — самой большой реки из впадающих в Байкал.

Основные гидрохимические параметры на исследованных участках рек в целом оказались

типичными для региона (табл. 1). Значения уровня pH воды, растворенного кислорода и величина окислительно-восстановительного потенциала по всем исследованным рекам и станциям сходны, за исключением участка ниже впадения р. Хангал в р. Орхон. На этой станции величина ОВП снижается. Показатели минерализации и электропроводности напротив несколько варьировали на разных станциях. Невысокие значения минерализации воды в исследованных реках характеризуют их экосистемы как чувствительные к загрязнению. В воде р. Селенги минимальные значения минерализации отмечены в верховьях. В среднем и нижнем течении минерализация воды возрастала и достигала максимальных уровней на участке слияния с р. Орхон. В воде р. Орхон минерализация и электропроводность были несколько ниже, чем в Селенге, а наибольшие значения отмечены после впадения р. Хангал. Вероятно из-за того, что в р. Хангал поступают промышленные и бытовые стоки г. Эрдэнэт. Устьевая область р. Эгийн по показателям минерализации и электропроводности воды была сходна с равнинной частью р. Селенга.

Таблица 1. Основные гидрохимические показатели на станциях рек Селенга, Орхон и Эгийн в среднем за 2002–2009 гг. в летний период (июль–август)

№ п/п	Станция	pH	Минерализация, мг/л	Электропроводность, μS	ОВП, mV	Концентрация O_2 , мг/л	°C
р. Селенга							
1	р. Селенга, верховье	8.2	86	170	–	6.0	16.4
2	р. Селенга, перед впадением Эгийн	8.1	140	300	264	7.8	18.6
3	р. Селенга перед впадением р. Орхон	8.4	117	241	248	9.2	20.8
4	р. Селенга после впадения р. Орхон	8.9	180	360	261	16.3	23.6
р. Орхон							
5	р. Орхон, среднее течение, Хархорин	8.6	76	151	–	9.8	16.5
6	р. Орхон после впадения р. Хангал	8.4	140	280	186	8.3	21.7
7	р. Орхон перед впадением в р. Селенга	8.3	80	170	250	8.5	22.4
р. Эгийн							
8	р. Эгийн Гол, устье	8.4	110	230	257	8.5	20.4

Рыбное население всех исследованных рек — типичные, широко распространенные представители комплекса видов бассейна Северного Ледовитого океана (рис. 1). По видовому составу рыб наиболее богаты оказались участки верховьев (горный участок) и верхнего течения (предгорный участок) р. Селенга (ст. 1, 2) и предгорный участок р. Орхон (ст. 5). На этих участках доминировали реофильные виды. На других отмечено обеднение видового состава, значимые падения количества облигатных реофилов и возрастание доли лимнофилов. На нижних участках рек Селенга и Орхон практически отсутствуют такие виды, как таймень, ленок, хариус. Наиболее бедной по видовому составу оказалась станция № 6 — р. Орхон, после впадения р. Хангал, из оксифильных реофилов в ней был представлен в незначительном количестве только голец. На всех станциях, за исключением верховьев р. Селенга (ст.1) и предгорного участка р. Орхон (ст. 5), наиболее массовым видом рыбного населения является елец. По мере снижения доли ленка и тайменя, возрастает доля окуня и щуки. На нижнем участке р. Селенга (ст. 3) и среднем и нижнем участках р. Орхон (ст. 5, 6) заметным элементом рыбного населения становится вид-вселенец в данном бассейне — амурский сом. Из редких видов (выявленных только на единичных станциях) — налим обнаружен только в верховьях р. Селенга, а алтайский осман — в среднем течении р. Орхон.

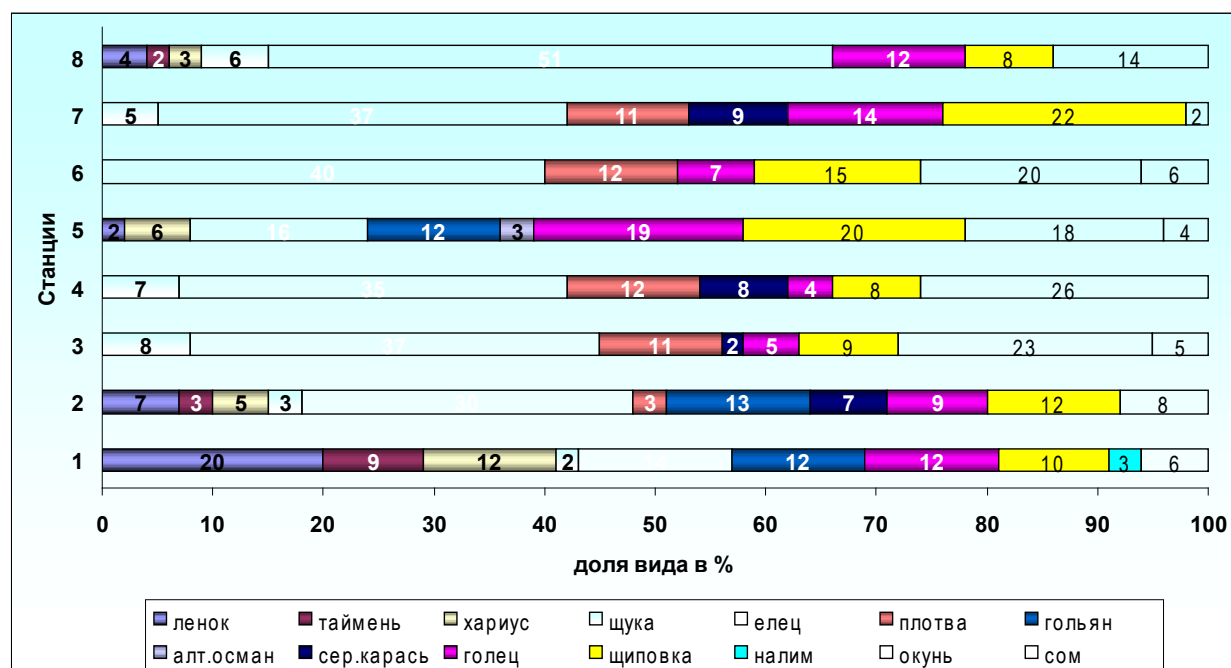


Рис. 1. Видовой состав и количественная представленность (в %) видов рыб в совокупных обловах исследованных участков рек Селенга, Орхон и Эгий. Номера станций приведены в табл. 1.

