

Мониторинг окружающей среды

УДК 631.4(8), 332.3, 550.4

<https://doi.org/10.26516/2541-9641.2022.3.103>

Экологические проблемы землепользования и загрязнения почв естественных, пахотных и залежных земель дельты реки Селенги

И.А. Белозерцева ¹, Н.Д. Дубровский ²¹ Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия² Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Летом 2017–2018 гг. проведены ландшафтно-геохимические и социально-географические исследования в дельте р. Селенги (юго-восточное побережье оз. Байкал). В структуре землепользования здесь преобладают сенокосы и пастбища. Район исследования является важным для развития мясного и молочного хозяйства Бурятии; здесь выращиваются в основном зерновые, зерно-бобовые, холодоустойчивые силосные культуры, картофель и другие овощи. В дельте р. Селенги сформировались различные типы почв аллювиального отдела (Fluvisols), дерново-подбуры (Folic Podburs), серые (метаморфические) (Gray Metamorphic) и дерново-серые (Folic Gray) почвы. Плодородные почвы высокой поймы с черноземами (Chernozems) и темно-гумусовыми (Phaeozems) почвами используются под пашню. Сельскохозяйственные земли террас с серыми (Gray) и дерново-серыми (Folic Gray) почвами используются под пастбища. Почвы низкой поймы переувлажненных лугов включают в сельскохозяйственный оборот. Установлено, что почвы большей части сельскохозяйственных угодий характеризуются удовлетворительным агрономическим состоянием. Верхние горизонты серых (Gray) почв лесов и черноземов (Chernozems) степей в естественном состоянии отличаются высокими концентрациями гумуса. В постоянно используемых почвах в сельском хозяйстве его содержание снижается, в залежных землях — восстанавливается. Реакция среды ($pH_{\text{водн}}$) почв в основном нейтральная. Установлено, что почвы дельты р. Селенги преимущественно имеют легкий гранулометрический состав. Выявлено, что серые почвы при сведении леса и их использовании под пашню быстро деградируют и теряют плодородие. Хорошую устойчивость к сельскохозяйственному использованию проявляют почвы степей. Почвы залежей и пашен на участках, ранее занятых лесом, малоплодородные, нуждаются во внесении азотных и калийных удобрений. Почвы, недавно введенные в сельскохозяйственное использование, нуждаются во внесении фосфорных и калийных удобрений. Черноземы и серые почвы естественных ландшафтов, а также агрозоны (Anthrosols) участков, ранее занятых степью, находятся в хорошем и удовлетворительном агрономическом состоянии. В районе с. Кабанск установлены высокие концентрации некоторых тяжелых металлов в аллювиальных почвах, превышающие ПДК. Выявлено повышенное содержание нефтепродуктов, фосфатов, фторидов и тяжелых металлов в водах р. Селенги. Прибрежные воды оз. Байкал в устье р. Селенги пока отвечают санитарно-гигиеническим требованиям. Аллювиальные почвы дельты р. Селенги выступают геохимическим барьером на пути миграции загрязняющих веществ в оз. Байкал.

Ключевые слова: почвы, поверхностные воды, землепользование, трансформация, дельта р. Селенги.

Ecological problems of land use and soil pollution of natural, arable and fallow lands of the Selenga river delta

I.A. Belozertseva ¹, N.D. Dubrovskii ²¹ V.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences

² Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Abstract. In the summer of 2017–2018 we studied landscape-geochemical and socio-geographical aspects in the Selenga delta (southeast coast of Lake Baikal). The structure of land use is dominated by hayfields and pastures. The study area is important for the development of meat and dairy farming in Buryatia. Cultivated crops here are cereals, legumes, cold-resistant silage crops, potatoes and other vegetables. In the Selenga delta, various types of soils have been formed: fluvisols, folic-podburs, and gray metamorphic and folic-gray soils. The fertile soils of the high floodplain with chernozems and phaeozems are used for arable land. The agricultural land of terraces with gray and folic-gray soils is used for pasture. The soils of the low floodplain of waterlogged meadows are included in agricultural circulation. We revealed that the soils of most agricultural lands have a satisfactory agronomic quality. The upper horizons of gray soils under the forest and chernozems under the steppe have high humus concentrations in their natural state. In constantly used agricultural soils humus content is reduced. In fallow lands, its concentrations are restored. The water pH level of soils is mostly neutral. It is revealed that the soils of the Selenga delta are mainly light soils. It was revealed that gray soils after forest clearing and using them for arable land, quickly degrade and lose their fertility. Soils of the steppes show good resistance to agricultural use. Soil deposits and arable land, previously located under forest, are infertile and require introduction of nitrogen and potassium fertilizers. Soils recently introduced for agricultural use require phosphorus and potassium fertilizers. Chernozems and gray soil of natural landscapes, as well as anthrosols, previously located under steppe, are in good and satisfactory agronomic condition. Near the settlement of Kabansk, we determined high concentrations of some heavy metals in alluvial soils, exceeding the MPC. We revealed also an elevated content of oil products, phosphates, fluorides, and heavy metals in water of the Selenga river. The coastal water of Lake Baikal at the mouth of the Selenga river still meets sanitary and hygienic requirements. Alluvial soils of the Selenga delta acts as a geochemical barrier to the migration of pollutants into Lake Baikal.

Keywords: soil, surface water, land use, transformation, the Selenga river delta.

Введение

Территория исследования находится на восточном побережье оз. Байкал. На формирование климатических условий дельты р. Селенги влияют положение этой территории в поясе умеренных широт и особенности горно-котловинного рельефа. Среднегодовое количество осадков составляет 250–400 мм. В пределах дельты р. Селенги выделяют три крупных элемента геоморфологического строения: дельту выдвигения (современную дельту) и пойму, озерно-речные террасы (останцы древних дельт), тектонический прогиб. Дельта р. Селенги располагается на мощном чехле плейстоценового и более позднего аллювия. В материнских породах преобладают четвертичные отложения. Растительный покров дельты р. Селенги представлен различными фитоценозами, от лесостепных до болотных. Кабанский район — один из наиболее развитых промышленных и сельскохозяйственных районов Бурятии. В районе действуют «Селенгинский целлюлозно-картонный комбинат», «Селенгинский завод

ЖБИ» и другие промышленные предприятия. Сельскохозяйственную отрасль Кабанского района представляют 10 сельскохозяйственных организаций. На 2018 г. численность поголовья крупного рогатого скота (КРС) составила около 18 тыс. гол. В Кабанском районе осуществляют деятельность 116 крестьянских фермерских хозяйств и 13 тыс. личных подсобных хозяйств.

