

## Содержание микроэлементов в почвообразующих грунтах и почвах, полученные в результате геохимического мониторинга в бассейне реки Толмачева (Камчатский край)

Дульченко Е.В., м.н.с.  
Казаков Н.В., с.н.с.

Камчатский филиал Тихоокеанского Института Географии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский

*Приведены результаты режимных геохимических исследований в районе строительства Толмачевской МГЭС в Усть-Большерецком районе Камчатского края.*

## Microelements content in soil-forming grounds and soils obtained from the geochemical monitoring in the basin of Tolmacheva River (Kamchatka Region)

*The results of the regime geochemical investigations within the area of the construction of Tolmachevskaya hydro-power station in Ust-Kamchatskiy district, Kamchatka Region are summarized.*

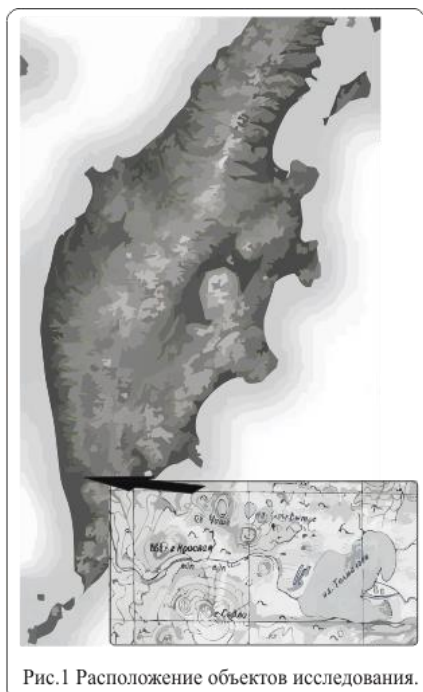


Рис. 1 Расположение объектов исследования.

В рамках программного мониторинга наряду с почвенными, геоботаническими, зоологическими исследованиями проводилось геохимическое опробование территории бассейна реки Толмачева: как профилей, заложенных до образования водохранилища, так и профилей, заложенных на новых площадях во всех выделенных природных территориальных комплексах (ПТК), получившихся в процессе образования водохранилища.

Приведены результаты режимных геохимических и гидрогеохимических исследований в районе озера Толмачева Камчатского края.

**Район.** Изучаемая площадь расположена в 90 км на юго-запад от Петропавловска-Камчатского, в 46 км на юго-восток от поселка Апача. Приурочена к котловине озера Толмачева и бассейну реки Толмачева, которая является левым притоком реки Карымчины, впадающей в одну из самых крупных рек охотоморского бассейна Камчатки - Большую.

**Рельеф** района работ в основном сформировался благодаря голоценовому вулканизму. В результате активной вулканической деятельности образовались многочисленные шлаковые конусы и лавовые нагорья, которые перестроили

гидросеть, подпрудив водотоки, и создали каньон р. Толмачева [1].

Перепад высот в пределах рассматриваемой площади превышает 1000 м. Наивысшими точками являются г. Толмачева - 1415 м., г. Седло - 1010,2 м. Отметка уреза воды в озере - 618 м., отметки уреза воды в р. Толмачева на участке ее выхода из каньона - около 300 м.

Озеро Толмачева имеет овальную форму и размеры, около, 5 x 4 км. Северный борт представлен пологими, сухими террасами, покрытыми кустарничковой, травянистой растительностью с редкими фрагментами стланика, как правило, ольхового, и пляжами, сложенными пемзовыми песками и галечниками. Южный борт крутой, без пляжей, с многочисленными малодебитными рассредоточенными разгрузками подземных вод и преобладающей стланиковой растительностью. Восточный и западный борта также пологие, но слегка заболоченные, покрыты, в основном, тундровой растительностью. Большинство водотоков имеют атмосферное питание, преимущественно за счет таяния твердых атмосферных осадков.

**Климат** района переходный от морского к континентальному. Лето прохладное, с многочисленными осадками, зима умеренная, с обильными снегопадами и весьма высокой плотностью снежного покрова, который формируется с середины - конца октября и сходит к концу мая - началу июня. Характерной чертой климата района также являются частые сильные ветра.