Содержание ртути в мышцах рыб из рек в целом оказалось несколько выше, чем у рыб из циркумнейтральных водоемов умеренной зоны России. Концентрации ртути в мышцах ельца из рек Орхон и Эгий практически не отличались (0.21 и 0.20 мг/кг сырой массы). В то время как средняя масса тела в первом случае составляла 12 г, а во втором — 68 г. Максимальные уровни содержания ртути у рыб из р. Орхон достигали 0.38, а у рыб из р. Эгий — 0.32 мг/кг. Для всей выборки ельца не было выявлено какой-либо зависимости накопления металла от массы тела. У нехищной рыбы сходных размеров из Рыбинского водохранилища, например, плотвы, содержание ртути в мышцах составляет 0.02–0.05 мг/кг. Содержание ртути в мышцах окуня из обследованных рек (0.13–0.25 мг/кг) при массе тела 30–70 г соответствовало уровням накопления металла окунем в Рыбинском водохранилище или было немного выше.

ASPECTS OF THE DECISION OF GEOENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE GOLD MINING IN MONGOLIA

АСПЕКТЫ РЕШЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ДОБЫЧИ ЗОЛОТА В МОНГОЛИИ

S.D. Shirapova, T.B. Tsyrendorzhieva

Buryat State University, Ulan-Ude, Russia, sendema@rambler.ru

In article anthropogenous transformation of landscapes of northern part of Mongolia at extraction of placer gold with use of mercury and cyanide is described that leads to considerable pollution of soils, waters, a plant and animal life.

На территории Монголии по официальным данным существуют 1083 месторождения золота, из них в настоящее время 419 разрабатываются на законных основаниях, в соответствии с лицензионным соглашением. В Монголии осуществляют деятельность 350 компаний, из них 280 — по добыче россыпного золота. Рекультивация практически не проводится на 97% территории, где ведется добыча золота (Шапхаев, 2008).

В последние десять лет промышленность Монголии развивается интенсивно, что увеличило добычу золота в 17 раз. Горнорудная промышленность занимает 30% в производстве национального валового продукта страны.

В настоящее время в Монголии идет интенсивное обмеление реки из-за загрязнения, уменьшения пастбищ для скота, интенсивно происходит процесс опустынивания южной территории, возникают проблемы недостатка питьевой воды для населения. В некоторых поселениях, где в воде обнаружены ртуть и цианиды, используется привозная вода. В значительной мере это связано с огромными объемами добычи золота в долинах рек, нелегального использования ртути и цианидов и практически полного отсутствия рекультивации.

В сомоне Ероо месторождения золота, где производится добыча гидравлическим способом, находятся в верховье р. Харганат, впадающей в р. Ероо, а она в свою очередь в р. Орхон. Орхон, являясь притоком р. Селенги, относится к водосборному бассейну озера Байкал. На месте проводимых разработок россыпного золота в местности Ероо имеется ряд нарушений геоэкологического равновесия — деревья, произрастающие вблизи р. Харганат, вырублены, травянистая растительность находится в угнетенном состоянии. Для ускорения восстановления нарушенных земель, оптимизации ландшафтов необходимо провести рекультивацию и создать модельные участки. Экологами, представителями общественной организации «Ардын Элч», учащимися школы сомона Ероо и местными жителями был осуществлен проект по биологической рекультивации, получивший финансирование от фонда Global Greengrants Fund. Для них были проведены 2 обучающих семинара по теории оптимизации ландшафтов и территориальной организации рекультивируемых земель. На семинар пригласили специалистов по интродукции и созданию лесонасаждений на отвалах открытых разработок.

Цель проекта — создание модельных участков биологической рекультивации для привлечения местного населения к сохранению экосистемы р. Ероо. Проект стал пионерным, полученные опыт и результаты местные жители сомона могут использовать в дальнейшем при биологической рекультивации на участках добычи золота.

Проект состоял из следующих этапов:

1. Проведение обучающего семинара по приобретению практических знаний, умений и навыков по биологической рекультивации с участием местной администрации, органов власти, добывающих золото компаний и общественности.
2. Разработка проекта биологической рекультивации на р. Харганат в местах, где прошла выработка россыпного золота.
3. Внедрение и апробация технологии биологической рекультивации.

Следующим этапом явилось создание 3 модельных участков на отработанных отвалах золота. Первым объектом явилось Хуинское месторождение золота на р. Сангин, разрабатываемое китайской компанией. Месторождение достаточно крупное по объему добычи и привлекаемой спецтехнике. Антропогенные трансформированные ландшафты занимают территории 30–40 га. Предприятие производит периодический неразрешенный сброс сточных вод в р. Толгоит. Экологами были замечены потоки муты вблизи пос. Бугант, находящегося в 16 км от места разработки золота.

Следующим объектом была монгольская компания «DSNI», на территории которой запланировано создание трех модельных участков. Представители этой компании, осознавая степень важности данного проекта, оказали содействие в подготовке землеустройства, выполнению этапов рекультивации. На участках были высажены семена сидератов, саженцев. На модельных участках ведутся наблюдения за уровнем приживаемости, величиной годичного прироста, высотой деревьев, что позволит дать объективную оценку по интродукции. На заключительном этапе после проведенного сравнения модельных участков устанавливаются наиболее перспективные виды растений для отвалов.