Некоторые пойменные почвы побережья, ранее используемые в сельском хозяйстве как пашни, в данное время заброшены, используются под пастбища и в рекреационных целях (Белозерцева и др., 2019). До 1990-х гг. земли использовались в качестве пашен очень интенсивно, после развала колхозов и совхозов активная распашка почв на значительной территории прекратилась. В последнее время наблюдается тенденция небольшого увеличения площади пахотных угодий. Встает вопрос о целесообразности ввода в сельскохозяйственный оборот заброшенных земель и развития пашенного земледелия в дельте р. Селенги. Трансформация целинных и пахотных почв понимается как постоянный

процесс их преобразования под воздействием природных и, главным образом, антропогенных факторов. Хозяйственная деятельность, ведущая к трансформации путем перевода одного вида угодий в другой, должна преследовать цель наиболее эффективного использования земель в сельском хозяйстве, что достигается методиками повышения плодородия почвы — основного ее свойства как компонента биосферы обеспечивающего необходимые для жизнедеятельности растений земные факторы и условия, определяющие питательный, водно-воздушный, температурный, окислительно-восстановительный и другие режимы (Добровольский, 1999).

Цель исследования — установить степень загрязнения почв естественных, пахотных и залежных земель дельты р. Селенги, дать оценку уровня их плодородия, выявить

возможность ввода неиспользуемых земель в сельскохозяйственный оборот.

Методы

Объектом исследования являются почвы дельты р. Селенги. Площадки отбора исследуемых почвенных образцов находятся в Кабанском районе Республики Бурятия недалеко от д. Истомино на территории, которой расположена научная база Байкальского института природопользования СО РАН. Образцы почв в количестве более 120 были отобраны летом 2018-2019 гг. сотрудниками ИГ СО РАН.

Место отбора проб указано на карте (рис. 1). Описание ландшафтов ключевых участков дано в табл. 1. Морфологическое описание почв некоторых ключевых участков приведено в табл. 2.

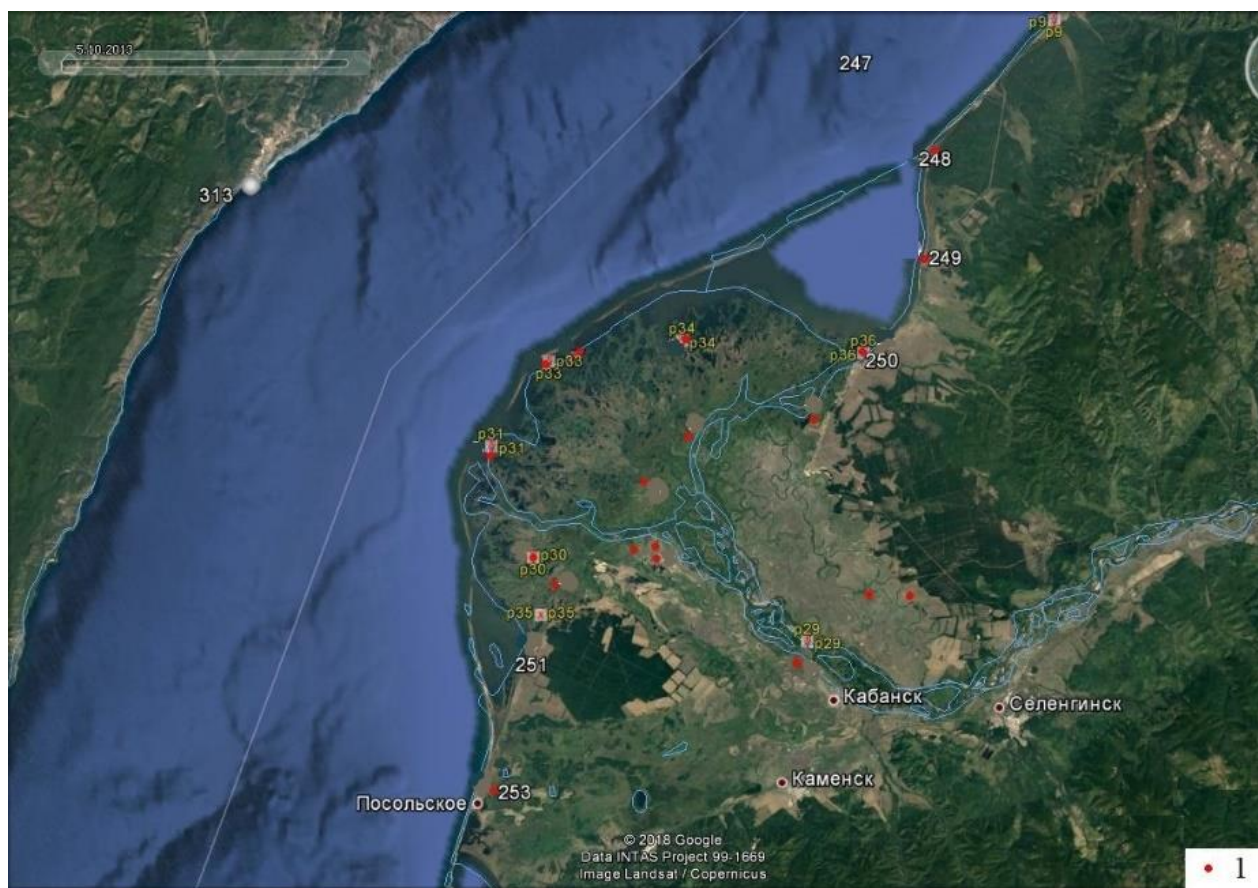


Рис. 1. Схема отбора проб почв, 1— ключевые участки

Fig. 1. Soil sampling scheme, 1— key sites

Аналитические работы проводились в Институте географии им. В.Б. Сочавы СО РАН в лабораторных условиях по стандартизованным методикам с использованием современного аналитического оборудования (Агропочвоведение, 2004; Агрохимические методы... 1975; Агрохимическая характеристика... 2009; Агрохимическая характеристика... 2009а).

