

УДК 504.53:631.45

**НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ И РАСТЕНИЯХ
БАССЕЙНА РЕКИ ОСА (ВЕРХНЕЕ ПРИАНГАРЬЕ)****Лопатина Д.Н.***ФГБУН «Институт географии им. В.Б. Сочавы» СО РАН, Иркутск, e-mail: daryaneu@mail.ru*

В данной работе рассмотрены некоторые свойства почв интересного района исследования – бассейна реки Оса. Изучение этой территории было подробно проведено в диссертационной работе автора. В продолжение данного исследования посчитан новый показатель – коэффициент биологического поглощения для изучаемой территории. Физико-географические условия изучаемой территории являются довольно специфическими (особенности рельефа, климата, наличие карбонатных пород и т.д.), что создало благоприятные условия для формирования типов почв, которые не являются характерными для таежной зоны (черноземы и темногумусовые почвы под лугово-степной и степной растительностью). В работе приведены результаты по исследованию содержания в почвах тяжелых металлов, картографическое отображение их пространственного распределения по территории исследования, зависимость важного показателя плодородия почв – биохимической активности почв – от содержания тяжелых металлов. К тяжелым металлам относятся: свинец, медь, никель, кобальт, хром, ртуть и другие. В небольших количествах некоторые из них необходимы для роста растений и функционирования живых организмов. Однако превышение допустимого их содержания в почвах опасно и приводит к токсичности почвы и накоплению тяжелых элементов в растениях. Нами рассматривался такой важный показатель плодородия, как биохимическая активность почв. Биохимическая активность почв зависит от многих факторов: содержания гумуса в почве, содержания основных элементов питания растений – азота, фосфора и калия, доли агрономически ценных почвенных агрегатов. Хорошие свойства почвы повышают биохимическую активность. Содержание тяжелых металлов также оказывает влияние на биохимическую активность почв – чем выше содержание тяжелых металлов в почве, тем ниже ее биохимическая активность. Исследован такой важный показатель, как коэффициент биологического поглощения. В целом почвы бассейна реки Оса являются слабозагрязненными и, по большей части, залежными, а потому имеют хороший агрономический потенциал, так как в залежном состоянии свойства почв, нарушенные в процессе интенсивного использования в сельском хозяйстве, восстанавливаются.

Ключевые слова: почвы, зола растений, накопление тяжелых металлов, биохимическая активность почв, коэффициент биологического поглощения, бассейн реки Оса, Верхнее Приангарье

**ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN SOILS AND PLANTS
OF OSA RIVER BASIN (TOP ANGARA REGION)****Lopatina D.N.***V.B. Sochava Institute of geography of SB RAS, Irkutsk, e-mail: daryaneu@mail.ru*

In this work some properties of soils of the interesting area of a research – Osa river basin are considered. Studying of this territory was carried in detail out in dissertation work of the author. Throughout this research the new indicator – coefficient of biological absorption for the studied territory is counted. Physiographic conditions of the studied territory are quite specific (features of a relief, climate, existence of carbonate breeds, etc.), it created favorable conditions for formation of types of soils which are not characteristic of a taiga zone (chernozems and dark-humic soils under meadow and steppe and steppe vegetation). In work results on a contents research are given in soils of heavy metals, cartographic display of their spatial distribution on territories of a research, dependence of an important indicator of fertility of soils – biochemical activity of soils – from the content of heavy metals. Treat heavy metals: lead, copper, nickel, cobalt, chrome, mercury and others. In small amounts some of them are necessary for growth of plants and functioning of live organisms. However excess of their admissible contents in soils is dangerous and results in toxicity of the soil and accumulation of heavy elements in plants. Such important indicator of fertility as biochemical activity of soils was considered by us. The biochemical activity of soils depends on many factors – the maintenance of humus in the soil, the maintenance of basic elements of food of plants – nitrogen, phosphorus and potassium, a share agronomical of valuable soil units. Good properties of the soil increase biochemical activity. Content of heavy metals also has an impact on biochemical activity of soils – the content of heavy metals in the soil, the lower it biochemical activity is higher. Such important indicator as coefficient of biological absorption is investigated. In general soils of Osa river basin are poorly polluted and, mostly, deposit, and therefore have the good agronomical potential as in a deposit condition of property of soils, broken in the course of intensive use in agriculture, are restored.