Таким образом, создание модельных участков является одним из аспектов решения геоэкологических проблем при добыче золота в Монголии. Практика внедрения таких участков позволит увеличить масштаб деятельности по рекультивации, а в дальнейшем появится возможность для проведения биологической рекультивации на всей территории, где ведется добыча на нескольких месторождениях золота, в верховье р. Ероо.

Также немаловажным аспектом решения проблем является формирование нормативно-правовой базы недропользования. Одним из путей решения мы видим в принятии Закона о рекультивации земель, в котором должны быть определены объекты рекультивации, основания, условия и сроки проведения рекультивации, регламентирован порядок выдачи разрешений на проведение работ, связанных с нарушением земель, учет нарушенных земель, порядок приемки и передачи рекультивированных земель, установлен порядок контроля за рекультивацией земель, виды ответственности за нарушение установленных требований (Куприянов, 2008).

ЛИТЕРАТУРА

Куприянов А.Н. Рекультивация нарушенных земель в Кузбассе: будем ли мы вечно жить среди отвалов? // Эко-бюллетень ИнЭкА. 2008. № 4 (129). С. 23–25.

Шанхаев С.Г. Влияние деятельности ресурсодобывающих и транспортных компаний на традиционное природопользование: взгляд эколога // Этнографическое обозрение. 2008. № 3. С. 55 – 60.

DETERMINING ENVIRONMENTAL HAZARD ELEMENTS IN THE SETTLE ZONE OF POPULATION (EXAMPLE DENJIIN MYANGA OF CHINGELTEI DISTRICT OF THE ULAANBAATAR CITY)

S. Enkh-Amgalan, B. Ganbold, B. Tsogbadrakh, S.Enkhbileg, Ganshuur, Munkhdelger

Institute of Geography, MAS, Ulaanbaatar, Mongolia, Dlobnag_7@yahoo.com, b_tsogbadrakh@yahoo.com

Introduction: Ulaanbaatar is considered as metropolitan area as it has over 1 million people. Beside this aggressive development, settled areas of Ger districts is extending and it is likely to cover expanded areas and encounter much loss and damage when environmental and social hazards come. Studies and researches conducted in many countries proved that predicting and preventing from environmental hazards is the best effective approach as they happen unpredictably in very short time. It is essential to identify catastrophe zones with damage rank, prevent from any hazards, and predict and pre estimate real factors and elements of environmental hazards that is likely to cause damages in society and economy in Ulaanbaatar. By doing this estimation, it is possible to use in urban planning National Emergency Management Agency and districts in the city. The purpose of the research is to pre estimating and identifying spreading, process and border of every element caused by environmental and social using modern approaches and methodology. Moreover, it is vital to pre estimating damages and loss for Ger district areas derived from this environmental hazard and propose integrated plan, comments and conclusion for implementing activities in the future. Also illustration will be included in the research as well.

Methodology: The research work is being conducted in the some khoroos and Chingeltei districts in Ulaanbaatar.

- To identify how environmental pollution (air, soil and water) is affected death and sickness of district and khoroos population, and estimating possible damages and loss for the population determining the borders.
- To determine socio-economic damages and loss at the level of khoroos and districts based upon commitments and conclusion of Specified Institute of Earthquake.
- To identify socio-economic damages and loss, and estimating damages, borders and spreading of flood
- To estimate possible damages and create illustration of slope, exposition
- Open water pollution and sufficiency of water supply

Study area:

Possible damages and loss and change for Ger district zone

There is 140.2 population in Chingeltei district according to 2008 report and there is almost 30.3

household. Since 1992, the population of district is increasing by 65.3 percent and 74.5 percent for household. In 1975, settled area of the district was 4.3 km², in 1990 it was 6.7 km², and it increased as 17.8 km² in 2010. During this time, settled area increased by 0.08 km² in every year and if the increase goes like this, it will be 22.3 km² by 2020. New residents in the district is living in risky places in the area and it might cause much damages when any hazard happens.

For the last 17 years, the average growth of population was 3.8 percent and household was 4.3 percent. If the growth continues like this in the district, the population in the district will be 219.4 and household increased by 46.1 by 2020.

Change in settled areas of Ger district in Denjiin myanga

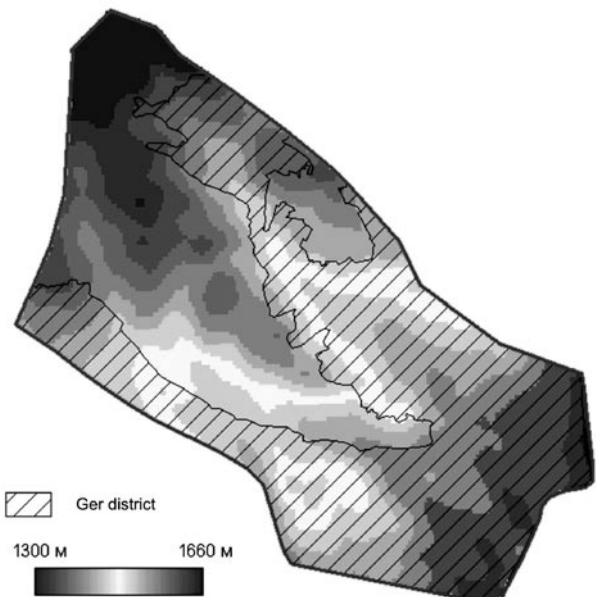
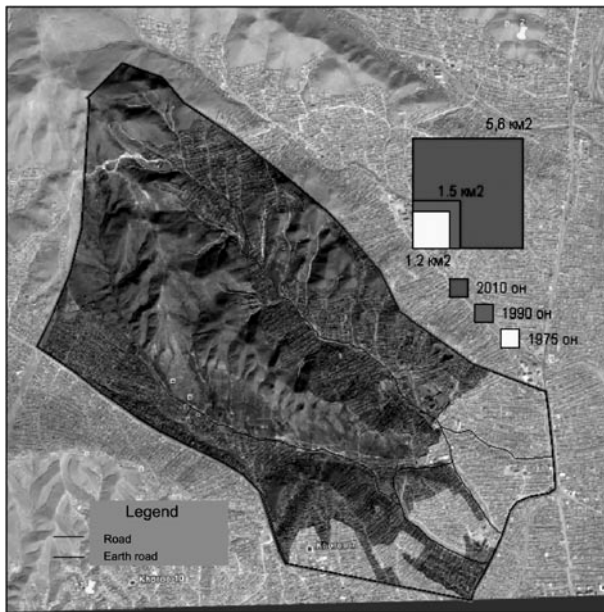