**Геологическое строение** площади определяется ее приуроченностью к одному из районов четвертичного ареального базальтового вулканизма, где широко распространены вулканы и частично покрывающие их озерные осадки [2,3,1].

**Почвы.** По данным полевых исследований в районе строительства выделены следующие типы почв:

1. Аллювиальные дерновые почвы;
2. Болотные низинные почвы;
3. Горно — тундровые иллювиально — гумусовые почвы;
4. Горно — лесотундровые торфянистые иллювиально — гумусовые вулканические.

По химическим свойствам почвы всей рассматриваемой территории относятся к кислым ненасыщенным (рН солевой вытяжки — 3,3-5,2, водной — 4,6-6,2, гидролитическая кислотность верхних горизонтов почв — от 15 до 87 мг\экв на 100 г почвы, обменная кислотность — 2,7-14,6 мг\экв

на 100 г почвы). Содержание гумуса в горизонтах А составляет 6,3-7,2%, в горизонтах В – 3,6-3,8%, в пепловых прослойках – 0,6-1,1%.

По проектным данным, при подъеме уровня воды до максимальной отметки, общая площадь безвозвратных потерь почв, включая площадь затопления, должна достигнуть до 10 кв. км.

В зону затопления главным образом попадают горно-тундровые торфянисто-перегнойные, торфянисто-глеевые и болотные низинные почвы.

**Методика.** Исследования проводилось путем геохимического опробования ключевых участков. Метод ключевых участков был выбран по двум причинам. Во-первых, район работ отличается сложным геолого-гидрогеологическим строением, большой мозаичностью почвенного покрова и сильно расчлененным рельефом: перепады высот достигают более 1000 м. Во вторых, очень сжатый график полевых работ не позволяет провести сплошное кондиционное опробование. Первое (фоновое) опробование проводилось до начала строительных работ, практически на ненарушенной территории, в августе – сентябре. Второе опробование проводилось спустя 5 лет по профилям (ключевым участкам) на этапе начала заполнения водохранилища, в те же календарные сроки.

В ходе полевых работ было выделено 6 природно-территориальных комплексов (ПТК) [4,5].

1. Горно-долинный ПТК.
2. ПТК горных склонов.
3. ПТК пойм и пересыхающих водоемов.
4. ПТК горных цирков и замкнутых долин.
5. ПТК предгорных возвышенностей.
6. Техногенный ПТК.

В пределах каждого из выбранных ПТК заложены один или несколько профилей различной протяженности, что зависит от их площади и рельефа. В пределах этих профилей полностью проведен отбор проб почвообразующих пород и почв.

Опробование всех выделенных ПТК проводилось по стандартным методикам [6]. Исследовано и опробовано 607 точек наблюдения, отобрано более 580 проб почв, 535 почвообразующих грунтов. Лабораторный анализ проводился в Центральной лаборатории Камчатской поисково-съемочной экспедиции, имеющей сертификат на проведение экологических исследований. Пробы почв и грунтов подверглись полному спектральному анализу.

**Объекты или характеристики природно-территориальных комплексов (ПТК).** Первый из них, горно-долинный, наиболее широко представлен травянисто-кустарничковой тундрой с редкой стланиковой растительностью в котловине озера Толмачева и сухой лишайниковой тундрой в верхнем течении одноименной реки. Для него характерны горно-тундровые иллювиально-гумусовые почвы, преимущественно сформированные на современных озерных осадках и элювиально-делювиальных отложениях, а также аллювиально-дерновые почвы, перекрывающие современный аллювий. Этот комплекс подвергается наибольшему техногенному воздействию в результате формирования водохранилища, строительства и эксплуатации подъездных путей, плотины и здания станции.

ПТК горных склонов сформирован в среднем течении реки Толмачева на голоценовых базальтах, их шлаках и элювиально-делювиальных отложениях [1], которые перекрываются горно-лесотундровыми торфянистыми иллювиально-гумусовыми вулканическими почвами. Здесь преоб-

ладает стланиковая растительность с фрагментами высоко травя по тальвегам. На гольцах и шлаковых конусах преобладают лишайники [4]. Основная техногенная нагрузка приходится на нижнюю и среднюю часть левого борта реки и связана со строительством деривационного канала и фрагментов подъездных путей.

