

УДК 502.2

А. В. ПУЗАНОВ\*, С. Н. БАЛЫКИН\*, И. А. АЛЕКСЕЕВ\*\*, А. В. САЛТЫКОВ\*

\*Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул

\*\*Благовещенский государственный педагогический университет

### МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ ТЕРРИТОРИИ СТРОИТЕЛЬСТВА КОСМОДРОМА «ВОСТОЧНЫЙ»

*Анализируется содержание микроэлементов (V, Cu, Zn, As, Se, Mo, Ag, Cd, Sb, Cr, Ni, Ge, Zr, Sn, Pb, Ga, Br, Rb, Y, Nb, Th, U) в основных типах почв (подбуры оподзоленные, подбуры иллювиально-железистые, подбуры глеевые, мерзлотно-таежные перегнойно-глеевые, мерзлотно-болотные торфянисто-глеевые и перегнойно-глеевые, аллювиальные перегнойные и примитивные перегнойные), сформированных на территории космодрома «Восточный» до его строительства. Выявлена роль почвенного покрова в их распространении за пределы космодрома. Определено фоновое содержание основных микроэлементов и дана оценка их участия в эколого-геохимической обстановке на территории космодрома.*

Ключевые слова: микроэлементы, почвенный покров, космодром «Восточный».

*An analysis is made of the content of trace elements (V, Cu, Zn, As, Se, Mo, Ag, Cd, Sb, Cr, Ni, Ge, Zr, Sn, Pb, Ga, Br, Rb, Y, Nb, Th, and U) in the main soil types (podzolized podburs, illuvial-ferrous podburs, and gley, cryogenic-taiga and humic-gley, alluvial humic and primitive humic podburs) that had formed on the territory of the Vostochnyi Cosmodrome prior to its construction. The role of the soil cover for their encroachment beyond the Cosmodrome has been revealed. We determined the background contents of the main trace elements and assessed their involvement in the ecologo-geochemical situation on the territory of the Cosmodrome.*

Keywords: trace elements, soil cover, Vostochnyi Cosmodrome.

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Согласно физико-географическому районированию, территория космодрома «Восточный» находится в пределах Амуро-Сахалинской физико-географической страны, Амуро-Зейской провинции [1–4]. Амуро-Зейское плато, в центральной части которого планируется размещение космодрома, представляет собой высокую эрозионно-аллювиальную равнину [5].

Особенности циркуляции воздушных масс над территорией будущего космодрома определили развитие ультраконтинентального климата с чертами муссонности. Из-за контрастности местных климатических условий осадки в течение года выпадают неравномерно. Летом они имеют преимущественно ливневый характер и нередко переходят в катастрофические ливни. Годовое количество осадков составляет от 430 до 800 мм с максимумом выпадения во второй половине лета [6].

Амуро-Зейская равнина расположена на фундаменте из метаморфических пород протерозоя и палеозоя, прорванных ранне- и позднепалеозойскими интрузиями гранитоидов. Фундамент перекрыт осадочным чехлом, сформированным в период с нижнего мела до позднего плейстоцена. В составе осадочного чехла выделяются два яруса: нижний представлен вулканогенно-осадочными нижнемеловыми образованиями, смятыми в пологие складки, верхний — рыхлыми и слабо сцементированными породами верхнемелового–четвертичного периода. Среди рыхлых отложений преобладают кварцево-полевошпатовые, иногда с включениями слюд, плохо отсортированные косослоистые пески, переходящие книзу в гравий и галечники. Нередко они перекрыты плащом глин и суглинков плотного сложения озерно-аллювиального происхождения. Почвообразующими породами являются аллювиально-делювиальные глины и суглинки, древнеаллювиальные пески и супеси, часто подстилаемые песчано-гравийным материалом [7, 8].

Территория будущего космодрома относится к Амурской провинции хвойно-широколиственных лесов. В лесном покрове значительное место занимают лиственнично-березовые, лиственнично-дубово-березовые, лиственнично-сосново-березовые, сосново-дубовые ассоциации. Представлены, как правило, двумя ярусами: первый состоит из лиственницы даурской, сосны обыкновенной, дуба мон-

гольского, березы плосколистной; второй — в основном из дуба монгольского и березы плосколистной. В подлеске разной степени сомкнутости присутствуют лещина разнолистная, леспедеца двухцветная, рододендрон даурский, реже кустарниковые формы берез и ив [9–11].