Figure 1. Change in settled areas of Ger district (Denjiin myanga)

Figure 2. Height illustration of Denjiin myanga

Results:

Considering in surface sloping and height for the risk

Due to the big migration from rural to urban, ger district is extended and people living in places with high sloping. This process brings negative consequences for building apartments and other activities in the future. The following categories are for using sloping for the economy. (S. Jigj, 1975).

As following:

- 0–3 angle sloping — extreme convenient
- 3–6 angle sloping — convenient
- 6–8 angle sloping — less convenient
- 8–< angle sloping — inconvenient

For the last few years, settled areas of ger district are extending to places with sloping and height part of the mountain.

From the above graphics, the highest point of Ger district in Denjiinmyanga was 1350 metre in 1975, 1370 metre in 1990 and it increased as 1510 metre in 2010. This situation is more likely to increase in the future. The main reason of this is the rural migration (fig. 3).

Flood process and geomorphology are depend on the following things. For example, type of river basin, formation lowland and protuberant, slope, erosion density and process of flowing water are directly affected to flood flow. It is necessary to implement this project in the districts of city.

Current condition of flood dam

When there is flood in the area, the water or rainfall runs down sloping and ravine part of the substance. But today flood dam and water removing pipes are broken and filled with waste, so that ger district and central roads near the places are likely to suffer damages and loss.

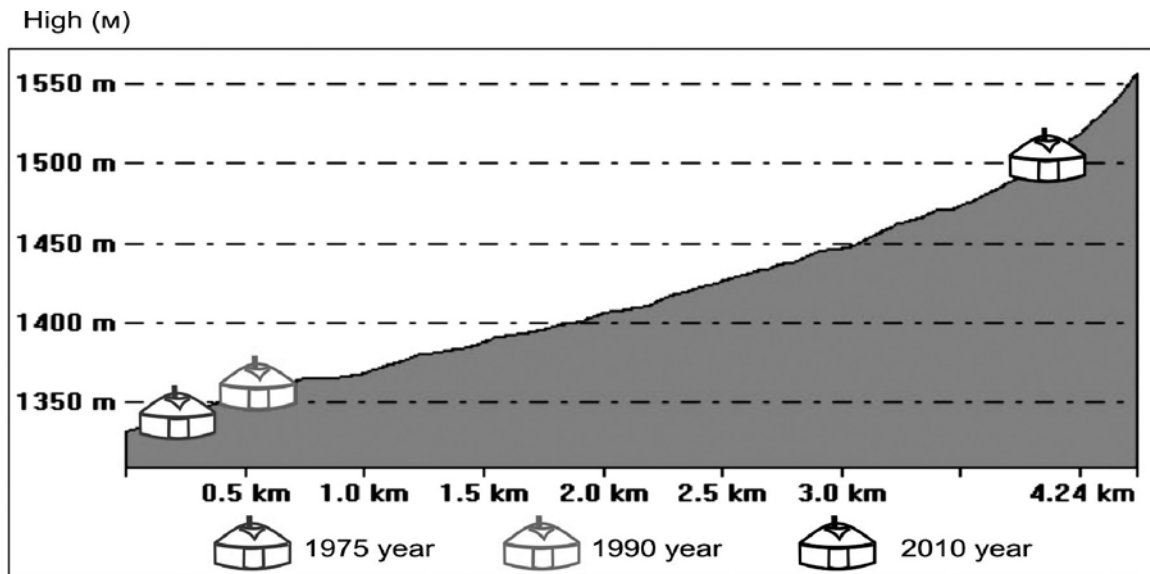


Figure 3. Relationship of Settled area and height



Photo 1.2. Flood dam filled with ice



Figure 4. Household likely to encounter flood

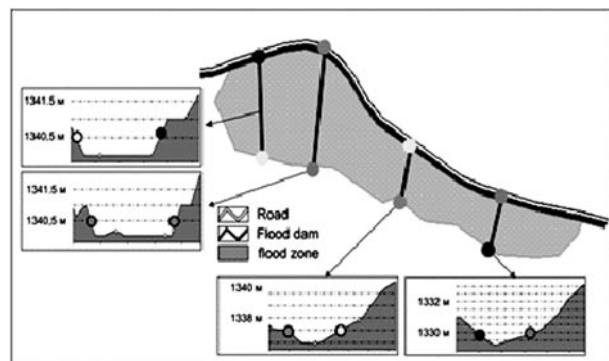


Figure 5. Cross profile

Risk frame emerged from fuel stations

One of the main factors that need be estimated is fuel stations. Although there are over 140 fuel stations in Ulaanbaatar, they are not approved by State Commission and they are still running the activities. For example, Fuel station of Petrovis Company is located among the Ger district in the Denjiin Myanga, which is involved in the research. So it is essential to pre estimate damages and loss emerged from fuel explosion and blast.