В ходе работы были проведены следующие виды анализов:

1. Актуальная кислотность водной суспензии ($pH_{\text{водн.}}$) потенциометрическим методом (Алекин и др., 1973);

2. Содержание органического углерода ($C_{\text{орг}}$) методом мокрого сжигания по И.В. Тюрину (Алекин и др., 1973; Теория и практика... 2006);

3. Определение гранулометрический состав почв методом пипетки с диспергацией пиррофосфатом натрия по Н.А. Качинскому (Богоявленский, 1974);

4. Потеря при прокаливании (ППП) – по Е.В. Аринушкиной (Аринушкина, 1970);

5. Содержание основных элементов питания растений (NO_3 , NH_4 , P_2O_5 , K_2O) в соответствии с Агрохимическими методами исследования почв (Агрохимическая характеристика, 2009а);

6. Содержание металлов установлено количественным атомно-эмиссионным спектральным методом на приборе “Optima 2000DV”. Концентрация нефтепродуктов определена на флюорате.

При диагностике почв использована классификация и диагностика почв России 2004 г. (Богоявленский, 1974).

Результаты и обсуждения

В результате проведенных физико-химических анализов выявлено, что почвы сельскохозяйственных угодий обладают удовлетворительным агрономическим состоянием.

Верхние горизонты серых почв под лесом и черноземов под степью в естественном состоянии содержат более 5 и 15 % гумуса соответственно (рис. 2). В постоянно используемых почвах в сельском хозяйстве его содержание снижается до 1,4–2,8 %. В залежных землях его концентрации восстанавливаются и составляют от 2,6 до 11,6 % в зависимости от исходного его содержания в ненарушенной почве. В почвах, недавно вовлеченных в сельскохозяйственное использование, содержание гумуса достаточно высокое от 11,6 до 23,1 %.

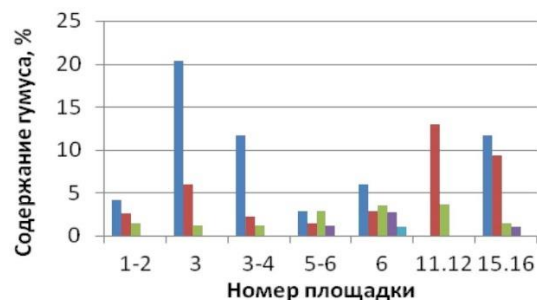


Рис. 2. Содержание гумуса в почвах ключевых участков используемых, заброшенных и неиспользуемых земель дельты р. Селенги. Разным цветом столбцов показаны горизонты (приведены в скобках).

Площадки: № 1-2 — агрозем (AYpa- P-C), залежь, пойма р. Селенга; № 3 — чернозем (AU-BCA-Cca), целина, протока основного русла р. Селенга; № 3-4 — агрозем (W-P-C), залежь, долина р. Селенга; № 5-6 — агрозем (P-C-PC-C), пашня, в 1 км от ст. Степной Дворец, дельта р. Селенга; № 6 — серая (AY-AEL-BEL-BT-C), целина, 2-я терраса р. Селенга; № 11.12 — аллювиальная перегнойно-глеевая (T-H-G), пашня 1-й год, пойма протоки Шумиха; № 15.16 — агроперегнойно-глеевая (PH-H-G-CG), пашня 3-й год, пойма протоки Яблонька

Fig. 2. Humus content in the soils of key areas of used, abandoned, and unused lands of the Selenga delta. Different column colors show horizons (shown in parentheses).

Sites: No. 1-2 — agrozem (AYpa- P-C), deposit, catch the Selenga River; No. 3 — chernozem (AU-BCA-Cca), virgin land, the channel of the main channel of the Selenga River; No. 3-4 — agrozem (W-P-C), deposit, valley of the Selenga River; No. 5-6 — agrozem (P-C-PC-C), arable land, 1 km from the steppe palace station, selenga river delta; No. 6 — grey (AY-AEL-BEL-BT-C), virgin land, 2nd terrace of the Selenga River; No. 11.12 — alluvial humus-gley (T-H-G), arable land 1st year, floodplain of the Hype Channel; No 15.16 — agropregnous-gley (PH-H-G-CG), arable land 3rd year, floodplains of the Yablonka stream

Реакция ($pH_{\text{водн.}}$) почв в основном нейтральная, что является благоприятным условием для развития растений. Слабокислой реакцией отличается серая почва под лесом (рис. 3). Щелочную реакцию имеют нижние горизонты чернозема, перегнойный горизонт аллювиальной перегнойно-глеевой почвы в результате привноса карбонатного аллювия в период половодья. Слабощелочную реакцию имеют нижние горизонты распаханых бывших черноземов (агроземы, пл. № 3-4). Слабокислую реакцию также имеет подпахотный перегнойный горизонт агроперегнойно-глеевой почвы.

Пахотный горизонт имеет нейтральную реакцию.

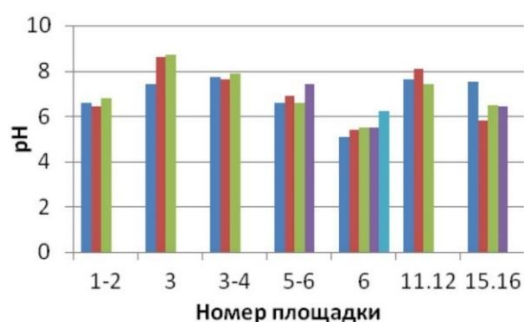


Рис. 3. Значения рН водн. в почвах ключевых участков используемых, заброшенных и неиспользуемых земель дельты р. Селенги. Разным цветом столбцов показаны горизонты (приведены в скобках).

Площадки: № 1-2 — агрозем (AYpa-P-C), залежь, пойма р. Селенга; № 3 — чернозем (AU-BCA-Cca), целина, протока основного русла р. Селенга; № 3-4 — агрозем (W-P-C), залежь, долина р. Селенга; № 5-6 — агрозем (P-C-PC-C), пашня, в 1 км от ст. Степной Дворец, дельта р. Селенга; № 6 — серая (AY-AEL-BEL-BT-C), целина, 2-я терраса р. Селенга; № 11.12 — аллювиальная перегнойно-глеевая (T-H-G), пашня 1-й год, пойма протоки Шумиха; № 15.16 — агроперегнойно-глеевая (PH-H-G-CG), пашня 3-й год, пойма протоки Яблонька

Fig. 3. PH water values in the soils of key areas of used, abandoned and unused lands of the Selenga River delta.