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе экспедиционных работ в августе–сентябре 2012 г. на территории строительства космодрома «Восточный» были заложены 16 полнопрофильных почвенных разрезов в наиболее типичных биогеоценозах. В структуре почвенного покрова участвуют следующие подтипы почв: подбуры оподзоленные, иллювиально-железистые и глеевые, мерзлотно-таежные перегнойно-глеевые, мерзлотно-болотные торфянисто-глеевые и перегнойно-глеевые, аллювиальные перегнойные и примитивные перегнойные почвы.

Почвенные пробы отбирали из срединной части каждого генетического горизонта, затем высушивали до воздушно-сухого состояния и подготавливали для аналитических работ. Определение общих почвенных свойств выполнялось в лаборатории биогеохимии Института водных и экологических

Таблица 1

#### Основные свойства почв на территории строительства космодрома

Горизонт (мощность, см)	Содержание гумуса, %	Содержание ила, %	pH <sub>водн.</sub>	Емкость поглощения, мг-экв/100 г
<i>Подбуры оподзоленные (разрез 1)</i>				
Ап (1–7)	10,4	—	5,4	64,0
АпА2 (7–13)	0,9	10,1	5,7	14,4
А2В (13–22)	0,8	11,2	5,5	11,2
В1 (22–40)	0,5	16,3	5,3	11,2
В2 (40–76)	0,5	23,1	5,3	11,2
ВС (76–102)	0,3	19,9	5,7	9,6
С (>120)	0,1	14,9	5,9	6,4
<i>Подбуры иллювиально-железистые (разрез 4)</i>				
Ад (2–13)	13,0	15,3	5,2	84,8
АВ (13–30)	0,9	19,2	5,0	16,0
В (30–60)	0,4	16,2	5,1	14,4
ВС (60–85)	0,2	21,4	5,5	12,8
С (>85)	0,1	22,4	6,3	8,0
<i>Подбуры глеевые (разрез 6)</i>				
Ап (2–10)	9,2	—	4,4	91,2
Вg (10–21)	0,8	14,7	5,4	9,6
С1 (21–41)	0,3	5,2	5,8	6,4
С2 (41–70)	0,2	5,5	6,5	4,8
Г (>70)	0,2	7,0	6,3	4,8
<i>Мерзлотно-болотные перегнойно-глеевые почвы (разрез 7)</i>				
Ом (0–7)	—	—	—	—
Ап (7–24)	1,9	—	4,7	60,8
АпГ (24–29)	1,6	23,0	4,7	22,4
Г (>29)	1,7	22,8	5,1	17,6
<i>Аллювиальные перегнойные почвы (разрез 13)</i>				
Ап (4–10)	7,8	10,4	5,2	72,0
<i>Примитивные перегнойные почвы (разрез 16)</i>				
Ап (2–10)	4,4	4,2	6,1	83,2

Примечание. Прочерк — не определено.

проблем СО РАН (общее содержание гумусовых веществ — по методу Тюрина в модификации Никитина; гранулометрический состав — пипеточным методом по Качинскому; актуальная кислотность — потенциометрическим методом; емкость поглощения — по методу Бобко–Аскинази в модификации ЦИНАО). Валовое содержание микроэлементов в почвенных образцах определялось в Институте геологии и минералогии СО РАН рентгенофлюоресцентным анализом.

Наибольшую площадь будущего космодрома занимают подбурья оподзоленные, которые формируются на высоких, сильно перемытых террасах р. Зеи под березово-лиственничными, дубово-лиственничными и сосновыми лесами на галечниково-суглинисто-песчаных аллювиальных отложениях. Основной морфологический признак этих почв — большая мощность профиля с характерными подзолистым и слоистым (чаще двух- или трехслойным) иллювиальным горизонтами.

Наряду с подбурами оподзоленными под более светлыми лиственнично-березовыми и лиственнично-дубовыми лесами формируются подбурья иллювиально-железистые, отличающиеся от первых отсутствием признаков оподзоливания и ярко выраженным иллювиально-железистым горизонтом. В более увлажненных местах — западинах и межгрядных понижениях — развиваются подбурья глеевые, которые характеризуются наличием глеевого горизонта в нижней части менее мощного профиля.