ПТК пойм и пересыхающих водотоков имеет спорадическое распространение, приурочен к фрагментам поймы между малым и большим водопадами, а также к зарастающим водоемам по периферии основного озера в маарах и воронках шлаковых конусов. Преобладающие почвы - аллювиально-дерновые. Техногенное воздействие вызвано резкими колебаниями уровня воды, начавшиеся после того, как река была зарегулирована, а также строительством и эксплуатацией дорог [4,5].

Четвертый ПТК - горных цирков и замкнутых долин - имеет локальное распространение на изучаемой площади и приурочен к маарам озер Чаша и Малая Чаша, а также к верхней части сопки с отметкой 712,4м. Данный ПТК интересен тем, что сочетает в себе особенности трех первых ПТК. При этом, он не подвергается прямому техногенному воздействию и поэтому может быть использован, как эталон для определения характера, формы и степени воздействия (таблица № 3).

ПТК предгорных возвышенностей достаточно широко распространен в западной части рассматриваемой территории - в среднем течении р. Толмачева, преимущественно на ее правом борту. Этот ПТК сформирован на ледниковых, реже водно-ледниковых образованиях [4,5] и представляет собой слабо всхолмленную поверхность, поросшую каменисто-березняком с подлеском. В пределах этого ПТК предполагается строительство плотины и других зданий станции, а также подъездных путей к ним. Здесь также расположен вахтовый поселок строителей. Последний из выделенных комплексов - Техногенный находится в «зачаточной» стадии своего развития. Он формируется в течение последних 5-7 лет преимущественно в пределах горно-долинного ПТК и комплекса предгорных возвышенностей, в меньшей степени, на данный момент, внедрился в ПТК горных склонов и пойм и зарастающих водоемов.

**Обсуждение результатов.** Анализ сравнительных таблиц средних содержаний микроэлементов в почвообразующих грунтах и почвах показывает, что в пределах ПТК, где не производились масштабные земляные работы, связанные с перемещением и перемешиванием значительных объемов грунта, а также где отсутствует воздействие автотранспорта, средние содержания изменились незначительно (таблица №1, 2). Сюда относится горно-долинный ПТК на озерном аллювии, где преобладает влияние от изменения уровня воды в озере, и практически не производилось земельных работ, ПТК горных склонов, в пределах которого на момент исследований была произведена лишь шурфовка, ПТК горных цирков и замкнутых долин, который не подвергается прямому воздействию вообще. ПТК предгорных возвышенностей впервые был опробован в процессе образования водохранилища, поэтому у нас не было возможности провести сравнительный анализ. Однако мы полагаем, что по своим характеристикам он близок к горно-долинному ПТК на озерных отложениях. В пределах ПТК, где присутствует воздействие, в зависимости от его характера, наблюдается очень слабая тенденция к накоплению элементов, которые принято относить к «техногенным», и значительное снижение содержания элементов, которые определяют биогеохимическую активность ПТК.

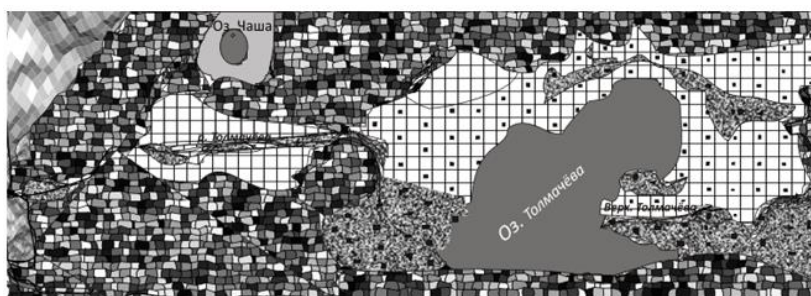


рис. 2 Природно-территориальные комплексы выделенные в долине р. Томачёва.