Different column colors show horizons (shown in parentheses).

Sites: No. 1-2 — agrozem (AYpa-P-C), deposit, floodplain of the Selenga River; No. 3 — chernozem (AU-BCA-Cca), virgin land, channel of the main channel of the Selenga River; No. 3-4 — agrozem (W-P-C), deposit, valley of the Selenga River; No. 5-6 — agrozem (P-C-PC-C), arable land, 1 km from The Steppe Palace station, delta of the Selenga River; No. 6 — gray (AY-AEL-BEL-BT-C), virgin land, 2nd terrace of the Selenga River; No. 11.12 — alluvial humus-gley (T-H-G), arable land 1st year, floodplain of the Hype Stream; No. 15.16 — agroperegno-gley (PH-H-G-CG), arable land 3rd year, floodplain of yablonka stream

Установлено, что почвы дельты р. Селенги в основном легкого гранулометрического состава (рис. 4). Поэтому при распашке на недопустимой крутизне склонах могут развиваться эрозионные процессы, наблюдаться смыв верхних горизонтов, потери гумуса и основных элементов питания растений.

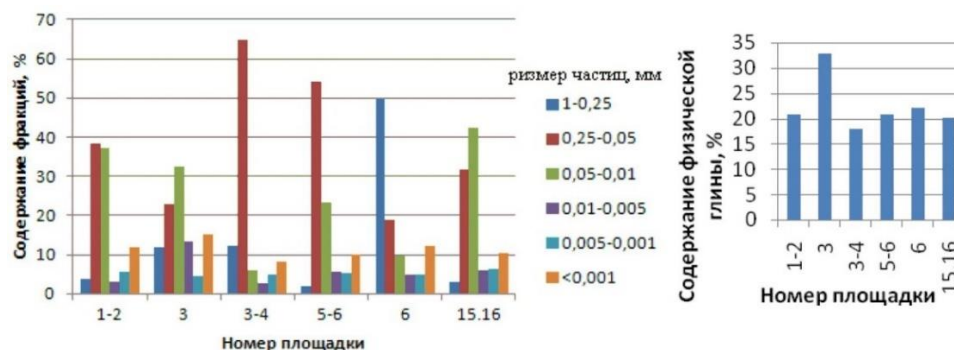


Рис. 4. Гранулометрический состав верхних горизонтов почв ключевых участков дельты р. Селенги

Приведены данные верхних гумусовых, перегнойных и пахотных горизонтов.

Площадки: № 1-2 — агрозем (AYpa-P-C), залежь, пойма р. Селенга; № 3 — чернозем (AU-BCA-Cca), целина, протока основного русла р. Селенга; № 3-4 — агрозем (W-P-C), залежь, долина р. Селенга; № 5-6 — агрозем (P-C-PC-C), пашня, в 1 км от ст. Степной Дворец, дельта р. Селенга; № 6 — серая (AY-AEL-BEL-BT-C), целина, 2-я терраса р. Селенга; № 11.12 — аллювиальная перегнойно-глеевая (T-H-G), пашня 1-й год, пойма протоки Шумиха; № 15.16 — агроперегнойно-глеевая (PH-H-G-CG), пашня 3-й год, пойма протоки Яблонька

Fig. 4. Granulometric composition of the upper soil horizons of key areas of the Selenga delta

The data of the upper humus, humus and arable horizons are given.

Sites: No. 1-2 — agrozem (AYpa-P-C), deposit, floodplain of the Selenga River; No. 3 — chernozem (AU-BCA-Cca), virgin land, channel of the main channel of the Selenga River; No. 3-4 — agrozem (W-P-C), deposit, valley of the Selenga River; No. 5-6 — agrozem (P-C-PC-C), arable land, 1 km from the village of Steppe Palace, delta of the Selenga River; No. 6 — gray (AY-AEL-BEL-BT-C), virgin land, 2nd terrace of the Selenga River; No. 11.12 — alluvial humus-gley (T-H-G), arable land 1st year, floodplain of the Shumiha stream; No. 15.16 — agroperepurupno-gley (PH-H-G-CG), arable land 3rd year, floodplain of apple streams

Т а б л и ц а 1

Полевое описание ландшафтов ключевых участков используемых, заброшенных и неиспользуемых земель дельты р. Селенги

№ пл.	Местоположение, использование	Растительность	Почвы	Породы	Фотографии растительности и почв
1.2	Пойма р. Селенга, залежь 15 лет	Полынно-разнотравно-злаковая степь, всходы сосны	Агрозем АУра 0-3 Р 3-30 С 30-40	Алювиальный легкий суглинок	 
3.4	Долина р. Селенга, залежь	Полынно-разнотравная степь	Агрозем W 0-0,5 Р 0,5-20 С 20-50	Аллювиальный песок, супесь	 

5.6	В 1 км от ст. Степной Дворец, дельта р. Селенга, пашня	Пшеница, ранее картофель	Агрозем Р 0-27 С 27-29 РС 29-39 С 39-	Аллюви- альная су- песь, лег- кий суглинок		
11. 12	Пойма протоки Шумиха, пашня первый год. Рядом растет пшеница	разнотравно-осоко- вый луг	Аллювиальная пере- гнойно-глеевая Т 0-12 Н 12-27 G 27-38	Аллюви- альный легкий су- глинок		

1 5.1 6	Пойма левобережной протоки Яблонька р. Селенга, около с. Степной Дворец, фермерское хозяйство, пашня 3-ий год	Посажен овес, рядом разнотравно-злаковый луг	Агроперегнойно-глеевая РН 0-26 Н 26-28 G 28-30 CG 30-	Аллювиальный суглинок		
3	Протока основного русла р. Селенга	Полынно-разнотравно-злаковая степь	Чернозем AU 0-24 BCA 24-38 Cca 38-50	Аллювиальная супесь		

6	2 терраса р. Селенги	Сосняк травный	разно-	Серая AY 0-11 AEL 11-23 BEL 23-28 BT 28-30 C 30-44	Аллю- виальная супесь	 
---	----------------------	----------------	--------	---	-----------------------------	---