От крупнодисперсных аллювиальных отложений подбурья наследуют песчаный и супесчаный гранулометрический состав. Гумусовый горизонт маломощный и слабоокрашенный, что объясняется действием частых и достаточно сильных лесных пожаров. По этой причине содержание гумуса и ила в почвах очень низкое (табл. 1), за исключением верхнего 10-сантиметрового слоя, образованного после пожара и представленного грубым гумусом.

На территории распространения подбурьев, в местах, где коренные породы не перекрыты аллювиальными отложениями и залегают близко к поверхности, формируются перегнойные примитивные почвы, в профиле которых выделяется только один горизонт — перегнойный. Несмотря на его морфологическое сходство с аналогичными горизонтами подбурьев, он имеет ряд отличий: низкое содержание илистой фракции гранулометрического состава и нейтральную реакцию почвенного раствора.

На дне и в нижней части бортов заболоченных ложбин ручьев и малых рек под бруснично-багульниковыми ерниками развиваются мерзлотно-болотные почвы с хорошо выраженным глеевым горизонтом в нижней части профиля и торфянистым или перегнойным горизонтом на поверхности. В отличие от подбурьев эти почвы богаты грубым органическим веществом и илом и за счет этого обладают большей емкостью поглощения.

В пойме более крупных рек, непосредственно у русла под ольховниками на суглинисто-валунно-глибистых отложениях образуются перегнойные аллювиальные почвы, характеризующиеся только одним перегнойным горизонтом. От примитивных перегнойных почв они отличаются большей гумусованностью и заиленностью, а также более кислым почвенным раствором.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Низкое содержание гумусовых и илистых веществ в подбурах оподзоленных и иллювиально-железистых на территории строительства космодрома «Восточный» в условиях кислой среды приводит к интенсивному выщелачиванию из почвенного профиля многих циклических микроэлементов (табл. 2). Тем не менее отмечается некоторое их накопление как в гумусовом, так и в иллювиальном горизонтах (на биогеохимическом и сорбционном барьерах). Так, на биогеохимическом барьере в подбурах оподзоленных происходит аккумуляция меди, цинка и молибдена, а в подбурах иллювиально-железистых — цинка, серебра и кадмия. В иллювиальном горизонте за счет илистых веществ (а в иллювиально-железистом подтипе еще и при участии оксида железа) накапливается несколько больше микроэлементов: в подбурах оподзоленных — все, кроме ванадия; в подбурах иллювиально-железистых — ванадий, молибден, серебро и кадмий.

В подбурах глеевых к процессам, характерным для этого типа почв, добавляется оглеение, под действием которого элементы с переменной валентностью переходят в восстановленную мобильную форму и, следовательно, еще интенсивнее выщелачиваются в почвенно-грунтовые воды. В результате глеевый горизонт этих почв обеднен почти всеми циклическими микроэлементами, кроме ванадия и сурьмы.

Пик восстановительных условий характерен для мерзлотно-болотных перегнойно-глеевых почв. Процесс оглеения в них проявляется с наибольшей силой, охватывая почти весь профиль почв. Поэтому, несмотря на то что эти почвы развиваются в подчиненных элементах ландшафта и их пере-

Содержание циклических микроэлементов\* в почвах на территории строительства космодрома