-  - ПТК горно-долинный   
  - ПТК горных цирков и замкнутых долин  
 - ПТК горных склонов   
  - ПТК пойм пересыхающих водоемов  
 - Потенциально затопляемая территория   
  - ПТК предгорных возвышенностей

Таблица № 1. Средние содержания микроэлементов (мг/кг) в коренных породах и подпочвенных образованиях бассейна озера Толмачева (до образования водохранилища/в процессе образования водохранилища).

Микроэлементы	Кол-во Проб (n)	Cu	Pb	Zn	V	Bi	Cd	As	Co	Mn	Mo	Ni	Ba	Ag	Sr	Ti	Cr	Be
Кларки элементов в литосфере [8]	-	47	16	83	90	2,1	0,13	7,1	18	1000	1,1	58	650	0,07	340	4500	83	3,8
Среднее содержание элементов в базальтах и шлаках в бассейне оз. Толмачева (Базаркин, 1994г.)	-	46	15	55	130	-	-	-	33,5	575	1,25	35	500	0,3	617	3917	198	н
В зоне затопления (Горно-долинный ПТК).	>=50 >40	46 38	27 25	36 40	95 70	-	-	-	11,4 13	877 725	1,1 1	16,3 18,8	600 700	0,005 н	345 125	3270 3000	240 45	1 1
На площади воздействия от строительства и эксплуатации дороги, отсыпки плотины, земляных работ. (ПТК пойм и пересыхающих водотоков)	>70 >70	26 43	32 27	30 47	98 63	-	-	-	2,8 22	600 900	1 1	9,6 17	660 800	0,1 0,06	116 117	6330 3000	183 33	1,5 1,2
На площади воздействия от строительства деривационного канала, грр, карьера. (ПТК Горных склонов).	>50 >130	50 44	24 20	32 42	80 86	-	-	-	7,2 16	910 760	1,15 1	12 15	676 700	0,01 н	265 90	5590 3400	212 40	1,5 1,2
В подпочвенных образованиях района строительства МГЭС-3 (ПТК предгорных возвышенностей).	- >90	- 34	- 26	- 41	- 67	-	-	-	- 14	- 400	- 1,0	- 20	- 670	- 0,07	- 114	- 3430	- 51	- 0,9
На участках, где техногенное воздействие отсутствует. (ПТК Замкнутых долин).	37 37	36 43	14 27	42 53	113 63	-	-	-	16,6 13	1250 470	1 1	11,5 15	383 800	0,015 0,03	350 100	6333 2700	136 50	н 1

\* «-» - опробование не проводилось.

«н» — элемент не обнаружен

Так, для почв горно-долинного ПТК (на аллювиально-дерновых почвах), который испытывает наибольшее влияние строительства и эксплуатации плотины и дорог, наблюдается увеличение концентрации свинца (Pb) в 2 раза, цинка (Zn) в 2,8 раз, меди (Cu) в 1,6 раза, кобальта (Co) в 1,6 раза, никеля (Ni) в 1,8 раза (таблица № 2). Интересно отметить, что для почвообразующих грунтов и почв ПТК замкнутых долин и цирков тоже наблюдается некоторая тенденция к увеличению содержания свинца, цинка, бария и висмута, причем среднее содержание свинца (Pb) увеличилось в 2 раза (таблица № 1).

В целом для всех ПТК наблюдается снижение суммарного содержания микроэлементов в почвообразующих грунтах и почвах, что сказалось на коэффициентах радиальной дифференциации (Rp), т.е. на особенностях миграции и накопления микроэлементов. Рассчитывается он следующим образом:  $R_p = C_i / C_{ip}$ ,  $C_i$  — содержание данного элемента в породе или почве,  $C_{ip}$  — содержание того же элемента в подстилающей породе или в почвообразующих грунтах [7]. При сравнении суммарных  $\sum R_p$  выделенных ПТК до образования и в процессе образования водохранилища (таблица № 3), выяснилась интересная особенность: для ПТК замкнутых долин и цирков, где прямое воздействие отсутствует, отношение суммарных коэффициентов радиальной дифференциации ( $\sum R_p$  (до

образ. водохранил.) /  $\sum R_p$  (в процессе образ. водохранил.), вне зависимости от типа почвообразующих пород, равна 1,4. Аналогичная ситуация наблюдается и с горно-долинным комплексом на озерных отложениях (район затопления).