Морфологическое описание почв некоторых ключевых участков

Разрез № 3 Привязка: Протока основного русла р. Селенга Породы: Аллювиальная супесь Растительность: Полынно-разнотравно-злаковая степь, залежь Ствол: Постлитогенные Отдел: Аккумулятивно-гумусовые Тип: Чернозем Подтип: Типичный Формула горизонта: AU – BCA – Cca			
Фото	Формула почвенного профиля	Глубина, см	Морфологическое описание
	AU	10-24	серовато-коричневый, зернистой структуры, слабо вскипает от 10 % HCl, уплотнен, легкий суглинок, ясный и ровный переход к горизонту BCA
	BCA	24-38	светло-коричневый, структура зернисто-комковатая, вскипает от 10 % HCl, легкий суглинок, уплотнен, граница перехода к породе сглаженная
	Cca	38-50	светло-буровато-палевый, мелкозернисто-пылеватый, уплотнен, сильно вскипает от 10 % HCl, супесь
Разрез № 11.12 Привязка: Пойма р. Селенга (левобережная протока Шумиха) Породы: Аллювиальная супесь, песок Растительность: Осоковый заболоченный луг Ствол: Синлитогенные Отдел: Аллювиальные Тип: Аллювиальная перегнойно-глеевая Подтип: Типичная Формула горизонта: T – H – G			
Фото	Формула почвенного профиля	Глубина, см	Морфологическое описание

	T	0-12	буровато-темно-серый, свежий, зернистый, сложение рыхлое, переход ясный, граница перехода неровная, слабо вскипает от 10 % HCl
	H	12-27	буровато-темно-коричневый, свежий, пухлый, уплотнен, корни, присутствует аллювий, переход ясный, граница перехода неровная, вскипает от 10 % HCl
	G	50-60	сизовато-светло-серый, свежий, супесчаный, уплотнен, не вскипает
Разрез № 6 Привязка: 2 терраса р. Селенги Породы: Аллювиальная супесь Растительность: Сосняк разнотравный Ствол: Постлитогенные Отдел: Структурно-дифференцированные Тип: Серая Подтип: Типичная Формула горизонта: AY – AEL – BEL – BT – C			
Фото	Формула почвенного профиля	Глубина, см	Морфологическое описание
	AY	0-11	буровато-серый, свежий, зернистый, супесчаный, сложение рыхлое структурное, переход ясный, граница перехода неровная, вскипания нет
	AEL	11-23	желтовато-серый, свежий, структура мелко-зернистая, супесчаный, уплотнен, корней мало, переход ясный по цвету, граница перехода ровная, вскипания нет
	BEL	23-28	коричневато-бурый, свежий, мелкоореховато-зернистый, легкосуглинистый, уплотнен, единичные корни, по граням структурных отдельностей тонкие железисто-глинистые кутаны иллювиирования, переход ясный, граница перехода неровная, вскипания нет

	BT	28-30	охристо-бурый, свежий, ореховатый, легкосуглинистый, сложение плотное структурное единичные корни, по граням структурных отдельностей слабовыраженные железисто-глинистые кутаны иллювиирования, переход ясный, граница перехода неровная, вскипания нет
	C	>30	серый, свежий, бесструктурный, супесчаный, уплотнен, корней нет, вскипания не наблюдается

По содержанию основных элементов питания растений наблюдается дефицит калия в почвах используемых и залежных сельскохозяйственных земель, кроме бывших распаханых черноземов (в настоящее время агроземов, площадка № 3-4). В верхних горизонтах почв естественных ландшафтов концентрация калия достаточная 174–1045 мг/кг (рис. 5). Согласно шкале ФГБУ центра Агрохимической Службы «Иркутский» содержание калия характеризуется как: очень низкое — < 100, низкое — 101–200, среднее — 201–300, выше среднего — 301–400, высокое — 401–600, очень высокое — > 600 мг/кг (Агрохимическая характеристика... 2009; Агрохимическая характеристика... 2009а).

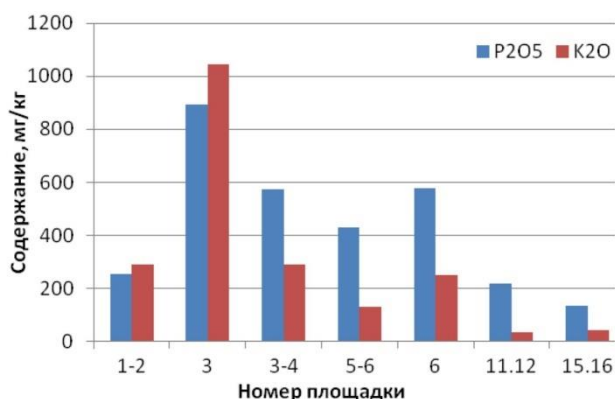


Рис. 5. Содержание P₂O₅ и K₂O в почвах ключевых участков дельты р. Селенги

Площадки: № 1-2 — агрозем (AYpa- P-C), залежь, пойма р. Селенга; № 3 — чернозем (AU-BCA-Cca), целина, протока основного русла р. Селенга; № 3-4 — агрозем (W-P-C), залежь, долина р. Селенга; № 5-6 — агрозем (P-C-PC-C), пашня, в 1 км от ст. Степной Дворец, дельта р. Селенга; № 6 — серая (AY-AEL-BEL-BT-C), целина, 2-я терраса р. Селенга; № 11.12 — аллювиальная перегнойно-глеевая (T-H-G), пашня 1-й год, пойма протоки Шумиха; №

15.16 — агроперегнойно-глеевая (PH-H-G-CG), пашня 3-й год, пойма протоки Яблонька

Fig. 5. Content of P₂O₅ and K₂O in the soils of key areas of the Selenga Delta

Sites: No. 1-2 — agrozem (AYpa- P-C), deposit, floodplain of the Selenga River; No. 3 — chernozem (AU-BCA-Cca), virgin land, channel of the main channel of the Selenga River; No. 3-4 — agrozem (W-P-C), deposit, valley of the Selenga river; No. 5-6 — agrozem (P-C-PC-C), arable land, 1 km from the village of Steppe Palace, delta of the Selenga River; No. 6 — grey (AY-AEL-BEL-BT-C), virgin land, 2nd terrace of the Selenga River; No. 11.12 — alluvial humus-gley (T-H-G), arable land 1st year, floodplain of the Hype Stream; No. 15.16 — Agroperepural-gley (PH-H) -G-CG, arable land 3rd year, floodplain of the Yablonka stream

Выявлено очень высокое содержание фосфора во всех почвах естественных ландшафтов и сельскохозяйственных угодий от 204 до 891 мг/кг, кроме аллювиальной перегнойно-глеевой почвы и ее антропогенного аналога (пл. № 11.12 и 15.16). В аллювиальной перегнойно-глеевой и агроперегнойно-глеевой почвах наблюдается среднее содержание фосфора и дефицит концентрации калия. Согласно шкале ФГБУ центра Агрохимической Службы «Иркутский» содержание подвижного фосфора в почвах характеризуется как: очень низкое — < 25, низкое — 26–50, среднее — 51–100, выше среднего — 101–150, высокое — 151–250, очень высокое — > 250 мг/кг (Агропочвоведение, 2004; Агрохимические методы... 1975).