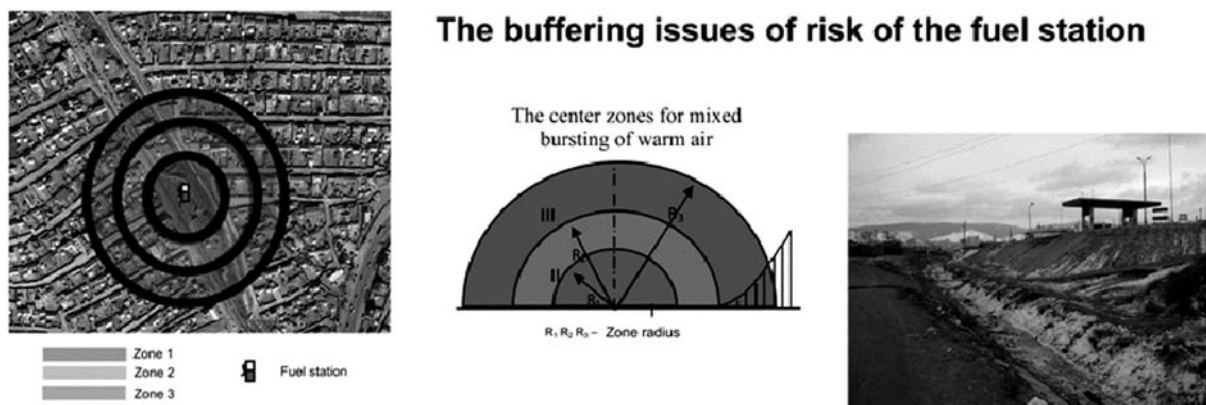


Figure 6.

Due to the reserving resources and power of explosion, three spheres of seat zones are emerged. The following formation are used for calculating angle of explosion zones.

$$R_1 = \sqrt[3]{0.5 \cdot Q}$$

R_1 — the 1st zone angle, by metre; Q — mass of inflammable gas, by tonn.

Zone 1. Extra constant pressure of the 1st zone is calculated equally with 1700 kPa within the border of the zone.

Zone 2. Border of product square that is spread from explosion is indicated in the 2nd zone.

Zone 2. The angle of the 2nd zone is 1.7 times more than the 1st one. In other words, $R_2 = 1.7 \cdot R_1$.

The size of extra pressure is decreased by 300 kPa.

Zone 3. Zone of air impact waves is in the 3rd zone. This zone consists of front of air impact waves. This caused as the most dangerous factor of explosion. In other words, hot air impact waves are emerged from explosion of inflammable materials.

Also it is common that the fuel stations are polluting soils by gas products. For example, near the fuel station 536–5939 mg/kg, and places where change engine oil has more pollution 2686.5–66534.4 mg/kg.

Conclusion:

By conducting the research in khoroos and districts, it is possible to pre estimating and identifying spreading, process and border of every element caused by environmental and social using modern approaches and methodology. Moreover, it is vital to pre estimating damages and loss for Ger district areas derived from this environmental hazard and propose integrated plan, comments and conclusion for implementing activities in the future. Also illustration will be included in the research as well.

REFERENCES:

S.Jigj. General types of relief in Mongolia, UB 1975 year.

ASSESSMENT OF FORESTS DECLINE UNDER AIR POLLUTION IN THE LAKE BAIKAL CATCHMENT AREA

ОЦЕНКА НАРУШЕННОСТИ ЛЕСОВ ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА ОЗЕРА БАЙКАЛ АТМОСФЕРНЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ BAIKAL CATCHMENT AREA

T.A. Mikhailova

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, SB RAS, Irkutsk, Russia, mikh@sifibr.irk.ru

Studies have been carried out in the Russian part of the Baikal Region. The main object of the studies was presented by tree-stands of Scots pine (*Pinus sylvestris*). It is shown that tree-stands condition depends on both natural factors (severe climatic conditions, distribution of permafrost and seasonal frost, micromicets

epiphytotes, insect attack), and anthropogenic factors (fires, forest felling, air pollution). Significant of air pollution as a negative environmental factor affecting vital status of the tree-stands is accounted for by a powerful industrial potential of the region. Since within the region there are very varied conditions for forest ecosystems existence, correspondingly, it has been shown wide range of forest ecosystems resistance to chemical pollution of environment. It was found that in the region the area of polluted forests amounted to about 30% of the forest-covered territory.

Площадь водосборного бассейна озера Байкал составляет около 560 тыс. км², из которых 332 тыс. км² располагается на территории России и 225 тыс. км² — Монголии (Атлас..., 1993). Водосборная площадь в пределах РФ входит в состав Байкальской природной территории (БПТ), занимающей в целом 386 тыс. км². Наши многолетние исследования охватывают всю БПТ, то есть Российскую часть Байкальского региона, и представленные результаты касаются именно этой территории.

Уникальность БПТ определяется многообразием природных комплексов, особенностями горно-котловинного рельефа, высокой степенью контрастности биогеографической и биоклиматической обстановки. Важнейшим средообразующим ресурсом водосборного бассейна Байкала являются леса, занимающие около 72% территории и формирующие до 80% водного стока в озеро. Леса представлены экосистемами высокогорий, среднегорий, низкогорий, плоскогорий, котловин и равнин. В структуре их породного состава преобладают хвойные (80%), мелколиственные породы и кустарники составляют около 20% (Настоящее и будущее..., 1996).

