

Наибольший интерес в рассматриваемом аспекте представляют данные о минералогическом составе песчано-алевритовой части московской морены. Эти образования изредка отмечаются среди материнских пород дерново-подзолистых почв заповедника. Качественный состав фракций сходен. Содержание легких минералов в них достигает 98,5—99,7%, на долю тяжелых приходится 0,43—1,50%. Среди легких минералов кварц составляет 80,8%, полевые шпаты — 11,8, биотит — до 0,4, карбонаты — 3,9%, остальные минералы — доли процента.

Среднее содержание микроэлементов в валовых образцах московской морены в бассейне Березины, по данным А. В. Матвеева [61], составляет (%): Be  $2 \cdot 10^{-4}$ , Mn  $1,7 \cdot 10^{-2}$ , Pb  $1 \cdot 10^{-4}$ , Ga  $2,8 \cdot 10^{-5}$ , V  $3,9 \cdot 10^{-3}$ , Ti  $3,4 \cdot 10^{-1}$ , Ni  $3,8 \cdot 10^{-3}$ , Zr  $4 \cdot 10^{-2}$ , Sr  $1,2 \cdot 10^{-2}$ , Ba  $5,4 \cdot 10^{-3}$ , Cr  $3,6 \cdot 10^{-3}$ .

Детальной характеристики водно-ледниковых отложений для верховьев Березины нет. Средний же химический состав флювиогляциальных разновозрастных песков Белорусского Поднепровья, по данным С. Г. Дромашко [35], составляет (%): SiO<sub>2</sub> 89,86, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3,60, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,78, FeO 0,20, TiO<sub>2</sub> 0,14, CaO 1,17, MgO 0,73, Na<sub>2</sub>O 0,58, K<sub>2</sub>O 1,33, H<sub>2</sub>O 0,55, п.п.п. 1,21. Среднее содержание микроэлементов во флювиогляциальных отложениях Поднепровья составляет ( $n \cdot 10^{-3}\%$ ): Ni 0,8, Co не опр., Cr 1,5, V 0,7, Mn 16,8, Ti 51,07, Cu не опр.

#### **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СОВРЕМЕННЫХ ПОКРОВНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ**

Для дерново-подзолистых почв плакоров и водораздельных участков, как известно, основным источником микроэлементов являются нижележащие горизонты, из которых микроэлементы поступают в основном с растворами, транспортируемыми корневой системой растений. Естественно, что почвогрунты, развитые на моренных суглинках, обладают повышенными содержаниями микроэлементов в сравнении с почвенными разностями, имеющими в качестве материнских флювиогляциальные и аллювиальные пески (табл. 2).

Характер питания полугидроморфных и гидроморфных ландшафтов, приуроченных к склоновым участкам и поймам Березины и ее притоков, а также к некоторым западинам и озерным террасам, усложняется. Наряду с

Таблица 2

Среднее содержание микроэлементов в покровных отложениях  
и в основных генетических горизонтах почв, г/т

Почвенный горизонт, фация (почвоматеринская порода)	Pb	Ni	Co	Cr	V	Mn	Cu	Зольность, %
<i>Дерново-подзолистые почвы на суглинках</i>								
A	6,1	5,9	3,9	14,0	18,5	860	3,2	не опр.
B	5,5	7,0	2,8	17,0	16,5	210	2,7	»
C	6,1	5,9	3,2	12,0	14,5	210	2,4	»
<i>Дерново-подзолистые почвы на песках</i>								
A	4,0	2,1	0,7	4,2	9,4	386	1,6	»
B	1,7	3,1	0,9	2,3	10,5	237	1,3	»
C	2,1	2,6	0,4	4,1	9,6	187	1,9	»
<i>Дерново-луговые (аллювиальные) почвы на песках</i>								
A	4,80	4,1	1,0	12,3	18,9	610	2,8	»
B	2,40	2,7	1,6	8,3	18,4	563	2,1	»
C	1,70	2,5	1,8	5,0	17,2	704	1,3	»
<i>Верховые болота*</i>								
Сфагнум на кочке	167,0	61,6	10,3	40,7	67,6	5333,0	105	3,1
Очес (кочка)	167,0	100,0	11,3	73,3	133,3	5166,6	200	3,5
Мортмасса (кочка)	100,0	40,0	11,0	32,5	42,5	600,0	82	6,8
Межкочечный сфагнум	90,0	35,0	10,0	33,3	38,3	600,0	62	5,2
<i>Низинные болота</i>								
Растения на кочке	133,5	34,0	6,7	38,3	75,0	7670,0	75	6,57
Очес (кочка)	123,3	30,0	9,7	45,0	58,3	2700,0	72	10,1
Мортмасса (кочка)	93,3	13,3	8,3	15,0	51,0	2167,0	38	18,0
Межкочечное вещество	110,0	11,5	6,8	20,0	34,0	1000,0	45	26,4
Торф, глубина 5—15 см	15,5	4,5	—	9,0	16,0	285,0	8	68,8
Песок, глубина 30—40 см	—	3,15	—	—	13,5	165,0	0,8	—
Песок, глубина 90—110 см	—	2,5	—	—	10,5	162,0	1,4	—