Keywords: soils, ashes of plants, accumulation of heavy metals, biochemical activity of soils, coefficient of biological absorption, Osa river basin, Top Angara region

Район исследования – бассейн реки Оса, природа которого является интересным объектом для изучения. Рельеф изучаемой территории в основном пологий, имеющий небольшие уклоны. Такие формы рельефа удобны для сельскохозяйственного использования, потому что в этом районе расположен

большой процент пашни (в основном под степной растительностью) [1]. На южных пологих склонах, хорошо обогреваемых, преобладают черноземы и темногумусовые почвы под степной и лугово-степной растительностью [1]. Растительный покров исследуемой территории представлен сочета-

нием лесов, зарослей кустарников, степей, лугов и заболоченных участков. Согласно геоботаническому районированию территории относят к Ольхонско-Приангарскому сосново-лесостепному геоботаническому округу, Унгинско-Осинскому подокругу.

Изучено содержание тяжелых элементов в почвах на территории бассейна реки Оса, которые в небольших концентрациях присутствуют в почве и необходимы для роста растений и существования живых организмов. Однако превышение их допустимого содержания в почвах опасно и может привести к токсичности – растения начинают поглощать тяжелые металлы в избыточном количестве, что в дальнейшем негативно отражается и на живых организмах. Медь иногда содержится в удобрениях. В малых количествах она необходима для нормального функционирования растений [1]. Однако повышение концентрации меди в почве приведет к замедлению роста растений и снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Высокая концентрация меди в почве может появиться из-за антропогенного загрязнения. Свинец является наиболее токсичным элементом. Большое количество свинца в прошлом попадало в воздух с выхлопными газами автомобилей. Загрязнение свинцом почв, расположенных вдоль автомобильных дорог, распространяется на расстояние до двухсот метров. Свинец очень токсичен для человека, его попадание в организм через сельскохозяйственные продукты может привести к поражению центральной нервной системы и внутренних органов. Марганец также является очень важным микроэлементом для питания растений. В условиях недостатка марганца в почве растения могут заболеть, а также снижается урожайность различных культур [1]. Однако, при возникновении в почве большой концентрации марганца, быстро возникает его переизбыток, что вызывает токсичность почвы. Кобальт не имеет слишком широкого распространения в природе, но он также необходим для функционирования растений. Этот элемент входит в состав некоторых минеральных удобрений. Однако, большое количество кобальта в составе удобрений может оказать токсичное воздействие на многие сельскохозяйственные культуры. Стронций может присутствовать в составе фосфорных удобрений. В малом количестве он не является опасным, но его переизбыток может сделать почву токсичной и создать препятствия ее плодородию. Хром иногда

входит в состав фосфорных удобрений. Из этого следует, что, безусловно, тяжелые элементы присутствуют в природе и в малых количествах полезны для растений, но как их недостаток, так и переизбыток в почве имеют не очень хорошие последствия.

Цель исследования: выявить агрогенные и постагрогенные изменения свойств почв на территории бассейна реки Оса. В данной работе был рассчитан коэффициент биологического поглощения, чтобы определить, какие элементы наиболее сильно накапливаются в растениях на изучаемой территории, а какие – наименее.

Материалы и методы исследования

Валовое содержание макро- и микроэлементов в почвах установлено количественным спектральным методом на спектрографе ДФС-8 и атомно-эмиссионным методом на приборе Optima 2000 DV (фирмы Perkin Elmer) в сертифицированном химико-аналитическом центре Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. Для определения биохимической активности почв был использован экспресс-метод Т.В. Аристовской, М.В. Чугуновой [2]. Суть метода в том, чтобы определить скорость (в часах) изменения рН от выделяемого аммиака при разложении карбамида, как суммарный результат биохимической деятельности почвенной микрофлоры и отчасти растительности. Таким образом, чем меньше количество часов, регистрирующих скорость реакции, тем выше биохимическая активность почвы.