Наибольшие массивы сосновых лесов сосредоточены в Предбайкалье и в Юго-Западном Забайкалье. Лиственничные леса образованы двумя видами лиственницы: сибирской и даурской и представлены практически во всех экосистемах. Кедровые леса сосредоточены в предбайкальских и забайкальских высокогорных и среднегорных экосистемах. Леса, образованные пихтой сибирской, имеют узкий экологический ареал. Еловые леса распространены незначительно, в основном в Предбайкалье и в поймах рек Забайкалья. Березовые леса произрастают повсеместно, но на ограниченных площадях.

При обследовании древостоев БПТ показано, что их состояние определяют как природные факторы (суровые климатические условия, распространение многолетней и сезонной мерзлоты, эпифитотии микромицетов, очаги насекомых-вредителей), так и антропогенные (пожары, рубки, атмосферное промышленное загрязнение).

Для Байкальского региона значимость техногенного загрязнения лесов определяется высоким уровнем его индустриализации, здесь расположено более 10 крупных промышленных центров, объем аэровыбросов от которых составляет 400–450 тыс. т в год (Государственный доклад..., 2008). Большая часть источников техногенного загрязнения находится в Южном Предбайкалье и Юго-Западном Забайкалье, где, соответственно, выявляются и значительные площади ослабленных лесов. В то время как наибольший процент фоновых (относительно здоровых, незагрязняемых) насаждений приходится на северную, южную и восточную части региона.

В качестве индикатора состояния лесных экосистем БПТ была выбрана сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эта порода, помимо широкого распространения и важных лесообразующих функций, обладает высокой чувствительностью к антропогенным воздействиям, в том числе к атмосферному загрязнению. Проведенные исследования показали высокую степень соответствия между уровнем загрязнения атмосферного воздуха кислотогенными газами (диоксидом серы, фтористым водородом), аэрозолями тяжелых металлов, алюминия, кремния и степенью накопления в хвое сосны соответствующих элементов — серы, фтора, свинца, кадмия, кремния и других (Михайлова и др., 2003). Подобное соответствие выявляется также между загрязнением окружающей среды органическими веществами, в частности, ПАУ, их содержанием в хвое сосны и степенью угнетения древостоев (Горшков и др., 2008). Исходя из этого, уровень загрязнения лесов оценивался по результатам анализа данных о содержании поллютантов в хвое сосны. Степень угнетения древостоев определялась по комплексу показателей, отражающих состояние

ассимилирующей фитомассы деревьев — уровню дефолиации крон, морфоструктурным параметрам, содержанию биогенных элементов в хвое.

Согласно полученным результатам, в пределах Байкальского региона площадь в разной степени загрязненных лесов составляет примерно 30% от лесопокрытой территории. Сильный уровень загрязнения наблюдается вблизи Ангарского, Усольского, Иркутского, Шелеховского промузлов, средний уровень загрязнения преобладает вблизи Южнобайкальского, Нижнеселенгинского, Улан-Удэнского, Гусиноозерского промузлов, слабый уровень загрязнения зарегистрирован вблизи Северобайкальского промузла и на некоторых локальных участках. Кроме того, в Предбайкалье обширная территория (в пределах 4 млн га) загрязняется при внутри- и межрегиональном переносе аэровыбросов. На остальной лесопокрытой площади региона (около 70%) загрязнение древостоев не обнаруживается.

Показано, что территории, загрязняемые разными промузлами, отличаются по общей токсической нагрузке, количественному соотношению поллютантов и элементов-биофилов. Так, вблизи Ангарского и Усольского промузлов в хвое обнаруживается высокое содержание серы и тяжелых металлов, в том числе, ртути, свинца, кадмия, меди, железа. Вблизи Шелеховского промузла велика концентрация фторидов, содержание серы также значительно превышает норму, повышены уровни свинца, ртути, железа, кремния. Иркутский промузел характеризуется самым высоким содержанием свинца в тканях растений. Определенные особенности элементного состава хвои сосны имеются и вблизи других промузлов. Следует отметить также высокие уровни ПАУ в хвое сосны, произрастающей на территориях городов и вблизи алюминиевого завода (г. Шелехов). На территории, подпадающей под внутри- и межрегиональный перенос аэровыбросов, регистрируется статистически достоверное превышение в хвое сосны концентраций ряда элементов — свинца, кадмия, серы, фтора, кремния, железа и др.

В пределах техногенно загрязняемых территорий выявляется разная степень угнетения древостоев: сильное угнетение обнаружено на площади 640 тыс. га, среднее — более 2 млн га, слабое — более 5 млн га. Сильная степень угнетения регистрируется вблизи крупных промузлов и на расстоянии до 30 км от них, средняя и слабая — на расстоянии от 30 до 100 км. Фоновые (относительно здоровые) ненарушенные насаждения, как правило, значительно удалены от промцентров.

Полученные данные свидетельствуют, что обследованная территория пока еще располагает значительным средозащитным и водорегулирующим потенциалом, чему способствует высокий уровень ее облесенности. Однако, этот потенциал значительно снижается при воздействии техногенных выбросов, то есть при химическом загрязнении среды, приводящем к нарушению целого ряда ключевых процессов в экосистемах, в том числе: газообмена и стока углерода, биогенной миграции макро- и микроэлементов в почве и растениях, питательного статуса древостоев и их продуктивности (Mikhailova et al., 2005).

Поскольку на БПТ наблюдается большое разнообразие условий существования лесных экосистем, то в соответствии с этим выявлен и широкий диапазон их устойчивости к химическому загрязнению среды (Михайлова и др., 2010). В этом плане сравнительная характеристика разных частей Байкальского региона (Южного Предбайкалья, Юго-Западного Забайкалья, Северного Прибайкалья) показала, что на фоновых территориях большее влияние на содержание химических элементов в хвое сосны оказывает биогеографический фактор, в меньшей степени они изменяются в разных типах леса, приуроченных к одному географическому району. На загрязняемых территориях наиболее сильным фактором, вызывающим дисбаланс большинства элементов, является техногенная нагрузка.