\* Данные для болот приведены в расчете на золу.

атмосферными осадками на них влияет жидкий и твердый боковой сток с водораздельных и плакорных участков. Таким ландшафтам на территории заповедника свойствен неглубокий уровень залегания грунтовых вод, что, казалось бы, должно резко обогащать микроэлементный состав этих почвогрунтов. Тем не менее это не влияет на концентрацию анализируемых химических элементов. Так, величины их содержаний для соответствующих морфологических горизонтов почв и подстилающих пород занимают промежуточное положение между дерново-подзолистыми почвами на суглинках и дерново-подзолистыми на песках.

Болотные ландшафты заповедника по характеру питания занимают диаметральные позиции: в низинные поступают сложные и разнообразные вещества, в то время как верховые торфяники получают влагу и химические элементы только метеорным путем. В этой связи верховые торфяники, нарастая вверх, представляют собой эффективную ловушку для всех антропогенных веществ, выпадающих из атмосферы.

Предварительный анализ концентраций химических элементов в поверхностных фациях болотных массивов свидетельствует о явном преобладании этих элементов в низинных болотах. Что касается концентраций в различных образованиях верховых болот, то эти величины могут в первом приближении свидетельствовать о техногенных веществах, выпадающих из атмосферы.

Величины концентраций микроэлементов в покровных образованиях заповедника (табл. 3—5) в общем согласуются со значениями, установленными предшествующими исследованиями для территории региона в целом [55].

Свинец. Кларк свинца в земной коре 16 г/т по А. П. Виноградову [23], в платформенном чехле Белоруссии 20 [17], в поверхностных образованиях Северной геохимической провинции 10 г/т. Величины распределения свинца в анализируемых пробах колеблются от 3,8 до 11,0 г/т. Такого же порядка средние величины его содержания в болотных отложениях. В 40% всех проб присутствие этого элемента ниже предела обнаружения метода.

Интересно отметить, что первые ландшафтно-геохимические исследования на территории республики [27, 28] показали, что величины содержания свинца, достаточные для обнаружения, присущи были лишь немногим

Таблица 3

## Содержание микроэлементов в дерново-подзолистых почвах, г/т

№ шурфа, прикопки	Глубина, см	Pb	Ni	Co	Cr	V	Mn	Cu
<i>Почвы на суглинках</i>								
21	5—15	6,1	5,9	3,9	14,0	18,5	860	3,2
	34—44	5,5	7,0	2,8	17,0	16,5	210	2,7
	95—100	6,1	5,9	3,2	12,0	14,5	210	2,4
24	0—10	—	7,5	4,2	12,0	16,0	950	1,5
	15—25	—	8,5	4,2	10,0	16,0	600	8,0
	30—55	6,5	10,0	5,1	10,0	18,0	550	4,5
	70—100	—	7,2	4,5	10,0	13,0	500	2,0
<i>Почвы на песках (плакоры)</i>								
4	5—15	7,6	5,1	3,7	12,0	14,0	1000	3,5
	35—45	5,1	5,0	—	—	12,0	280	2,2
	100—120	4,5	4,4	—	—	9,6	153	2,6
5	2—5	6,1	—	—	—	7,6	400	1,4
	15—25	3,8	4,0	—	—	7,0	150	1,1
6	100—120	4,1	—	—	—	5,9	140	0,8
	10—20	5,1	4,1	—	12,0	10,0	650	3,7
	35—85	4,8	4,4	—	13,0	11,0	330	2,8
17	120—140	5,5	4,8	—	10,0	9,0	315	2,9
	3—8	11,0	—	—	—	6,7	320	1,4
	15—25	—	7,2	—	1,5	14,0	185	3,3
	60—100	—	—	—	1,2	9,6	185	1,2
18	120—180	—	—	—	—	6,3	115	7,5
	2—7	5,8	—	—	—	9,6	100	1,7
	15—40	—	4,5	—	—	13,0	110	1,1
	60—90	—	—	—	—	7,6	90	0,7
22	110—130	—	4,3	—	13,0	16,0	110	2,3
	0—12	—	2,5	—	—	10,0	300	0,2
	15—25	—	3,1	—	—	12,0	300	0,2
	30—75	—	4,2	4,2	—	12,0	200	0,1
	75—120	—	3,7	—	—	11,0	150	0,1
<i>Почвы на песках (склоны)</i>								
3	5—10	4,3	—	—	—	4,7	105	1,7
	15—20	—	—	—	—	5,1	87	0,4
	20—25	4,1	—	—	—	7,6	85	0,4
	40—50	4,5	—	—	—	7,6	290	1,2
7	100—140	—	—	—	—	4,8	91	0,4
	5—15	4,5	—	—	—	4,3	80	0,5
	32—38	—	—	—	—	8,0	110	1,2
	55—65	—	—	—	—	5,3	140	0,9
19	150—170	9,5	—	—	—	7,0	130	1,8
	5—15	—	—	—	—	6,0	75	0,6
	30—50	—	3,3	—	—	8,5	90	0,7
	100—135	—	3,7	—	—	11,0	100	0,9

