

Институт природных ресурсов, экологии и криологии  
СО РАН

Лаборатория геохимии и рудогенеза

Мышьяк в компонентах ландшафтов  
Шерловой Горы (Забайкальский край)

*Солодухина Мария Анатольевна*

E-mail: [mabn@ya.ru](mailto:mabn@ya.ru)

## Объект исследования

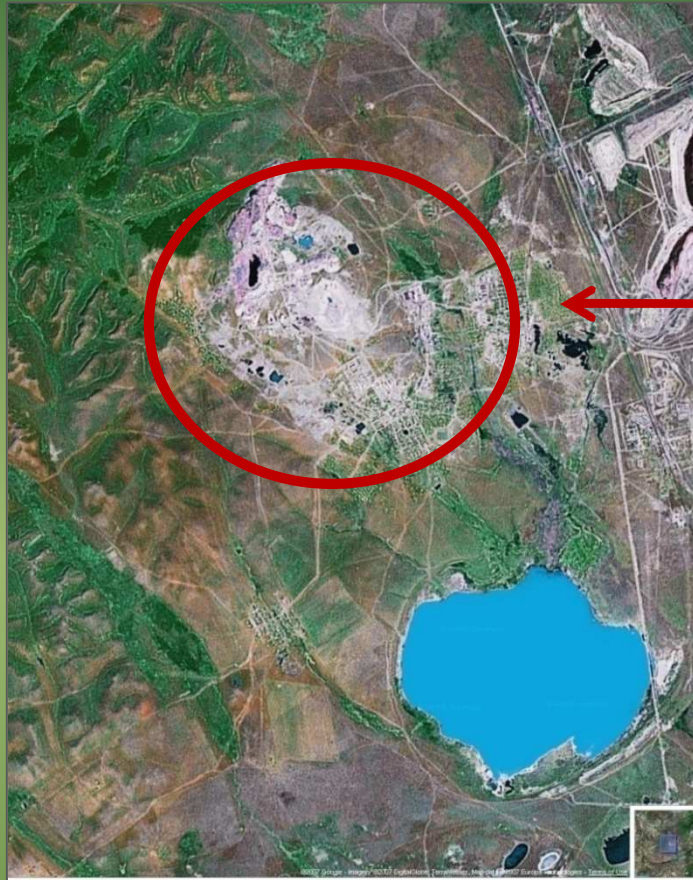


Рис. 2. Снимок со спутника (<http://www.google.com/intl/ru/earth/index.html>).