Показано, что на начальной стадии техногенной дигрессии, при определенном повышении уровня элементов-поллютантов в хвое, наименьшие нарушения питательного статуса древостоев обнаруживаются в Южном Предбайкалье, в Забайкалье нарушения существеннее, а наиболее выражены они в Северном Прибайкалье. Соответственно, в этом же биогеографическом районе наблюдаются и более низкие значения ряда показателей состояния ассимилирующей фитомассы. Данные свидетельствуют о меньшем потенциале физиологической устойчивости древостоев Северного Прибайкалья.

Для всей БПТ в целом проведено комплексное картографирование нарушенности лесных экосистем, загрязняемых атмосферными промышленными выбросами множественных источников. Составлены среднемасштабные карты, отражающие степень техногенного загрязнения лесов и ослабления их жизненного состояния. Карты служат эффективной технологической основой устойчивого управления лесами, их информация значима при осуществлении мероприятий, направленных на оптимизацию лесного фонда региона. Дальнейшее развитие этих исследований предусматривает разработку адекватной оценки и методов прогнозирования состояния лесов как на территориях многолетнего интенсивного промышленного освоения, так и в местах планируемого ввода новых предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

Атлас «Байкал». М.: Роскартография, 1993. 160 с.

Горишков А.Г., Михайлова Т.А., Бережная Н.С., Верещагин А.Л. Накопление полициклических ароматических углеводородов в хвое сосны обыкновенной на территории Прибайкалья // Лесоведение. 2008. № 2. С. 21–26.

Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2008 году». Иркутск: Сиб. филиал ФГУНПП «Росгеолфонд», 2008. 455 с.

Настоящее и будущее Байкальского региона. Новосибирск: Студия Дизайн ИНФОЛИО, 1996. 112 с.

Михайлова Т.А., Бережная Н.С., Игнатьева О.В., Афанасьева Л.В. Изменение баланса элементов в хвое сосны обыкновенной при техногенном загрязнении // Сиб. экол. журн. 2003. № 6. С. 755–762.

Михайлова Т.А., Калугина О.В., Афанасьева Л.В., Нестеренко О.И. Тренды содержания химических элементов в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в разных условиях произрастания и при техногенной нагрузке // Сиб. экол. журн. 2010. № 2. С. 239–247.

Mikhailova T.A., Berezhnaya N.S., Ignatieva O.V., Afanasieva L.V. Complex assessment of forest condition under air pollution impacts // K. Omasa, I. Nouchi, L.J. De Kok (Eds). Plant Responses to Air Pollution and Global Change. Springer-Verlag, Tokyo, 2005, p. 45–51.

THE CHEMISTRY OF YELLOW DUST SOURCES SOIL LAYERS IN GOBY REGION OF THE COUNTRY OF MONGOLIA

R. Baatar¹, R. Togoo², Z. Omboo², B. Naran-Undrakh³

¹BOKU University, Vienna, Austria, rbaatar1@yahoo.com

²Department of Nuclear Physics of Institute of Physics and Technology MAS,

³Millennium Challenge Account-Mongolia

The chemical characteristics of sand dust storm sources layers of soils in Goby region of Mongolia have been presented in this paper. We consider that data of chemical composition of both yellow dust source materials which produce yellow dust and airborne dust particles after settling on the ground surface is necessary to know the chemical constitute changes. Data of our investigations, received as results of using of modern instruments are show that the yellow dust sources soil layers contain Silicon (SiO_2) — 68.5%, aluminum (Al_2O_3) — 13.3%, Iron (Fe_2O_3) — 4.6%, Titanium (TiO_2) — 0.68%, Calcium (CaO) — 2.14%, Magnesium (MgO) — 1.56%, Phosphorus (P_2O_5) — 0.08%, Manganese (MnO) — 0.8%, Potassium (K_2O) — 2.51%, Sodium (Na_2O) — 3.0%, organic matter (SOM) — 0.9%, Gypsum (CaSO_4) — 0.5%, Carbonate (CaCO_3) — 1.4%, and nitrate — 0.1–2 mg/100 g, Water soluble salt — 0.5%.

Results of lab. analysis of heavy metals and trace element in sand dust storm sources layers of soils in Goby region of Mongolia show that content of Arsenic (As) ranges from <5 to 8 ppm, content of Cobalt (Co) ranges from <5 to 14 ppm, Chromium (Cr) from 44 to 75 ppm, Cesium (Cs) from <20 to 24 ppm, Copper (Cu) from <5 to 66 ppm, Molybdenum (Mo) from <5 to 10 ppm, Nickel (Ni) from 9 to 23 ppm, Lead (Pb) from <10 to 37 ppm, Tin (Sn) from <10 to <20 ppm, Strontium (Sr) from 211 to 425 ppm, Vanadium (V) from 80 to 102 ppm, Zinc (Zn) ranges from 33 to 59 ppm, Cadmium (Cd) ranges from 0.06 to 0.18 ppm, Selenium (Se) from

0.4 to 1.7 ppm, Boron(B) from 5 to 20–40 ppm, Manganium (Mn) from 260 to 840 ppm, Mercury (Hg) from 3 to 11 ppm., Antimony (Sb) from 0.2 to 0.55 ppm, Beryllium (Be) from 0.4 to 1.1 ppm, Thallium (Tl) from 0.1 to 16 ppm and Silver (Ag) ranges from 0.02 to 0.07 ppm depending on soil formation factors. Also data on the texture of sand dust storm sources earth materials and chemical composition of cation exchangeable complex are have been included in this paper.