Результаты исследования и их обсуждение

Нами определено, что почвы сельскохозяйственных угодий вблизи свалок и населенных пунктов бассейна реки Оса загрязнены следующими элементами: V, Pb, Cr, Cu, Co, Ni, Sr – валовое содержание которых в некоторых образцах имеет превышение регионального фона этих элементов для Прибайкалья от 1,5 до 8 раз. Концентрации свинца и никеля в некоторых образцах превышают ПДК и ОДК в 1,1–1,5 раз [1, 3, 4]. Высокое содержание Sr, Cr и Ni установлено и в почвообразующих породах исследуемой территории, что связано с их естественным состоянием, но в некоторых случаях имеет место антропогенное воздействие [1].

На рис. 1 и 3 отобразено пространственное распределение валового содержания свинца и кобальта в поверхностном слое почвы на изучаемой территории. Выявлена

одна ключевая площадка с превышением ПДК концентрацией свинца, что в данном случае может быть связано с близким расположением дороги и населенного пункта.

Нами рассматривался такой важный показатель плодородия, как биохимическая активность почв [2]. Биохимическая активность почв зависит от многих факторов – содержания гумуса в почве, содержания основных элементов питания растений – азота, фосфора и калия, доли агрономически ценных почвенных агрегатов и других показателей. Почва с хорошими показателями, перечисленными выше, имеет, как правило, высокую биохимическую активность. Повышенные содержания тяжелых металлов оказывают токсичное влияние на почву, а значит, отражаются на биохимической активности почв – чем выше содержание тяжелых металлов в почве, тем ниже ее биохимическая активность. Это подтверждается графиками зависимости для свинца и кобальта (рис. 2, 4).

Для полученных нами результатов содержания тяжелых металлов в почвах и золе растений на исследуемой территории нами был посчитан важный показатель – коэффициент биологического погло-

щения. Химические элементы выборочно и с различной интенсивностью поглощаются и накапливаются растениями. Именно поэтому содержания многих элементов в золе растений отличаются от их среднего содержания в земной коре или почве – так как элементы избирательно поглощаются растениями. Б.Б. Полюновым был предложен показатель, который характеризует интенсивность поглощения элементов, он рассчитывается как отношение количества элемента в золе растений к его количеству в почве. А.И. Перельман [6] дал этому коэффициенту название – коэффициент биологического поглощения (A_x). В зависимости от величины этого коэффициента химические элементы делятся на элементы биологического накопления ($A_x > 1$) и биологического захвата ($A_x < 1$).

Согласно проведенным исследованиям и расчетам, не все элементы накапливаются в растениях. Согласно коэффициенту биологического поглощения (таблица), лучше всего накапливаются в растениях марганец и медь. Стронций и барий в отдельных образцах также накапливаются. Коэффициент, превышающий 1, выделен жирным шрифтом.