## Забайкальский край

### Шерлогогорский рудный район

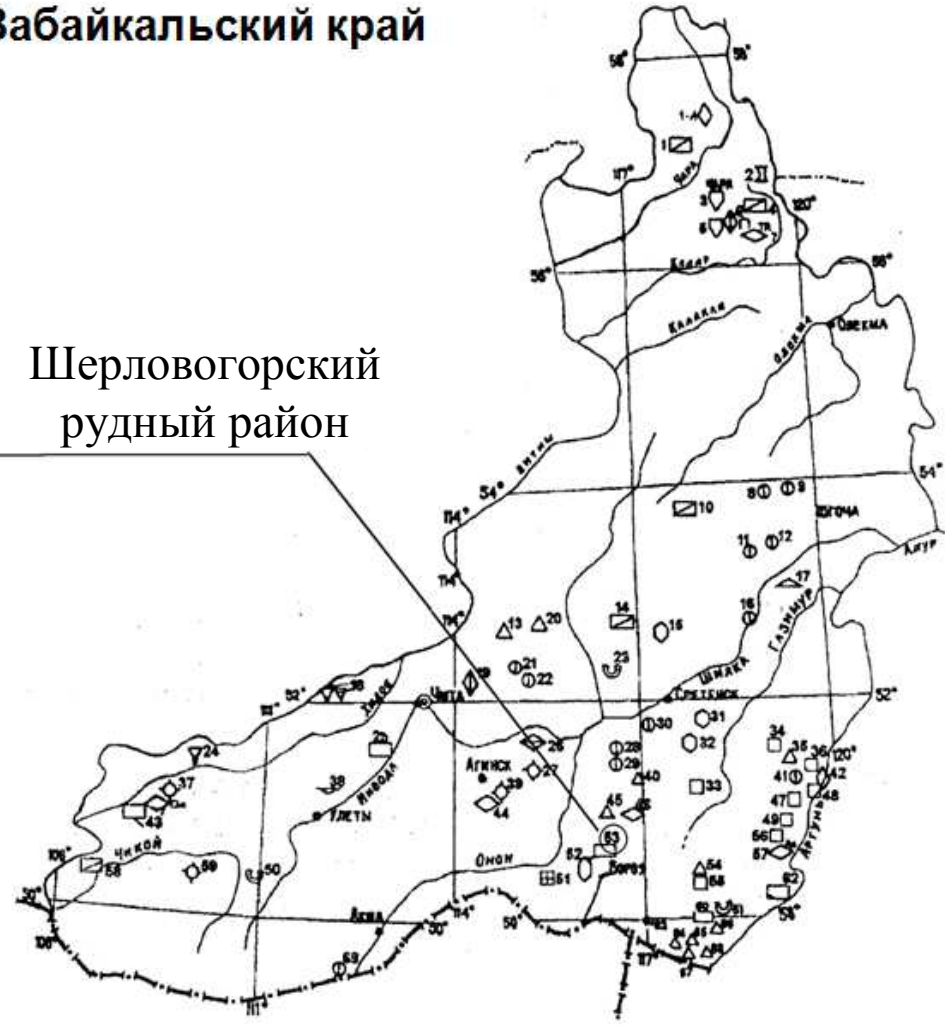


Рис. 1. Схема размещения Шерлогогорского горнорудного района

Шерловогорский рудный район находится на юго-востоке Забайкальского края, в Борзинском административном районе, северо-восточнее поселка Шерловая Гора. Здесь расположено одноименное висмут-бериллий-олово-вольфрамовое месторождение с наложенной мышьяковой минерализацией, крупное олово-полиметаллическое месторождение Сопка Большая и находящееся к востоку от него месторождение Восточная аномалия. Олово-полиметаллическую руду добывали открытым способом, вследствие чего образовались техногенные массивы, карьер, которым до 1993 года отрабатывалось олово-полиметаллическое месторождение, хвостохранилище обогатительной фабрики бывшего ГОКа, а также отвалы горных пород вскрыши, склады бедных и подготовленных к переработке руд, мелкие карьеры и отвалы разрабатывавшихся висмут-олово-вольфрамовых россыпей.

Участки отбора проб представляют собой природные и антропогенные ландшафты. На каждом участке наблюдения проводили по точкам, хорошо изученным в геологическом отношении. Пробоотбор и методы анализа описаны ранее[3].

Природно-техногенные ландшафты в пределах района представлены собственно олово-вольфрам-висмут-бериллиевым месторождением – Шерловая Гора, где идет старательская добыча самоцветов с применением самоходной землеройной техники, и месторождение касситерит-силикатной формации Аплитовый отрог. Геотехногенные ландшафты представлены карьером, хвостохранилищем, складами и отвалами бедных и забалансовых пород и руд, а также отвалами, образовавшимися в результате отработки россыпных месторождений вольфрама и висмута. Так как содержание элементов в растениях за пределами зоны оруденения можно считать фоновыми, а в ее пределах – аномальными, фоновый участок, природного ландшафта был выбран вне месторождения, но в рамках Шерловогорской рудомагматической системы (рис. 1).

# Основные результаты:

Впервые проведено исследование поведения As в компонентах ландшафтов Шерловогорского рудного района. Выявлены источники его поступления, концентрация, закономерности пространственного распределения в почвах, особенности биологического захвата и накопления в растениях.