Methods and materials. Sand dust resources materials have been collected from different part of Goby region of Mongolia. Determination of total content of such more than 30 chemical elements in sand dust resources materials was carried out using atomic absorption spectrometers, X-ray fluorescence spectrometers and inductive coupled plasma mass spectrometry as well as classical analysis.

Introduction. From literature can know that China and Mongolia are major sources of Asian dust and the strong dust storms produced in these areas could transport to and deposit in Korea, and Japan even cross the Pacific to America, and they have great effect on the environment of these countries. Researchers who study of sand dust storms and yellow dust at several time have underlined that information on yellow dust sources data or the ground surface conditions of the source regions and along the transport route are very important to know how changed chemical characteristics of particles of sand dust storm during their transportation and deposition in long distance and their pollution effect on environment and human health. We consider that soil surface layers of goby and desert region of Mongolia are subject (main sources) to produce the sand dust storm and the yellow dust. So we would like to introduce some data on properties of surface layers of goby brown soils.

These soils formed (developed) in conditions of low soil moisture, where evaporation is more than precipitation. As a results of this moisture regime takes place at least little amount accumulation of carbonate and salt in soil surface. By these materials have been cemented the particles of soils and when the soil loses moisture and dries there forms a grey colored, hard, thin (1–1.5 cm), solid, compact crust layer (K) on the soil surface, under which lies a thin (1–2 cm) horizontal platy structured (disposed like sheet slices, with pores) a soft or weakly cemented under crust layer (UK). General morphological differences of Goby brown soils from other types (except desert soil) of soils of the country of Mongolia are these two clear thin, hard, layers. Representation of these two layers (their solidity, thickness, demolition, compactness, size of pores) might be different depending on their texture, moisture regime, particularity intensiveness (speed) of drying, chemical composition of water solution and soluble salt in soils. Under these two soil surface layers lie the relative more dark colored humus accumulative “A” horizon, white colored carbonate accumulative B horizon and soil formation rock C horizons respectively. Some goby brown soils have sand cover and some soils have coarse (stone) cover and some soils developed under plant cover and some soils under bare condition.

Goby brown soil with coarse cover occur usually in foot hills area on the terrace like place which have little more high elevation (altitude) than alternate depressions where accumulate sand and growplant (photo 1). From given photo you can see that as consequence of strong sand dust storm and water erosion was wipe off (has been blow and washed) all earth particles and was remained only coarse stones on the soil surface in terrace like place and sand particles transported in short distance and accumulated in depression which located in near surrounding area and there grows plant. Of course, in this case the fine particles of soil surface can be diffused by turbulent motion into higher levels of the atmosphere and then carried over large distance by wind and transported to long distance to arrive to China, Korea and America. From given photo also can see that during sand dust storm the soil surface particles distribute in different distance depending on their size and remained coarse cover can to play important role to protection of soil from wind erosion. We would like to show you what materials lie under this coarse cover which formed on the soil surface as consequence of deflation(wind and water erosion) processes (photo 2).



Photo 1. Landscape, dominated by goby brown soil with coarse(stone) cover



Photo 2. Coarse cover is succeeded by yellow colored crust layer

If touch (remove) these coarse cover will be discovered crust layer which consist from fine particles and soil surface will become easily blow by wind and will produce yellow dust. So everybody should pay attention to not destroy the coarse cover of goby brown soil in order to protect the soils from wind erosion and to keep their fertility.

Results of investigation and discussion. We have determined chemical characteristics of yellow dust sources soil surface layers in goby region of Mongolia and results of analysis was shown below:

Table. Average total content of 33 elements in yellow dust resource earth material (ppm)

Elements	Si	Al	Fe	Ti	Ca	Mg	K	Na	P	Mn	C	N
Content	320000	70000	32000	3900	15300	7500	20800	22600	350	6200	3000	10000
Element	As	Co	Cr	Cs	Cu	Mo	Ni	Pb	Sn	Sr	V	
Content	5.0	8.6	58.5	16.9	24.0	5.3	16.4	13.5	9.0	217	91	
Element	Zn	Cd	Se	B	Hg	Sb	Be	Tl	Ag			
Content	38	0.09	0.6	9.5	4.0	0.4	0.8	0.5	0.02			

Results of lab. analysis of chemical composition of exchangeable cations of yellow dust sources layer of soils in goby region of Mongolia show that amount of exchangeable calcium cation ranges from 15 to 25 me/100 g, exchangeable magnesium cation ranges from 7.5 to 9 me/100 g, exchangeable potassium cation ranges from 0.5 to 6.0 me/100 g, exchangeable sodium cation ranges from 0.8 to 6.2 me/100 g soil. Results of the texture analysis of yellow dust sources layers in goby region of Mongolia show that content of sand (1–0.05 mm) ranges from 30 to 47%, content of silt ranges from 35 to 45% and content of clay ranges from 14.3 to 26%.

Conclusion. As results of our investigation have been received some such data as total content of chemical elements and as content of heavy metals and trace elements, composition of exchangeable base in colloid complex and texture of sand dust storm sources layers of soils in Goby region of the country of the Mongolia. Amounts of chemical elements are near to quantity of such primary minerals composition as granite which consist from mica (biotite, muscovite), quartz, hornblende, and feldspar. These data needed to know how changed chemical characteristics of particles of sand dust storm during their transportation and deposition in long distance and needed to know a soil contamination levels in goby zones of the country of Mongolia, where at present time increases amount of mining industries

REFERENCE

Baatar R. The chemistry of goby brown soil in Mongolia: Proceedings of second international symposium in chemistry: Key Issues in Chemistry and Environmental Problems-2006. UB, 2006. P. 49–52.

Баатар Р. Хөрсний хими, агрохими, ус-физикийн шинж чанаруудыг тодорхойлох аргууд. Жинст Харгана. Улаанбаатар. 2003. 168 тал.