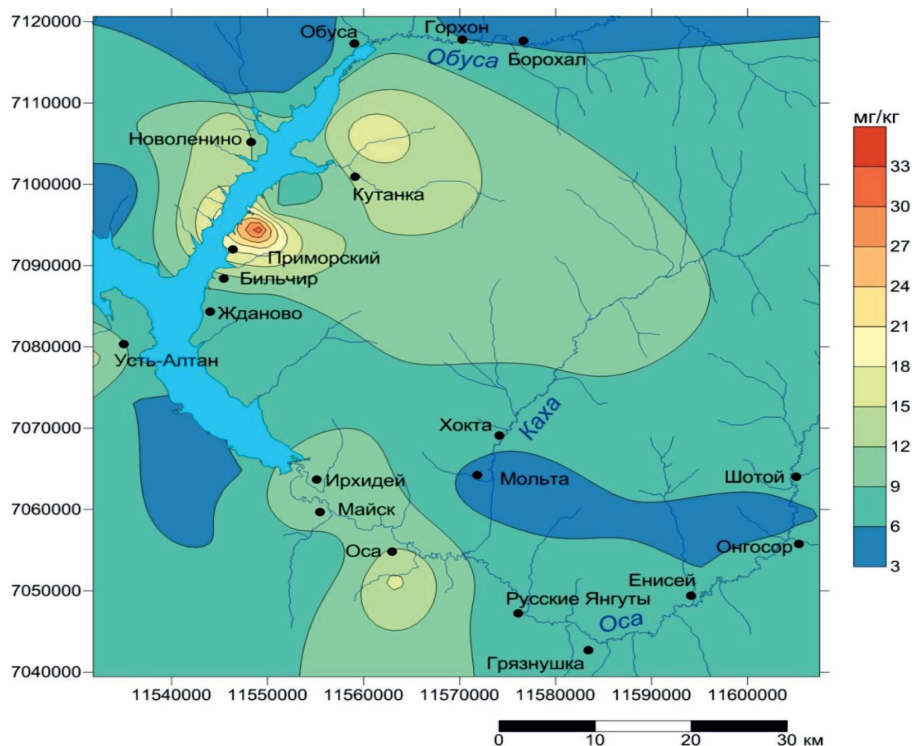


Рис. 1. Валовое содержание свинца в поверхностном слое почв бассейна реки Оса (0–10 см): ПДК (по валовому содержанию) – 32 мг/кг; Фон региональный для Прибайкалья – 10 мг/кг; Фон для бассейна реки Оса – 9 мг/кг [1, 4, 5]

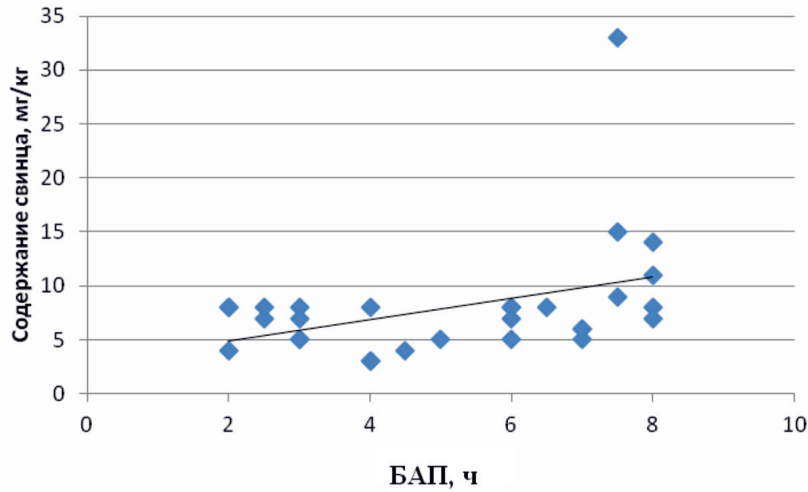


Рис. 2. Биохимическая активность почв (скорость деструкции мочевины до рН = 8,5, ч) в зависимости от валового содержания свинца