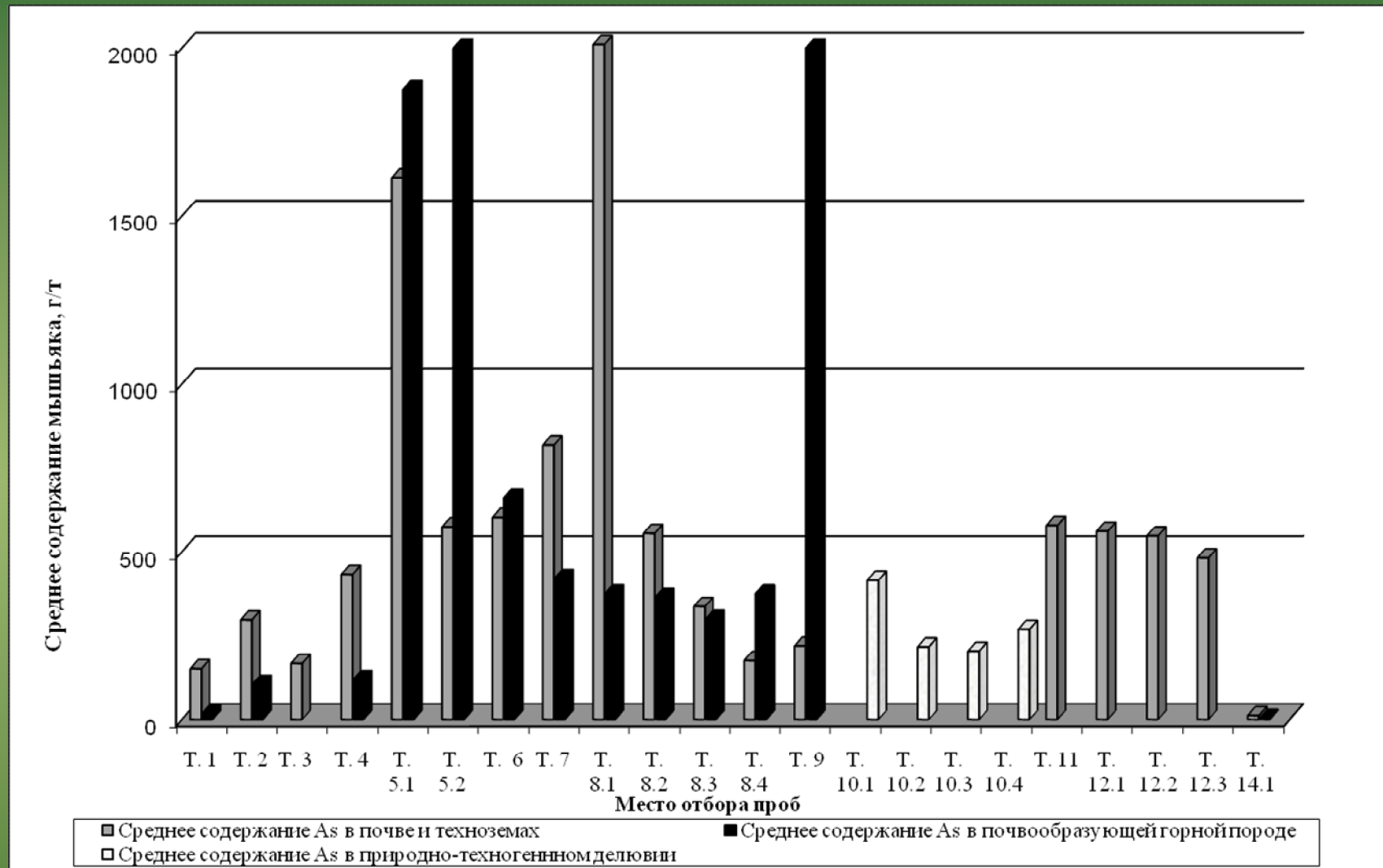
## Среднее содержание элементов – токсикантов в почве и хвостохранилище (в г/т)

Элемент	Среднее содержание элементов в почвах поселка Шерловая Гора по данным Т.П.Авдеевой и Н.В.Исаковой, 1998 г.	Среднее содержание элементов в почве Шерловогорского рудного поля по нашим данным	Среднее содержание элементов в хвостохранилище по данным Ю.Д.Ильина, 1998 г.	Среднее содержание элементов в хвостохранилище по нашим данным
Мышьяк	100	706	1000	825
Свинец	70	157	2600	1850
Цинк	100	401	5200	2950
Медь	50	87	-	135
Кадмий	3,7	2	-	37,5
Олово	46		-	490
Бериллий	3	4	-	8

Установлено высокое содержание токсичных химических элементов в почвах и технозёмах Шерловогорского рудного района

Источник: Юргенсон Г.А., Солодухина М.А., Гудкова О.В. К основам биогеохимического мониторинга в геотехногенных ландшафтах горнорудных территорий // Вестник МАНЭБ, 2006. – Т. 11. №5. С. 119–123.