Горизонт (мощность, см)	Микроэлементы, мг/кг								
	V	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sb
<i>Подбуры оподзоленные (разрез 1)</i>									
Ап (1–7)	147	38,0	119,0	4,9	Н. о.	0,90	0,35	0,20	0,86
АпА2 (7–13)	136	14,1	44,8	6,1	Н. о.	0,58	0,44	0,16	1,48
А2В (13–22)	92	19,9	47,8	1,5	Н. о.	0,68	0,35	0,16	0,76
В1 (22–40)	139	22,5	74,0	9,4	Н. о.	0,95	0,46	0,24	0,67
В2 (40–76)	118	40,7	79,0	13,8	0,36	1,66	0,67	0,00	1,17
ВС (76–102)	90	24,5	56,0	5,2	0,57	0,68	0,18	0,49	1,23
С (>120)	163	24,8	55,0	7,0	Н. о.	0,70	Н. о.	0,25	0,84
<i>Подбуры иллювиально-железистые (разрез 4)</i>									
Ад (2–13)	95	37,0	379,0	Н. о.	Н. о.	0,68	0,75	0,53	0,20
АВ (13–30)	136	15,9	67,0	2,0	0,48	0,78	0,28	0,31	1,10
В (30–60)	216	17,6	64,0	6,5	Н. о.	0,88	0,20	0,13	0,57
ВС (60–85)	93	14,4	43,4	4,1	0,36	0,87	0,25	0,23	0,43
С (>85)	134	38,1	70,0	11,1	2,37	0,78	Н. о.	Н. о.	1,02
<i>Подбуры глеевые (разрез б)</i>									
Ап (2–10)	123	26,0	45,2	8,9	0,15	0,73	Н. о.	0,21	1,00
Вг (10–21)	97	46,5	152,0	7,4	Н. о.	1,30	0,48	0,78	0,69
С1 (21–41)	138	41,3	114,0	3,2	Н. о.	1,25	0,22	0,77	0,43
С2 (41–70)	104	26,9	112,0	0,0	Н. о.	1,85	0,37	0,33	0,94
Г (>70)	135	40,0	61,0	16,3	Н. о.	1,09	0,35	0,22	1,18
<i>Мерзлотно-болотные перегнойно-глеевые почвы (разрез 7)</i>									
Ом (0–7)	165	38,3	79,0	27,3	Н. о.	2,76	0,14	0,44	0,72
Ап (7–24)	146	56,0	90,0	11,8	0,42	2,18	0,73	0,27	0,96
АпГ (24–29)	168	32,0	74,0	10,0	0,42	1,76	Н. о.	0,28	0,71
Г (>29)	149	22,8	46,3	3,9	Н. о.	0,79	0,32	0,35	0,56
<i>Аллювиальные перегнойные почвы (разрез 13)</i>									
Ап (4–10)	139	31,6	78,0	15,6	0,45	0,82	0,28	0,17	1,02
<i>Примитивные перегнойные почвы (разрез 16)</i>									
Ап (2–10)	100	24,1	57,0	6,9	Н. о.	0,79	0,14	0,34	0,69
<i>Эколого-геохимические показатели</i>									
Мировой фон [12]	100	20	50	5	0,1	2	0,1	0,5	–
Региональный фон [13]	–	–	–	–	0,08	–	–	0,25	–

Примечание. Н. о. — не обнаружено, прочерк — не определено.

\* Здесь и в табл. 3, 4 — по классификации В. И. Вернадского.

гнойный горизонт намного богаче по содержанию циклических микроэлементов, глеевый горизонт, наоборот, очень беден микроэлементами с переменной валентностью (медь, цинк, молибден и др.).

При сравнении содержания циклических микроэлементов в перегнойном горизонте примитивных перегнойных и одноименном горизонте аллювиальных перегнойных почв четко прослеживается связь с основными свойствами этих горизонтов. Так, если первые бедны гумусом и илом по сравнению со вторыми, то и содержание микроэлементов (кроме кадмия) в них также меньше.

Внутрипочвенное распределение условно циклических микроэлементов представлено в табл. 3. Так же, как и циклические элементы, они аккумулируются на биогеохимическом (никель и свинец) и сорбционном (все элементы, кроме германия) барьерах. В глеевых горизонтах подбуров глеевых и мерзлотно-болотных перегнойно-глеевых почвах происходит выщелачивание хрома, никеля, олова и свинца.

Содержание условно циклических микроэлементов в почвах на территории строительства космодрома