Содержание нитратов во всех исследуемых почвах не превышает санитарно-гигиенические нормы (для нитратов ПДК – 130 мг/кг). Выявлена средняя и высокая концентрация нитратного и аммонийного азота в ненарушенных, в некоторых залежных (пл. № 3-4,

бывший чернозем), аллювиальных перегнойно-глеевых, агроперегнойно-глеевых и недавно используемых почвах (рис. 6). Низкое содержание нитратного и аммонийного азота наблюдается в давно используемых почвах под пашню (пл. № 5-6). Согласно шкале ФГБУ центра Агрохимической Службы «Иркутский» содержание нитратного азота характеризуется как: очень низкое — < 4, низкое — 4–8, среднее — 8–15, выше среднего — 15–20, высокое — 20–25, очень высокое — > 250 мг/кг (Агрохимическая характеристика... 2009; Агрохимическая характеристика... 2009а).

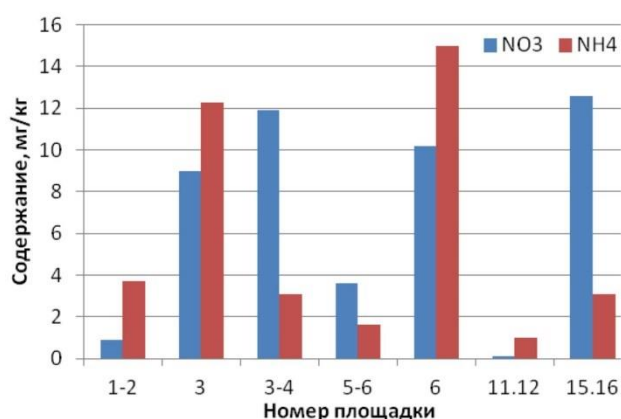


Рис. 6. Содержание NO_3 и NH_4 в почвах ключевых участков дельты р. Селенги

Площадки: № 1-2 — агрозем (AYpa- P-C), залежь, пойма р. Селенга; № 3 — чернозем (AU-BCA-Cca), целина, протока основного русла р. Селенга; № 3-4 — агрозем (W-P-C), залежь, долина р. Селенга; № 5-6 — агрозем (P-C-PC-C), пашня, в 1 км от ст. Степной Дворец, дельта р. Селенга; № 6 — серая (AY-AEL-BEL-BT-C), целина, 2-я терраса р. Селенга; № 11.12 — аллювиальная перегнойно-глеевая (T-H-G), пашня 1-й год, пойма протоки Шумиха; № 15.16 — агроперегнойно-глеевая (PH-H-G-CG), пашня 3-й год, пойма протоки Яблонька

Fig. 6. Content of NO_3 and NH_4 in the soils of key areas of the Selenga Delta

Sites: No. 1-2 — agrozem (AYpa- P-C), deposit, floodplain of the Selenga River; No. 3 — chernozem (AU-BCA-Cca), virgin land, channel of the main channel of the Selenga River; No. 3-4 — agrozem (W-P-C), deposit, valley of the Selenga river; No. 5-6 — agrozem (P-C-PC-C), arable land, 1 km from the village of Steppe Palace, delta of the Selenga River; No. 6 — gray (AY-AEL-BEL-BT-C), virgin land, 2nd terrace of the Selenga River; No. 11.12 — alluvial humus-gley (T-H-G), arable land 1st year, floodplain of the Shumiha stream; No. 15.16 — agroperepurupno-gley

(PH-H-G-CG), arable land 3rd year, floodplain of apple streams

Высокое содержание органического вещества, слабощелочная и щелочная реакция среды способствуют накоплению тяжелых металлов (ТМ) в почвах, т. е. являются депонирующей средой — «геохимическим барьером» для поступления загрязняющих веществ в оз. Байкал.

Все полученные данные были объединены в сводную таблицу (табл. 3).

Результаты проведенных почвенно-геохимических работ выявили аномальные концентрации тяжелых металлов в почвах вблизи с. Кабанск (табл. 4). Выявлено повышенное содержание Cu и Pb в почвах восточной части Творогово-Истокского поднятия дельты р. Селенга около с. Кабанск, превышающие ПДК в 1.2 и 1.3 раза соответственно. Рядом располагаются полевые автомобильные дороги и стоянки (полевой стан сельскохозяйственной техники). Максимальные значения химических элементов в почвах имеют локальный характер.

Основными загрязнителями являются котельные, печное отопление и автотранспорт. Однако, на территории исследования также имеется природный источник загрязнения. Аномальные концентрации ТМ в почвах могут быть обусловлены высокими содержаниями их в породах северо-западной части Селенгинско-Яблонового металлогенического пояса. В районе г. Улан-Удэ имеют распространение субщелочные и щелочные граниты и сиениты витимо-канского и куналейского комплексов и связанные с ними месторождения и рудопроявления флюорита, молибдена, вольфрама и др. (Гребенщикова, 2008). Ниже по течению в дельте реки Селенга происходит аккумуляция загрязняющих веществ в аллювиальных почвах и отложениях. Загрязненные земли рекомендуется вывести из сельскохозяйственного оборота.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований и анализа опубликованной литературы установлено, что в дельте р. Селенги сформировались аллювиальные гумусовые (Fluvisols Aridic Humus), аллювиальные темногоумусовые (глеевые) (Fluvisols Umbric (Gleyic)), слоисто-аллювиальные (гумусовые) (Fluvisols Humus),

аллювиальные перегнойно-глеевые (Fluvisols Mollig Gleyic), аллювиальные торфяно-глеевые (Fluvisols Histic Gleyic), дерново-подбуры (Folic Podburs), серые (метаморфические) (Gray Metamorphic), дерново-серые (Folic Gray), черноземы (Chernozems) и темногумусовые (Phaeozems) почвы.