На момент опробования и в процессе образования водохранилища уровень воды в озере поднялся на 0,5-0,6 м., что не оказало существенного влияния на особенности миграции и накопления микроэлементов в грунтах комплекса. Здесь соотношение  $\sum R_p$  (до образ. водохранил.) /  $\sum R_p$  (в процессе образ. водохранил.) равно 1,3. В пределах того же горно-долинного ПТК и ПТК горных склонов, где определенное воздействие присутствует (строительство и эксплуатация плотины и подъездных путей), соотношение  $\sum R_p$  (до образ. водохранил.) /  $\sum R_p$  (в процессе образ. водохранил.) достигает 3.

Самое значительное воздействие претерпел ПТК пойм и зарастающих водоемов после перекрытия реки плотинной. Пойма пересохла, в результате чего изменились особенности миграции и накопления микроэлементов в системе порода-почва. Соотношение  $\sum R_p$  (до образ. водохранил.) /  $\sum R_p$  (в процессе образ. водохранил.) для этого ПТК в верхнем течении (на озерных отложениях) равно 0,55, что указывает на увеличение накопительных способностей почвы в 2 раза в процессе образования водохранилища.



Таблица № 2. Средние содержания микроэлементов (мг/кг) в почвах бассейна реки Толмачева (до образования водохранилища/ в процессе образования водохранилища).

Микроэлементы	Cu	Pb	Zn	V	Bi	Cd	As	Co	Mn	Mo	Ni	Ba	Ag	Sr	Ti	Cr	Be
Распространенность элементов в почвах [9].	20	10	50	100	5	0,5	5	10	85	2	40	500	0,1	300	460	200	6
Фоновые содержания элементов в Почвах Камчатки. Юж. Провин. Центральный р-н [10]	40,66	10,51	45,26	69,66	-	-	-	5,89	515,1	1,56	6,92	-	0,08	65,14	1924,1	10,72	-
В почвах зон затопления (горно-долинный ПТК на горно-тундровых иллювиально-гумусовых почвах)	<u>42</u> 37	<u>16</u> 19	<u>34</u> 34	<u>60</u> 96	-	-	-	<u>16</u> 19	<u>920</u> 514	<u>1,0</u> 1,0	<u>16</u> 19	<u>830</u> 714	<u>0,1</u> 0,01	<u>423</u> 150	<u>7090</u> 3860	<u>230</u> 73	<u>0,06</u> 0,9
В почвах, подверженных воздействию при строительстве и эксплуатации дорог и отсыпки плотины (горно-долинный ПТК на иллювиально-дерновых почвах)	<u>36</u> 58	<u>11</u> 22	<u>30</u> 83	<u>140</u> 70	-	-	-	<u>9</u> 15	<u>740</u> 483	<u>1,0</u> 1,0	<u>9,0</u> 16	<u>660</u> 660	<u>1,4</u> н	<u>200</u> 170	<u>7200</u> 3330	<u>160</u> 65	<u>0,5</u> 0,8
На площади планируемого деривационного канала (ПТК горных склонов на горно-лесотундровых, торфянистых иллювиально-гумусовых вулканических)	<u>46</u> 43	<u>13</u> 21	<u>32</u> 37	<u>101</u> 76	-	-	-	<u>16</u> 19	<u>860</u> 471	<u>1,0</u> 1,1	<u>10</u> 14	<u>556</u> 729	<u>0,08</u> 0,03	<u>588</u> 164	<u>8375</u> 3714	<u>189</u> 53	<u>0,4</u> 0,6
На площади строительства зданий МГЭС (ПТК пойм и пересыхающих водотоков на иллювиально-дерновых почвах)	<u>41</u> 46	<u>14</u> 23	<u>130</u> 40	<u>112</u> 90	-	-	-	<u>15</u> 22	<u>915</u> 530	<u>1,0</u> 1,0	<u>11,5</u> 25	<u>597</u> 700	<u>0,43</u> 0,08	<u>407</u> 167	<u>7366</u> 3670	<u>180</u> 83	<u>0,39</u> 0,7
На площади строительства плотины МГЭС-3 (ПТК предгорных возвышенностей)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
На участках, где техногенное воздействие отсутствует (ПТК замкнутых долин).	40 40	14 27	34 47	150 80	-	-	-	18 17	1140 700	1,0 1,0	11 18	540 700	0,14 0,07	420 133	6800 3670	140 57	0,6 1,0

Таблица № 3. Суммарные коэффициенты радиальной зависимости для различных ПТК.