Горизонт (мощность, см)	Микроэлементы, мг/кг					
	Cr	Ni	Ge	Zr	Sn	Pb
<i>Подбуры оподзоленные (разрез 1)</i>						
Ап (1–7)	24,3	61,0	0,50	116,0	2,18	31,7
АпА2 (7–13)	46,0	44,3	0,60	166,0	2,24	23,7
А2В (13–22)	9,6	45,8	1,76	290,0	1,63	23,9
В1 (22–40)	115,0	64,0	0,97	230,0	2,80	26,2
В2 (40–76)	108,0	58,0	1,80	290,0	3,63	18,8
ВС (76–102)	55,0	40,9	2,13	163,0	3,27	24,5
С (>120)	65,0	34,0	2,32	226,0	2,90	24,9
<i>Подбуры иллювиально-железистые (разрез 4)</i>						
Ад (2–13)	0,0	37,2	Н. о.	81,0	1,14	24,4
АВ (13–30)	44,3	25,8	1,70	276,0	2,30	24,9
В (30–60)	38,3	48,0	1,91	217,0	2,21	25,3
ВС (60–85)	24,9	31,4	2,36	223,0	2,35	23,3
С (>85)	82,0	46,3	1,67	201,0	3,05	28,3
<i>Подбуры глеевые (разрез 6)</i>						
Ап (2–10)	34,7	30,2	1,95	232,0	2,90	20,8
Вg (10–21)	19,3	66,0	1,30	112,0	2,06	34,7
С1 (21–41)	17,0	64,0	0,53	208,0	2,52	33,8
С2 (41–70)	17,1	39,6	0,63	184,0	2,32	25,9
С (>70)	101,0	48,1	1,16	166,0	2,59	24,3
<i>Мерзотно-болотные перегнойно-глеевые почвы (разрез 7)</i>						
Ом (0–7)	105,0	54,0	0,46	174,0	2,98	33,5
Ап (7–24)	69,0	67,0	2,63	166,0	4,49	29,0
АпG (24–29)	81,0	46,3	0,94	684,0	2,77	25,6
С (>29)	57,0	28,2	1,49	250,0	2,08	22,3
<i>Аллювиальные перегнойные почвы (разрез 13)</i>						
Ап (4–10)	104,0	49,9	0,72	170,0	2,91	30,7
<i>Примитивные перегнойные почвы (разрез 16)</i>						
Ап (2–10)	73,0	35,9	2,11	270,0	3,05	23,8
<i>Эколого-геохимические показатели</i>						
Мировой фон [12]	200	40	1	300	10	10
Региональный фон [13]	–	–	–	–	–	12,7

Примечание. Н. о. — не обнаружено, прочерк — не определено.

Рассеянные элементы, как правило, не образуют собственных минералов и присутствуют в горных породах в виде примесей. Поэтому их накопление на том или ином геохимическом барьере будет происходить за счет минералов типоморфных элементов и в небольших количествах. Сильно радиоактивные элементы в большинстве случаев ведут себя как рассеянные, поэтому здесь они рассмотрены вместе (табл. 4).

В почвенном покрове будущего космодрома на биогеохимическом барьере в большинстве автоморфных почв происходит аккумуляция брома и ниобия; на сорбционном барьере накапливаются все рассеянные и сильно радиоактивные микроэлементы.

В полугидроморфных и гидроморфных почвах идет биологическая аккумуляция всех рассеянных и сильно радиоактивных микроэлементов. Интенсивные восстановительные условия в этих почвах не оказывают существенного воздействия на подвижность рассматриваемых микроэлементов.

Содержание рассеянных и сильно радиоактивных микроэлементов в почвах на территории строительства космодрома

Горизонт (мощность, см)	Микроэлементы, мг/кг						
	Ga	Br	Rb	Y	Nb	Th	U
<i>Подбуры оподзоленные (разрез 1)</i>							
Ап (1–7)	11,0	9,59	72,0	16,8	6,71	5,6	0,9
АпА2 (7–13)	14,4	0,77	107,0	20,1	11,00	8,8	1,3
А2В (13–22)	15,0	1,04	98,0	18,5	10,10	9,0	2,2
В1 (22–40)	18,6	2,29	114,0	24,9	12,70	10,5	3,9
В2 (40–76)	22,6	0,97	108,0	29,8	11,30	12,3	5,3
ВС (76–102)	17,4	1,41	103,0	26,1	10,50	9,6	2,5
С (>120)	17,0	1,33	105,0	25,9	12,00	8,0	3,8
<i>Подбуры иллювиально-железистые (разрез 4)</i>							
Ад (2–13)	8,8	6,61	35,1	7,4	3,94	2,6	0,0
АВ (13–30)	14,8	1,42	94,0	19,9	1,17	16,7	3,4
В (30–60)	17,9	1,48	102,0	17,3	1,03	6,0	1,0
ВС (60–85)	15,7	1,38	101,0	17,1	1,14	9,3	2,1
С (>85)	21,7	2,37	114,0	23,4	1,25	9,2	2,5
<i>Подбуры глеевые (разрез 6)</i>							
Ап (2–10)	17,7	0,60	110,0	30,0	12,90	12,6	1,8
Вg (10–21)	11,4	15,00	56,0	13,9	5,89	4,6	1,8
С1 (21–41)	15,0	7,98	81,0	22,4	10,80	6,4	2,1
С2 (41–70)	13,4	3,14	85,0	15,2	9,68	4,6	0,8
Г (>70)	14,1	5,99	72,0	15,5	7,76	5,9	2,1
<i>Мерзотно-болотные перегнойно-глеевые почвы (разрез 7)</i>							
Ом (0–7)	10,5	8,29	61,0	20,4	6,50	5,4	0,0
Ап (7–24)	23,2	7,74	113,0	25,4	13,30	11,2	2,2
АпГ (24–29)	22,4	1,68	106,0	29,1	11,00	24,0	7,3
Г (>29)	17,0	1,01	92,0	18,8	8,43	7,5	2,3
<i>Аллювиальные перегнойные почвы (разрез 13)</i>							
Ап (4–10)	21,9	1,80	116,0	24,4	10,30	8,3	2,6
<i>Примитивные перегнойные почвы (разрез 16)</i>							
Ап (2–10)	18,9	0,46	104,0	24,3	12,30	9,0	3,1
<i>Эколого-геохимические показатели</i>							
Мировой фон [12]	30	5	10	50	–	6	5
Региональный фон [13]	–	–	–	–	–	–	–