## Содержание мышьяка в почвообразующих горных породах и почве на разных участках



T. 1–9 Шерловогорское месторождение, T. 10–10.4 – карьер Шерловогорского ГОКа, T. 11 – Северный отвал, T. 12–12.3 – хвостохранилище, T.14.1 – фоновый участок

**Источник:** Солодухина М.А. Мышьяк в компонентах ландшафта природной геохимической аномалии Забайкальского края // Современные проблемы геохимии. Материалы конференции молодых ученых. – Изд-во УРАН Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, 2011. С. 195–198.



Все компоненты ландшафтов Шерловогорского рудного района значительно обогащены As. Установлено, что в природных почвах фонового участка кларк концентрации As равен 6, а его содержание в 6 раз превышает ПДК и в 2 раза – почвенный кларк. На территории месторождений максимальный кларк концентрации в почве составляет 1183, а превышение ПДК в 1005 раз. В техноземе карьерно-отвального ландшафта соответственно  $КК=340$ , а превышение ПДК в 289 раз. Шерловогорский рудный район можно выделить как мышьяковую биогеохимическую провинцию.

## Мышьяк в системе почва – растение в ландшафтах Шерловой Горы (на примере горца (тарана) узколистного (*Polygonum angustifolium* Pallas))

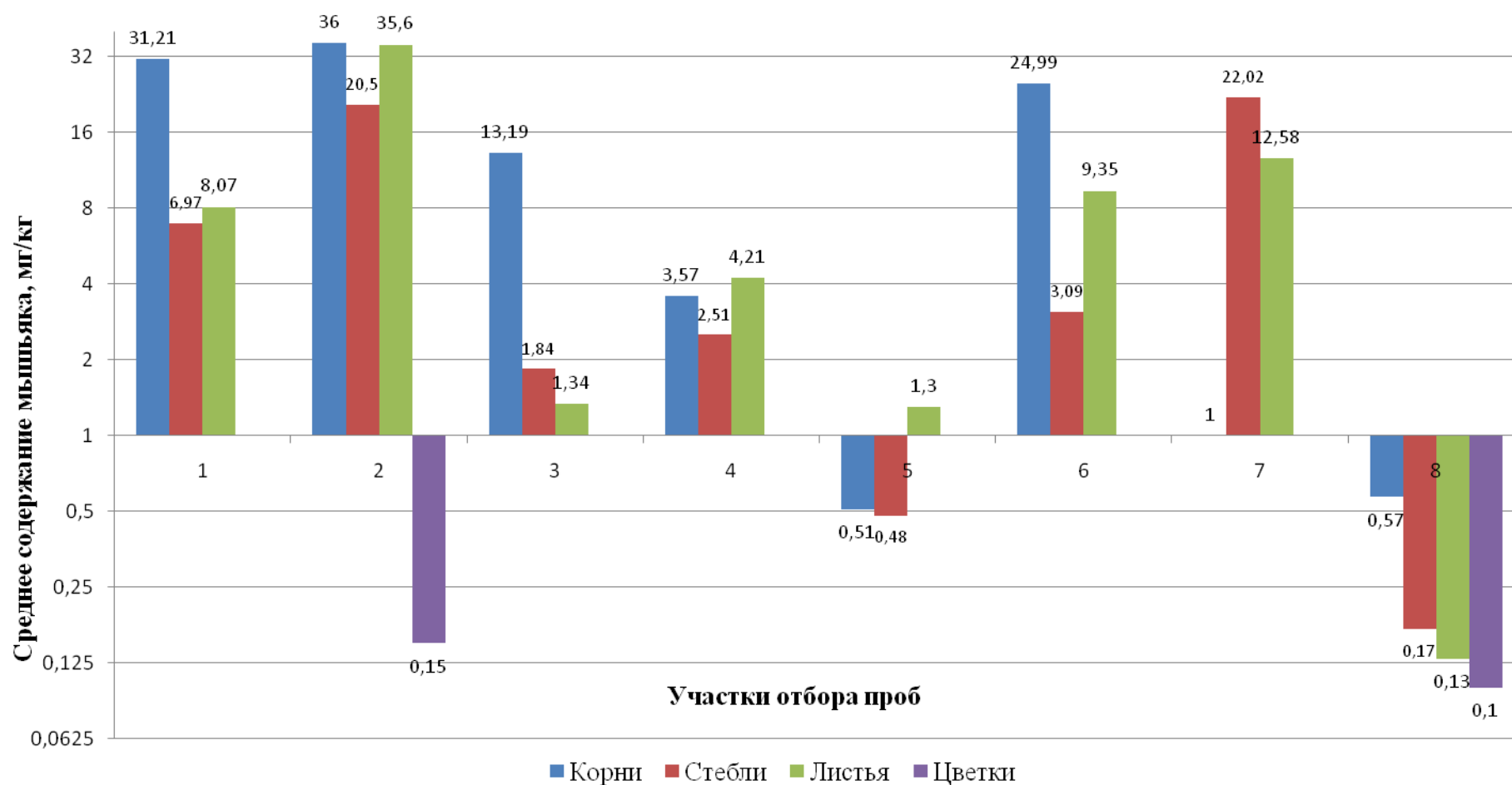
Ландшафты	Название участка	Содержание мышьяка, мг/кг					
		Почва (число проб)			Горец узколистный (число экземпляров в выборке)		
		х	х/кларк	х/ПДК	х	Min	Max
<b>Природно-техногенные</b> Горные петрофитно-разнотравные на маломощных щебнистых почвах	Участок Поднебесных	558,3 (15)	111,6	279,5	16,29 (64)	0,93	77,48
	Жила Новая	1614 (56)	322,8	807	29,04 (84)	0,15	127,26