ПТК	Для почв на базальтах и их шлаках (β)		Для почв на озерных отложениях (α)		ΣR <sub>p</sub> (до образ. водохранил.) ΣR <sub>p</sub> (в проц. образ. водохр.)	
	До образования водохранилища	В процессе образования водохранилища	До образования водохранилища	В процессе образования водохранилища	β	α
Горно-долинный ПТК	8.30	2.70	28.90	21.63	3.07	1.30
ПТК горных склонов	9.09	2.86	27.00	8.64	3.20	3.125
ПТК замкнутых долин и цирков	5.95	4.42	19.50	14.40	1.40	1.40
ПТК пойм и зарастающих водоемов	8.30	2.90	17.78	31.86	2.90	0.55
ПТК предгорных возвышенностей	-	6.56	-	22.30	-	-

Хотя для всех других ПТК, включая ПТК пойм и зарастающих водоемов, только в нижнем его течении, где еще была вода, эта способность уменьшилась с 1.3 до 3.5 раз.

Все вышесказанное позволяет предположить, что наряду с естественными сезонными изменениями геохимической активности выделенных ПТК наблюдаются и геохимические изменения, вызванные техногенным воздействием на комплексы. Таким образом, выявлена тенденция к накоплению техногенных элементов и одновременному снижению элементов, определяющих геохимическую активность ПТК: Ag, Mn, Ti, V. Последнее приводит к изменению R<sub>p</sub> (накопительных способностей почвы), зависящих как от сезонных колебаний, так и от степени и характера воздействия на комплекс (таблица №3).

В ходе геохимических исследований выявлено:

1. Работы по строительству и эксплуатации плотины, связанные с перемещением и перемешиванием грунтов, оказывают влияние на характер миграции и накопления микроэлементов в почвообразующих грунтах и почвах.

2. Наличие связи между значением суммарного коэффициента радиальной дифференциации конкретного ПТК и степенью и характером техногенного воздействия на него.

3. На момент исследований наиболее подверженными техногенному воздействию оказались почвы и почвообразующие породы горно-долинного ПТК и комплекса пойм и пересыхающих водоемов.

**Гидрохимический мониторинг.** По результатам исследований на площади строительства Толмачевских МГЭС до образования водохранилища были выделены три группы поверхностных вод, различающихся по типу питания.

1. С преобладающим питанием за счет инфильтрации атмосферных осадков.

2. С преобладающим питанием за счет подземных вод.

3. Со смешанным типом питания.

До образования водохранилища было отобрано всего 9 проб воды на полный химический анализ и спектральный анализ на 34 микроэлемента сухого остатка.

В процессе образования водохранилища было проведено повторное гидрохимическое опробование в пределах распространения выделенных типов вод. Было отобрано 13 проб воды на полный химический анализ и 7 на спектральный анализ на 34 микроэлемента сухого остатка. Результаты химического и спектрального анализов воды приведены в таблицах 4 и 5.

Таблица № 4. Сравнительная таблица основных гидрохимических характеристик поверхностных вод в бассейне озера Толмачева.