Примечание. Прочерк — не определено.

## ВЫВОДЫ

Основную площадь почвенного покрова на территории строительства космодрома «Восточный» занимают подбуры оподзоленные и иллювиально-железистые, которые, в силу низкого содержания гумусовых и глинистых веществ (из-за пожаров и в результате развития на песчаных отложениях соответственно), имеют низкую сорбционную способность к большинству потенциально опасных элементов и их соединений.

Несколько меньшую площадь занимают мерзотно-болотные почвы, приуроченные к подчиненным участкам ландшафта, вследствие чего именно в их профиле (особенно в верхнем высокогумусированном горизонте) будет происходить аккумуляция потенциально опасных элементов и их соеди-

нений. Несмотря на высокую сорбционную способность мерзлотно-болотных почв, их профиль отличается малой мощностью и, соответственно, меньшим объемом. Поэтому существует опасность повышения концентрации многих элементов в поверхностных водах (р. Зeya и ее притоки) питьевого и хозяйственного назначения крупных городов, таких как Благовещенск, Свободный, Углегорск, и более мелких населенных пунктов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Сочава В. Б.** Опыт деления Дальнего Востока на физико-географические области и провинции // Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока. — Иркутск: Иркут. кн. изд-во, 1962. — С. 23–33.
2. **Гвоздецкий Н. А., Михайлов Н. И.** Физическая география СССР. — М.: Высш. шк., 1987. — 448 с.
3. **Давыдова М. И., Раковская Э. М., Тушинский Г. К.** Физическая география СССР. — М.: Просвещение, 1989. — 240 с.
4. **Раковская Э. М., Давыдова М. И.** Физическая география России. — М.: Владос, 2001. — 288 с.
5. **Геоморфология** Амуро-Зейской равнины и низкотеррас Малого Хингана / Под ред. С. С. Воскресенского. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1973. — 273 с.
6. **Гидроклиматические ресурсы** Амурской области / Под ред. И. Ф. Маврина. — Благовещенск: Хабар. кн. изд-во, 1983. — 68 с.
7. **Сорокин А. П., Пан В. П.** Определяющая роль тектонических движений в формировании и развитии гидро-сети (на примере Амуро-Зейской депрессии) // Осадочные формации нефтегазоносных областей Дальнего Востока. — Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1975. — С. 108–114.
8. **Логина И. Э.** Об одном из методов количественной оценки дальности переноса песчано-галечного материала вдоль русла (на примере рек Амуро-Зейской равнины) // Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. — С. 309–310.
9. **Кузнецова О. И.** Растительность равнинных местностей Амурской области // Очерк растительности Амурской области. — М., 1914. — С. 56–63.
10. **Карта растительности** бассейна Амура. М-б 1:2 500 000 / Под ред. В. Б. Сочавы. — М.: ГУГК, 1968.
11. **Ворошилов В. Н.** О составе флоры советского Дальнего Востока // Бюл. МОИП. Отд. биол. — 1990. — Т. 95, вып. 2. — С. 89–95.
12. **Виноградов А. П.** Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. — М.: Изд-во АН СССР, 1957. — 238 с.
13. **Краснощёкова Т. А., Перепёлкина Л. И.** Экологические аспекты содержания селена в почвах Амурской области // Дальневост. аграр. вестн. — 2008. — № 2. — С. 78–83.

*Поступила в редакцию 19 июня 2014 г.*