	Карамышевский отрог	601,3 (36)	120,2	300,6	1,5 (28)	0,3	5,67
Горные петрофитно-разнотравные на маломощных щебнистых почвах	Сопка Лукавая						
	Участок Пятисотка	497,5 (5)	99,5	248,75	3,8 (24)	2,51	7,8
Склоновые ковыльно-разнотравные и полынно-разнотравные на черноземных почвах	Юго-западный склон	2010 (12)	402	1005,4	0,76 (12)	0,48	1,3
Горные петрофитно-разнотравные на маломощных щебнистых почвах	Сопка Мелехинская	162,9 (14)	32,5	81,4	15,43 (20)	3,09	24,99
					847,29 (1)	-	-
<b>Геотехногенные</b>	Карьер, западный фланг	208 (32)	46,6	104	15,72 (24)	5,63	38,39
<b>Природные</b> Склоновые ковыльно-разнотравные и полынно-разнотравные на черноземных почвах	Фоновый	11,3 (5)	2,26	5,65	0,25 (52)	Ниже НПО	1,3

Полученные данные свидетельствуют о том, что в почвах природно-техногенных ландшафтов, в техноземе карьера, в растениях содержания и мышьяка значительно превышают ПДК и кларк (табл.).

Источник: Солодухина М.А., Помазкова Н.В. Мышьяк в системе почва – растение в природных и антропогенных ландшафтах Забайкальского края (на примере горца узколистного (*Polygonum angustifolium* Pallas)) // Вестник КрасГАУ, 2011. – Выпуск 10. С. 96–101.



## Распределение мышьяка в органах тарана (горца) узколистного на разных точках опробования. Горец узколистный - безбарьерный вид - аккумулятор мышьяка



1–6 – месторождение Шерловая Гора, 7 – карьер Шерловогорского ГОКа, 8 – фоновый участок

Источник: Солодухина М.А., Помазкова Н.В. Мышьяк в системе почва – растение в природных и антропогенных ландшафтах Забайкальского края (на примере горца узколистного (*Polygonum angustifolium* Pallas)) // Вестник КрасГАУ, 2011. – Выпуск 10. С. 96–101.