Установлено, что почвы большей части сельскохозяйственных угодий характеризуются удовлетворительным агрономическим состоянием. Верхние горизонты серых почв лесов и черноземов степей в естественном состоянии отличаются высокими концентрациями гумуса. В постоянно используемых почвах в сельском хозяйстве его содержание снижается, в залежных землях — восстанавливается. Реакция среды (рН_{водн}) почв в основном нейтральная. Установлено, что почвы дельты р. Селенги преимущественно имеют легкий гранулометрический состав.

Выявлено, что почвы залежей и пашен, ранее находящиеся под лесом являются малоплодородными, нуждаются во внесении азотных и калийных удобрений. Как показывают проведенные исследования серые почвы при сведении леса и их использовании под пашню быстро деградируют и теряют плодородие. Они не рекомендуются к использованию в сельском хозяйстве.

Аллювиальные почвы, недавно введенные в сельскохозяйственное использование, нуждаются во внесении фосфорных и калийных удобрений. Их нехватка связана с преобладанием органического вещества и низким содержанием минеральных веществ в почвах. Они могут быть введены в сельскохозяйственный оборот при применении агрохимических мероприятий. Концентрации аммонийного и нитратного азота в них достаточное для питания растений.

Хорошую устойчивость к сельскохозяйственному использованию проявляют почвы степей, бывшие черноземы. Черноземы и серые почвы естественных ландшафтов, а также агроземы, ранее находившиеся под степью (бывшие черноземы) находятся в хорошем и удовлетворительном агрономическом состоянии. Они могут быть использованы под пашню.

Выявлено высокое содержание ТМ, превышающее ПДК, в почвах залежей вблизи с.

Кабанск. Данные почвы не рекомендуются к использованию в сельском хозяйстве.

Т а б л и ц а 3

Агрохимические и физические свойства ключевых участков используемых, заброшенных и неиспользуемых земель дельты р. Селенги (сводная таблица)

№ пл.	Почва	Горизонт	pH водн.	С орг.	Содержание Гумуса, %	Основные элементы питания растений				Гранулометрический состав, %						Сод-е физ. глины <0,01	Название по гран. составу
						NO ₃	NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001		
1-2	Агрозем	АУра	6.6	2.4	4.1	0.9	3.72	252.6	290.0	3.8	38.2	37.2	3.2	5.6	12.0	20.8	сл
		P	6.4	1.5	2.6	0.2	1.36	204.3	53.0	3.2	31.6	44.8	3.6	6.0	10.8	20.4	сл
		C	6.8	0.8	1.4	0.1	0.79	248.7	73.5	9.3	57.5	18.0	1.2	3.6	10.4	15.2	с
3	Чернозем	AU	7.4	11.8	20.3	9.0	12.25	891.0	1045.0	12.0	22.8	32.4	13.2	4.4	15.2	32.8	сс
		BCA	8.6	3.4	5.9	1.1	1.50	859.0	1030.0	31.5	20.9	23.6	5.6	8.4	10.0	24.0	сл
		Cca	8.7	0.7	1.2	0.1	0.80	270.2	73.5	8.6	57.0	18.0	3.2	3.2	10.0	16.0	с
3-4	Агрозем	W	7.7	6.7	11.6	11.9	3.10	572.4	290.0	12.3	64.9	6.0	2.8	5.0	8.2	18.0	с
		P	7.6	1.3	2.2	10.2	2.15	573.5	475.0	12.0	70.8	6.8	2.8	2.0	5.6	10.4	с
		C	7.9	0.7	1.2	3.7	0.93	480.3	161.5	10.6	71.0	8.4	1.2	3.2	5.6	10.0	с/п
5-6	Агрозем	P	6.6	1.6	2.8	3.6	1.65	429.1	132.0	1.8	54.2	23.2	5.6	5.2	10.0	20.8	сл
		C	6.9	0.8	1.4	0.8	0.60	435.4	79.7	5.0	72.0	10.4	1.8	1.4	5.6	8.8	п
		PC	6.6	1.6	2.8	10.7	1.36	436.8	113.5	2.1	52.3	22.4	5.2	5.6	12.4	23.2	сл
		C	7.4	0.7	1.2	0.7	0.50	430.8	61.5	5.0	76.2	10.4	1.6	1.2	5.6	8.4	п
6	Серая	AY	5.1	3.4	5.9	10.2	15.0	578.1	249.2	49.7	18.7	9.6	4.8	4.8	12.4	22.0	сл
		AEL	5.4	1.7	2.9	0.1	0.60	305.1	160.2	13.4	21.4	44.8	3.5	6.1	10.8	20.4	сл
		BEL	5.5	2.0	3.5	0.2	0.65	302.4	174.2	13.8	28.1	37.3	3.2	5.5	12.1	20.8	сл
		BT	5.5	1.6	2.7	0.1	0.70	352.4	78.1	42.8	26.0	8.4	6.4	5.2	11.2	22.8	сл
		C	6.2	0.6	1.0	0.1	0.61	462.1	71.0	46.3	26.9	8.0	4.8	5.6	8.4	18.8	с
11.12	Аллювиальная перегнойно-глеевая	T	7.6	7.5	-	0.1	1.00	218.4	36.0	-	-	-	-	-	-	-	-
		H	8.1	7.5	12.9	13.2	2.94	131.4	63.5	3.0	32.2	44.7	3.5	6.5	10.1	20.1	сл
		G	7.4	2.1	3.6	10.7	2.58	175.6	23.0	7.9	50.1	15.2	6.0	9.6	11.2	26.8	сл
15.16	Агроперегнойно-глеевая	PH	7.5	6.8	11.7	12.6	3.08	136.3	42.5	3.2	31.9	42.3	5.9	6.3	10.4	20.2	сл
		H	5.8	5.4	9.3	23.1	2.65	331.2	21.0	3.5	31.6	44.8	3.5	6.1	10.5	20.1	сл
		G	6.5	0.8	1.4	0.7	0.64	119.2	8.5	8.8	56.8	18.0	3.3	3.1	10.0	16.0	с
		CG	6.4	0.6	1.0	7.5	2.15	197.4	16.5	61.5	25.3	3.2	2.8	2.4	4.8	10.0	с/п

Примечание: п – песок, с – супесь, сл – суглинок легкий, сс – суглинок средний.