Типы поверхностных вод	Усредненная формула ДО образования водохранилища	Усредненная формула в В процессе образования водохранилища	Средняя Ph		Средняя минерализация (мг/л)		Содержание SiO <sub>2</sub> (мг/л)	
			до образ. водохранил.	в проц. образ. водохр.	до браз. водохран.	в проц. образ. водохр.	до браз. водохран.	в проц. образ. водохр.
С преобладанием атмосферного питания (снег)	HCO <sub>3</sub> 56 Cl 43	HCO <sub>3</sub> 67 SO <sub>4</sub> 17 Cl 16	6.55	5.63	0.0087	0.014	0.0031	0.0012
	Na 50 NH <sub>4</sub> 37 Ca 25	Na 62 NH <sub>4</sub> 18 K 13						
Со смешанным типом питания	HCO <sub>3</sub> 76 Cl 22	HCO <sub>3</sub> 76 SO <sub>4</sub> 13 Cl 11	6.48	6.74	0.036	0.34	0.03	0.0076
	Na 63 Ca 12 K 11 Mg 8	Na 48 Mg 21 Ca 20 K 7 NH <sub>4</sub>						
Водоносный комплекс со смешанным типом питания	–	HCO <sub>3</sub> 50 SO <sub>4</sub> 14 Cl 11 Na 52 Ca 19 Mg 18 K 7 NH <sub>4</sub> 4	–	7.13	–	0.032	–	0.0063
С преобладанием подземного питания	HCO <sub>3</sub> 75 Cl 18 NO <sub>3</sub> 6	HCO <sub>3</sub> 74 SO <sub>4</sub> 15 Cl 12	7.7	6.8	0.06	0.044	0.014	0.011
	Na 46 Ca 28 Mg 20	Na 42 Ca 33 Mg 19 K 4 NH <sub>4</sub> 3						

Анализ данных из таблицы 4 показывает, что за время строительства несколько изменился макро компонентный состав вод во всех трех группах. Если ДО образования водохранилища во всех трех группах преобладал гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый состав воды, то в процессе образования водохранилища состав воды стал гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридно-натриевый.

Кроме того, наблюдается увеличение минерализации для 2-х групп вод. Минерализация для групп с преобладанием атмосферного питания увеличилась в 1,6 раза. Учитывая, что эту группу представляют пробы снега, отобранные во время снегопада и из снежника-перелетка,

можно утверждать, что повышение минерализации в атмосферных осадках связано с повышением запыленности атмосферы в районе строительства. В водах со смешанным типом питания (пробы из озера и р. Толмачева) до перекрытия реки, в период строительства плотины, также наблюдается увеличение минерализации в 9,6 раза. Учитывая, что в процессе образования водохранилища, в период опробования, осадков выпало в три раза больше, чем в прошлый сезон (по данным метеопоста р. Толмачева), можно однозначно утверждать, что это изменение носит техногенный характер.

Таблица № 5. Среднее содержание ряда микроэлементов (мг/л) в поверхностных водах Толмачевского дола.

микроэлементы	ДО образования водохранилища	В процессе образования водохранилища	пдк для воды [11]
Cu	0.0003	0.0012	0.01 (0.1)
Pb	0.0002	0.0019	0.03 (0.1)
Zn	0.0021	0.0016	0.01 (1.0)
V	0.0004	0.0015	0.1
Bi	0.00003	0.00009	0.1 (0.5)
Cd	н/о	н/о	0.01 (0.01)
As	0.001	н/о	(0.05)
Co	н/о	0.00008	0.01 (0.1)
Mn	0.00045	0.0063	0.1
Mo	0.00006	0.00004	0.25
Ni	0.0002	0.0009	0.01 (0.1)
Ba	0.008	0.0192	0.1
Ag	0.00001	0.00004	0.05
Sr	0.011	0.0102	7.0
Ti	0.004	0.036	(0.1)
Cr	0.00014	0.0306	0.5 (Cr+3)
Be	н/о	н/о	0.0002
Суммарное содержание микроэлементов	0.02789	0.10965	–

Это же подтверждают следующие факты: для комплекса вод с преобладающим подземным питанием, который пока не испытывает прямого техногенного воздействия, минерализация несколько уменьшилась (таблица № 4). Далее, опробование р. Толмачева, проведенное после ее перекрытия, показало падение минерализации до уровня, когда никаких работ еще не проводились, что вызвано, с одной стороны, увеличением объема воды выше плотины, а с другой, уменьшением воздействия от отсыпки грунта.

Кроме того, после перекрытия, в воде р. Толмачева увеличилось значение рН до 7.13.