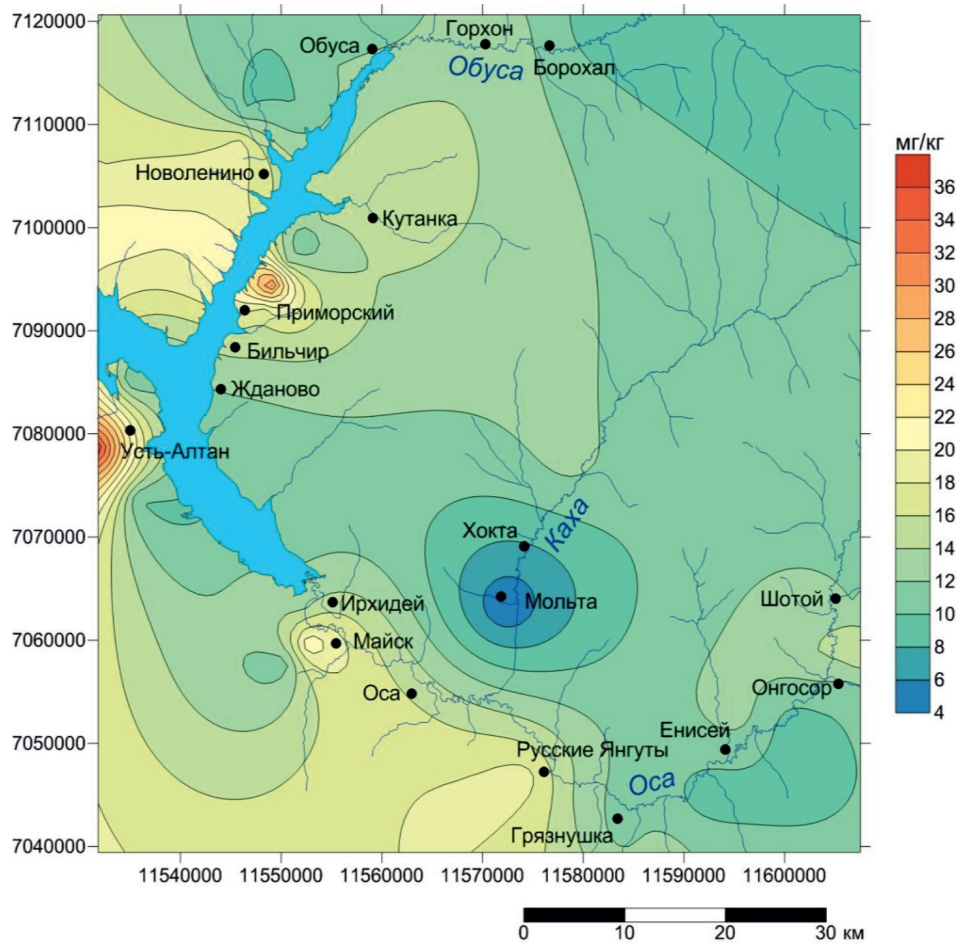


Рис. 3. Валовое содержание кобальта в поверхностном слое почв бассейна реки Оса (0–10 см):
 Кларк литосферы по Виноградову – 18 мг/кг; Фон региональный для Прибайкалья – 17 мг/кг;
 Фон для бассейна реки Оса – 14 мг/кг [1, 5]

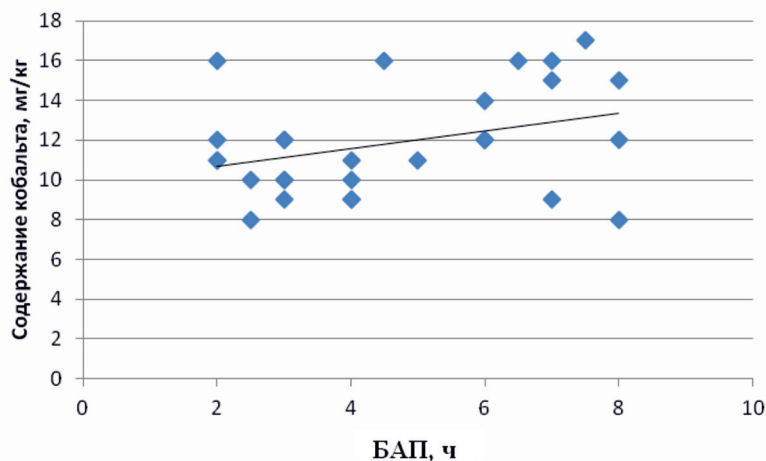


Рис. 4. Биохимическая активность почв (скорость деградации мочевины до рН = 8,5, ч) в зависимости от валового содержания свинца

Коэффициент биологического поглощения

№ обр.	Использование	Cr	Ni	Ba	V	Sr	Co	Cu	Mn	Ti
29	2,5 км от п. Унгин (Улей), пашня	0,05	0,59	0,19	0,05	0,01	0,11	4,69	1,54	0,05
42	600 м от п. Кутанка, пашня	0,06	0,44	0,72	0,04	5,70	0,15	2,79	0,96	0,05
74	2 км до п. Шотой, залежь 15–20 лет, пастбище	0,07	0,25	0,99	0,10	0,04	0,20	1,56	1,43	0,08
81	1 км до п. Шотой, условный фон	0,18	0,13	0,88	0,15	0,86	0,10	1,95	0,75	0,13
83	1,5 км от п. Шотой, залежь 15 лет, сенокос	0,60	0,66	2,76	0,68	0,03	0,58	1,73	1,11	0,42
84	1,5 км от п. Шотой, пашня	0,06	1,03	0,38	0,05	0,03	0,20	3,01	1,72	0,05
85	Около п. Онгосор, терраса р. Оса, сенокос	0,07	0,24	0,77	0,05	0,03	0,22	2,12	0,96	0,11
90	Около п. Бурятские Янгуты, пастбище	0,48	0,43	0,80	0,41	0,91	0,56	2,42	1,31	0,37
95	0,5 км от п. Марковка, пастбище, залежь 15–20 лет	0,60	0,44	1,43	0,58	2,06	0,31	0,74	1,41	0,42
96	около д. Грязнушка, пастбище, залежь 10–15 лет	0,70	0,57	1,62	0,58	4,55	0,51	3,01	1,32	0,65
97	2 км от п. Оса, пашня	0,52	0,35	0,79	0,41	0,01	0,39	5,68	0,97	0,32
103	Русские Янгуты, пашня	0,79	0,63	1,30	0,97	0,98	0,55	2,39	1,44	0,55
112	Вблизи п. Хокта, зарастающая лесом залежь 20 лет	0,27	0,24	0,37	0,16	0,51	0,24	4,12	1,81	0,16
126	Обуса, залежь 15–20 лет, пастбище	0,34	0,27	1,86	0,36	1,99	0,47	2,20	1,42	0,32
128	д. Хайга, пашня	0,45	0,66	1,59	0,76	0,01	0,42	2,95	1,23	0,30
130	за д. Усть-Алтан, залежь 15 лет	0,71	0,67	2,44	0,88	2,00	0,92	3,76	1,28	0,90
133	Вблизи д. Усть-Алтан, залежь 15–20 лет	0,66	0,53	1,87	0,82	0,74	0,83	3,49	1,74	0,40
136	Между Усть-Алтан и Майск, пастбище, залежь 17–20 лет	0,90	0,55	1,01	0,99	0,02	0,64	2,99	1,09	0,50