Содержание макро- и микроэлементов в почвах ключевых участков дельты р. Селенга

Местоположение	Почва	Гори- зонт	Fe	Ti	Mn	Ba	Cr	Cu	Co	Sr	V	Ni	Pb
			%		мг/кг								
2 терраса р. Селенга, пл. № 6	Серая	AY	3.8	0.7	1021	1021	23	48	14	345	104	12	10
		AEL	2.1	0.6	611	637	15	27	10	320	64	10	8
Пойма протоки Яблонька р. Селенга, пашня, пл. № 15.16	Аллювиальная агроперегнойно-глеевая	H	1.1	0.3	176	651	14	5	6	556	26	5	10
		G	2.0	0.7	482	728	17	10	11	582	38	9	11
Долина р. Селенга, залежь, пл. № 3-4	Агрозем	P	1.2	0.3	393	439	21	63	7	284	31	12	42
		C	1.9	0.3	594	765	22	35	9	168	33	14	13
Протока основного русла р. Селенга, пл. № 3	Чернозем	AU	2.2	0.4	471	454	29	35	9	98	55	15	12
		BCA	2.2	0.4	461	612	25	17	11	230	47	15	14
Пойма р. Селенга (протока Шумиха), пл. № 11.12	Аллювиальная перегнойно-глеевая	H	1.4	0.3	325	473	19	9	5	97	36	5	9
		G	1.6	0.3	401	452	19	14	7	165	35	5	10
Пойма р. Селенга, залежь. пл. № 1-2	Агрозем	AY	1.3	0.2	355	816	14	10	6	147	30	4	13
		C~	1.4	0.3	384	894	18	11	9	135	38	8	11
Долина р. Селенга, в 1 км от ст. Степ. Дворец, пашня, пл. № 5-6	Агрозем	AY	1.5	0.3	402	766	18	12	8	139	40	9	12
		C	1.6	0.4	346	457	19	13	8	276	35	5	14
ОДК [ГН 2.1.7.2042-06. 2006]			-	-	-	-	-	66-32	-	-	-	40-80	65-130
ПДК [ГН 2.1.7.2041-06. 2006]			-	-	1500	-	100	51	17	-	150	44	32

Сельскохозяйственные угодья в основном используются для выращивания кормов для КРС. Исследуемый район перспективен для развития молочного и мясного животноводства Бурятии. Резервом же для сельскохозяйственного использования являются плодородные почвы переувлажненных лугов и заброшенные поля бывших степей, исключая почвы с высоким содержанием ТМ.

Кроме того, следует упомянуть о необходимости постоянного мониторинга за состоянием агрохимических, агрофизических и экологических параметров почв сельскохозяйственных земель.

Литература

Белозерцева И.А. Проблемы землепользования и загрязнения ландшафтов дельты реки Селенги / Белозерцева И.А., Екимовская О.А., Воробьева И.Б., Власова Н.В., Лопатина Д.Н., Янчук М.С. // Географические исследования Сибири и сопредельных территорий. Мат. Межд. конф., посвященной 90-летию со дня рождения акад. В.В. Воробьева, Иркутск: ИГ СО РАН.– 2019.– С. 334–339.

Добровольский Г.В. Структурно-функциональная роль почвы в биосфере / Г.В. Добровольский.– М. : Геос, 1999.– 278 с.

Агропочвоведение / под ред. В.Д. Мухи.– М. : КолосС, 2004. – 528 с.

Агрохимические методы исследования почв.– М.: Наука, 1975.– 656 с.

Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных угодий и рекомендации по применению удобрений в ООО «Бильчир»

Белозерцева Ирина Александровна,
кандидат географических наук,
664033 Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1,
Институт географии им. В.Б. Сочавы, СО РАН,

заведующая лабораторией,
тел.: 42-70-89

электронная почта: belozia@irigs.irk.ru.

Belozertseva Irina Aleksandrovna,
Candidate of Geographical Sciences,
664033 Irkutsk, Ulaanbaatarskaya str., 1,
Sochava Institute of Geography, CO RAS,
Head of Laboratory,
email: belozia@irigs.irk.ru.

Осинского района Иркутской области / Очерк. Бутырин М.В. и др.– Иркутск: ФГБУ ЦАС «Иркутский».– 2009.– 29 с.

Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных угодий и рекомендации по применению удобрений в МО «Усть-Алтан» Осинского района Иркутской области / Очерк. Бутырин М.В. и др – Иркутск: ФГБУ ЦАС «Иркутский».– 2009.– 27 с.

Алекин О.А. Руководство по химическому анализу вод суши / О.А. Алекин, А.Д. Семенов, Б.А. Скопинцева.– Л.: Гидрометеоиздат, 1973.– 269 с.

Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина.– М.: Изд-во Московского ун-та, 1970.– 487 с.

Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Л.А. Воробьева. М.: ГЕОС, 2006. 399 с.

Богоявленский Б.А. Урочище дельты р. Селенги / Б.А. Богоявленский // Продуктивность Байкала и антропогенные изменения его природы.– Иркутск, 1974.– С. 5–16.

Классификация и диагностика почв России / Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И.– Смоленск: Ойкумена, 2004.– 342 с.

Гребенщикова В.И. Геохимия окружающей среды Прибайкалья. Байкальский геоэкологический полигон / В.И. Гребенщикова, Э.Е. Лустенберг, Н.А. Китаев, И.С. Ломоносов.– Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2008.– 234 с.

Дубровский Николай Дмитриевич,
студент 2 курса,
664011 Иркутск, ул. Ленина, д. 3,
Геологический факультет Иркутского государственного университета,
тел.: +79501035123,
электронная почта: miklosh1096@mail.ru.

Dubrovsky Nikolay Dmitrievich,
2nd year student,
664011 Irkutsk, ul. Lenina, d. 3,
Geological Faculty of Irkutsk State University,
tel.: +79501035123,
email: miklosh1096@mail.ru.