Это говорит о том, что участок реки выше плотины переходит из состояния водотока со смешанным питанием в водохранилище с преобладанием подземного питания (таблица № 4). Из таблицы № 5 видно, что происходит увеличение содержания большинства рассматриваемых элементов, за исключением Zn, As, Mo, Sr. В процессе образования водохранилища суммарная концентрация микроэлементов возросла почти в 4 раза. Однако ни по одному

элементу превышение ПДК не наступило. Наблюдается тенденция к смешению выделенных групп поверхностных вод из-за подъема уровня озера, увеличению концентрации

гостируемых микроэлементов и, соответственно, рост минерализации поверхностных вод.

#### Литература:

- 1.443. Шеймович, В.С., Геологическое строение и полезные ископаемые листа N - 57- XXXI1. Окончательный отчет о геологической съемке среднего масштаба, проведенной Опалинской партией в 1971-1973 гг / В.С. Шеймович, Патока М.Г. Соловьев Г.С. Тимошек М.И. Успенская Г.И. Зеленская О.С. Степанов Н.И. Соколова Т.В. // (ВГФ, ТГФ). Ф. КПГО. П-К. 1974. ФГУ «КамТФГИ» - геол. фонды. 1т – 435с., 11т – 96с.
- 2.126. Матвиенко, А.А. Отчет о крупномасштабной геологической съемке на листах N - 57-112- А; N- 57 - 112-В- а,б; N - 57- 111- Г-б. (Апачинская партия, 1975-1977 гг.) / А.А. Матвиенко, Дубров В.И. Ярыш Г.В. Коба И.Ф. // (ВГФ, ЕГФ). П-К. 1977. ФГУ «КамТФГИ» - геол. фонды. Том I -329 с. 10 с. текст. прил., Т II – 212 с. текст. прил.
- 3.288. Матвиенко, А.А., Отчет по геологической съемке и поискам крупного масштаба, проведенных Правобыстринской партией в бассейнах рек Половинки, Правой Быстрой, Среднего ручья в 1977-1979 гг.(листы N-57-101-А,Б,В,Г; N-57-113-А). / А.А. Матвиенко, Дубров В.И., Сапожникова Л.П., Черпак В.П., Зуева И.М. // (ВГФ, ТГФ, ГСЭ). П-К. 1979. ФГУ «КамТФГИ» - геол. фонды. 280 с., 115 с. текст. прил.
- 4.Базаркин, В.Н., Отчет о НИР по теме: Оценка воздействия на окружающую среду при строительстве и эксплуатации Толмачевской МГЭС / В.Н. Базаркин, А.С.Валенцев, Э.С.Гришина, Н.В.Казаков, Е.М.Марычева, Т.В.Павленко, Ю.В.Савенкава, Б.А.Шейко // Петропавловск-Камчатский, 1993. 60 с. Фонды КФ ТИГ ДВО РАН.
- 5.Базаркин, В.Н., Отчет о НИР по теме: Экологический мониторинг, подверженной воздействию каскада Толмачевских малых ГЭС / В.Н.Базаркин, Е.В.Дульченко, А.П. Мартыщенко, А.В. Лебедько Э.С.Гришина // Петропавловск-Камчатский, 2000. 63 с. Фонды КФ ТИГ ДВО РАН.
- 6.Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1: 1000 000. ИМГРЭ // Москва - 1999. 104 с.
- 7.Гаврилова, И.П., Практикум по геохимии ландшафта / И.П. Гаврилова, Н.С. Касимов // МГУ им. М.В. Ломоносова, ГФ, Москва – 1989. 72 с.
- 8.Добровольский А.А. География микроэлементов. Глобальное рассеяние / А.А. Добровольский // М.: Мысль 1987. 272с.
- 9.Виноградов, А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах / А.П. Виноградов // М., Изд-во АН СССР, 1957. 203 с.
10. Захарихина, Л.В., Литвиненко Ю.С. Генетические и геохимические особенности почв Камчатки / Л.В. Захарихина, Ю.С. Литвиненко; Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН. – М. : Наука, - 245 с. ISBN 978-5-02-037474-4 (в пер.)
11. Санитарные нормы химических веществ в почве. САН11 и Н42-128 443387. Москва 1988. 7с.