Заключение

Благодаря проведенным исследованиям, можно сделать вывод, что содержание тяжелых элементов на территории бассейна р. Оса лишь в отдельных образцах превышает ПДК и ОДК, а благодаря расчету коэффициента биологического поглощения было прослежено, как накапливаются в растениях тяжелые элементы.

В целом почвы бассейна реки Оса являются слабозагрязненными [2], а также, благодаря тому, что в данное время большин-

ство земель являются залежными, район исследования имеет хороший агрономический потенциал для будущего использования в сельском хозяйстве, поскольку в залежном состоянии почва восстанавливает свойства, связанные с плодородием, которые были нарушены в процессе интенсивного сельскохозяйственного использования.

Список литературы / References

1. Лопатина Д.Н. Пространственное распределение почв Верхнего Приангарья и их агрогенная трансформация (на примере бассейна реки Оса): дис. ... канд. геогр. наук. Иркутск, 2018. 245 с.

Lopatina D.N. Spatial distribution of soils of the Upper Angara region and their agrogene transformation (on the example of Osa river basin): dis. ... kand. geogr. nauk. Irkutsk, 2018. 245 p. (in Russian).

2. Напрасникова Е.В., Лопатина Д.Н. Экологические особенности почв Верхнего Приангарья в системе природопользования // Успехи современного естествознания. 2017. № 2. С. 128–132.

Naprasnikova E.V., Lopatina D.N. Ecological features of soils of the Upper Angara region in the system of environmental management // Advances in current natural sciences. 2017. № 2. P. 128–132 (in Russian).

3. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293850/4293850511.pdf> (дата обращения: 08.02.2019).

The Threshold Limit Values (TLV) of chemicals in the soil: Hygienic standards. [Electronic resource]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293850/4293850511.pdf> (date of access: 08.02.2019) (in Russian).

4. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы. [Электронный ресурс]. URL: <http://gostrf.com/normadata/1/4293850/4293850510.pdf> (дата обращения: 08.02.2019).

The Approximately Admissible Concentration (AAC) of chemicals in the soil. Hygienic standards. [Electronic resource]. URL: <http://gostrf.com/normadata/1/4293850/4293850510.pdf> (date of access: 08.02.2019) (in Russian).

5. Гребенщикова В.И., Лустенберг Э.Е., Китаев Н.А., Ломоносов И.С. Геохимия окружающей среды Прибайкалья (Байкальский геоэкологический полигон). Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2008. 234 с.

Grebenshchikova V.I., Lustenberg E.E., Kitayev N.A., Lomonosov I.S. Geokhimiya of the environment of Baikal region (Baikal geoeological ground). Novosibirsk: Akademicheskoe izdatel'stvo «Geo», 2008. 234 p. (in Russian).

6. Перельман А.И. Геохимия. М.: Высшая школа, 1989. 582 с.

Perelman A.I. Geochemistry. M.: Vysshaya shkola, 1989. 582 p. (in Russian).