Место отбора проб	Орган растения	Среднее содержание мышьяка в растении	КБП
Жила Новая	Семена	5	0.01
	Цветы и семена	2.3	0.004
	Цветы	5	0.01
	Листья	31.4	0.1
	Стебли	5	0.01
Участок Поднебесных	Корни	38.6	0.07
	Цветы	2	0.001
	Листья	6	0.004
	Стебли	2	0.001
Лукаво-Золотой отрог	Корни	6.8	0.004
	Семена и Листья	7.5	0.004
	Цветы	0.7	0.0003
	Листья	2.8	0.001
Пятисотка	Стебли	1.1	0.001
	Корни	2	0.001
	Цветы	2.5	0.005
	Листья	4.9	0.01
Сопка Мелехинская	Стебли	2.8	0.005
	Корни	17.1	0.03
	Цветы	2.6	0.02
	Стебли	1.5	0.01
Карьер	Листья	0.8	0.01
	Корни	20.6	0.1
	Цветы и семена	8.5	0.02
	Цветы	1.7	0.004
Северный отвал	Листья	5.5	0.01
	Корни	0.8	0.002
	Семена	0.7	0.001
	Цветы	0.8	0.001
Хвостохранилище	Листья	1.9	0.003
	Стебли	2.3	0.004
	Корни	20.2	0.04
	Цветы	2.9	0.01
Фоновый участок	Листья	7.4	0.01
	Стебли	2.4	0.005
	Корни	5.2	0.01
	Цветы	0.1	0.01
	Цветы и Листья	1.4	0.1
	Листья	0.2	0.02
	Стебли	0.06	0.01
	Корни	0.1	0.01

Распределение мышьяка в органах полыни Гмелина на разных точках опробования и интенсивность его биологического поглощения, выраженная через КБП (коэффициент биологического поглощения).  
Полынь Гмелина накапливает мышьяк до значений, превышающих токсичную концентрацию - она безбарьерный вид растений по отношению к As.

Источник: Юргенсон Г.А., Солодухина М.А., Смирнов А.А. К проблеме биологического поглощения вольфрама, молибдена и мышьяка растениями на примере полыни Гмелина // Вестник Забайкальского центра Российской Академии естественных наук, 2009. №1. С. 16–21.

Для большинства изученных растений характерна тенденция максимального захвата As корнями и листьями; к концу вегетационного периода отмечается его накопление в этих органах.

## **СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ:**

### **Статьи в журналах, рекомендованных ВАК:**

- 1. Солодухина М.А.** Особенности поглощения мышьяка растениями на территории природной геохимической аномалии Читинской области // Вестник Томского государственного университета, 2008. № 314. С. 193–195.
- 2. Юргенсон Г.А., Солодухина М.А., Смирнова О.К., Смирнов А.А., Боковенко Л.С.** К проблеме биологического поглощения токсичных химических элементов растениями в природных и геотехногенных системах // Вестник МАНЭБ, 2009. – Т. 14. №3. С. 110–113.
- 3. Солодухина М.А., Помазкова Н.В.** Мышьяк в системе почва – растение в природных и антропогенных ландшафтах Забайкальского края (на примере горца узколистного (*Polygonum angustifolium* Pallas)) // Вестник КрасГАУ, 2011. – Выпуск 10. С. 96–101.
- 4. Юргенсон Г.А., Солодухина М.А.** Мышьяк в зоне гипергенеза Шерловогорского горнопромышленного района // Вестник Читинского государственного университета, 2011. №10 (77). С. 117–123.

### **Статьи и тезисы докладов в других изданиях:**

- 5. Yurgenson G.A., Solodukhina M.A., Goriachkina A.G.** Arsenic in dry steppes landscape hypergenesis zone // Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Symposium of Geosciences in NE Asia and the 9<sup>th</sup> China-Korea Joint Symposium of Geology on Crustal Evolution in NE Asia. – Changchun, China, 2002. P. 130–131.
- 6. Юргенсон Г.А., Солодухина М.А., Горячкина А.Г.** Мышьяк в рудах Шерловогорского месторождения // Роль минералогических исследований в решении экологических проблем (теория, практика, перспективы развития) Материалы к годовичному собранию ВМО. Москва, 2002. С. 202–204.
- 7. Yurgenson G.A., Goriachkina A.G., Solodukhina M.A., A.I. Frolov** The Sherlovgorsk Ore-Magmatic System and Its Mineral Resources // Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Symposium of Geological and Mineragenic Correlation in Configuous Regions of China, Russia and Mongolia. – Changchun, China, 2003. P. 18–21.
- 8. Солодухина М.А., Юргенсон Г.А., Горячкина А.Г.** К вопросам изучения геохимии и минералогии мышьяка в степном ландшафте (на примере Шерловогорского рудного района) // Экологическая геология и рациональное недропользование. Материалы международной конференции. – СПб, 2003. С.74–75.
- 9. Юргенсон Г.А., Солодухина М.А., Гудкова О.В.** К основам биогеохимического мониторинга в геотехногенных ландшафтах горнорудных территорий // Вестник МАНЭБ, 2006. – Т. 11. №5. С. 119–123.

10. Юргенсон Г.А., Гудкова О.В., Солодухина М.А., Филенко Р.А., Смирнов А.А. К методологии комплексного исследования геотехногенных ландшафтов исторических горнорудных районов // Вестник РФФИ, 2007. №1 (51). С. 66–69.
11. Солодухина М.А., Авдеев Д.В. Мышьяк в почвах и растениях Шерловогорского рудного узла // Современные проблемы геохимии. Материалы научной конференции посвященной 50-летию Института геохимии им. А.П. Виноградова и 50-летию Сибирского отделения Российской Академии Наук. – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы, 2007. С. 122–124.
12. Солодухина М.А. Мышьяк в почвообразующих горных породах и почве Шерловогорского горнорудного района Забайкальского края // Кулагинские чтения. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции. – Чита: ЧитГУ, 2009. – Ч. 1. С. 119–123.
13. Юргенсон Г.А., Солодухина М.А., Смирнов А.А. К проблеме биологического поглощения вольфрама, молибдена и мышьяка растениями на примере полыни Гмелина // Вестник Забайкальского центра Российской Академии естественных наук, 2009. №1. С. 16–21.
14. Солодухина М.А. Мышьяк в древесных растениях природной геохимической аномалии Забайкальского края // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ – 2010» [Электронный ресурс] – М.: МАКС Пресс, 2010. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
15. Юргенсон Г.А., Солодухина М.А., Смирнова О.К. Мышьяк в почвах Шерловогорского рудного района // Вестник Забайкальского центра Российской Академии естественных наук, 2010. №1 (3). С. 15–19.
16. Солодухина М.А. Мышьяк в почвообразующих породах, почвах и древесных растениях Шерловогорского горнорудного района Забайкальского края // Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных территорий. Современное минералообразование. Труды III Всероссийского симпозиума с международным участием и IX Всероссийских чтений памяти акад. А.Е. Ферсмана. – Чита, 2010. С. 82–86.
17. Солодухина М.А. Мышьяк в компонентах ландшафта природной геохимической аномалии Забайкальского края // Современные проблемы геохимии. Материалы конференции молодых ученых. – Изд-во УРАН Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, 2011. С. 195–198.
18. Солодухина М.А. Мышьяк в системе горная порода – почва – растение в ландшафтах Шерловой Горы // Материалы научной конференции и симпозиума, посвященных 30-летию ИПРЭК СО РАН. – Чита, 2011. С. 46–49.

# Планы работы

Проводится работа по изучению сурьмы, кадмия и других химических элементов в компонентах окружающей среды



## Предложения для сотрудничества:

- Проведение совместных работ по биогеохимии токсичных химических элементов в природных и антропогенных системах
- Возможны совместные публикации

# Контактная информация

Юридический и почтовый адрес ИПРЭК СО РАН:  
672014, Чита, ул. Недорезова, 16а, а/я 521

Тел./факс (3022) 20-61-97

Е-mail: [inrec.sbras@mail.ru](mailto:inrec.sbras@mail.ru)

URL: [www.inrec.chita.ru](http://www.inrec.chita.ru)

Личный e-mail: [mabn@ya.ru](mailto:mabn@ya.ru)