№ шурфа, прикопки	Глубина, см	Pb	Ni	Co	Cr	V	Mn	Cu
<i>Почвы на песках (склоны)</i>								
23	0—15	—	4,0	—	10,0	15,0	270	1,4
	15—40	5,0	4,5	4,2	10,0	13,0	430	0,3
	40—80	—	4,2	—	—	13,0	200	0,2
	90—120	—	0,5	—	12,0	12,0	250	0,3

Таблица 4

## Содержание микроэлементов в болотных образованиях, г/т

№ пробы	Фация, глубина, см	Pb	Ni	Co	Cr	V	Mn	Cu	Зольность, %
<i>Низинное болото</i>									
12	Сфагнум на кочке	120	35	4,0	40	70	9000	90	5,69
	Мортмасса (кочка)	120	30	6,0	35	60	3500	90	7,14
	Кочка разложившаяся	120	15	11,0	20	60	2800	50	9,08
	Межкочечное вещество	80	20	12,0	25	13	1200	60	7,50
13	Сфагнум на кочке	140	25	5,0	35	65	7000	70	6,02
	Мортмасса (кочка)	250	42	11,0	70	80	600	65	5,97
	Кочка разложившаяся	120	22	8,0	25	70	2500	50	11,57
14	Межкочечное вещество	120	18	8,0	35	80	1500	70	9,58
	Сфагнум на кочке	140	42	11,0	40	90	7000	65	8,04
	Мортмасса (кочка)	100	18	12,0	30	35	4000	60	17,36
	Кочка разложившаяся	40	3	6,0	—	22	1200	13	33,61
15	Межкочечное вещество	130	3	—	—	10	300	6	62,60
	Песок, 20—25	—	—	—	—	7,4	95	0,5	—
	Торф, 5—15	20	6	—	18	22	550	10	68,79
	Песок, 25—30	—	6,3	—	—	18	220	1,3	—
16	Песок, 45—60	—	—	—	—	9,0	120	1,2	—
	Торф, 5—25	11	3	—	—	10	20	3	88,81
	Песок, 30—40	—	—	—	—	9	110	1,1	—
	Песок, 90—110	—	5	—	—	11	205	2,7	—
<i>Верховое болото</i>									
9	Сфагнум на кочке	100	35	10	35	38	400	45	2,76
	Мортмасса (кочка)	200	130	12	100	180	6000	200	2,98
	Межкочечное вещество	100	40	10	35	45	1000	100	3,59
10	Сфагнум на кочке	100	90	10	42	65	6000	150	3,38
	Мортмасса (кочка)	100	90	10	60	120	6000	200	3,68
	Кочка разложившаяся	100	40	11	30	40	800	120	6,52
	Межкочечное вещество	70	30	10	30	32	800	40	6,32
11	Сфагнум на кочке	300	60	11	45	100	10000	120	3,20
	Мортмасса (кочка)	200	80	12	60	100	3500	200	3,82
	Кочка разложившаяся	100	40	11	35	45	400	45	7,07
	Межкочечное вещество	100	35	10	35	38	400	45	5,69

Содержание микроэлементов в дерново-луговых  
(аллювиальных) почвах, г/т

№ шурфа, прикопки	Глубина, см	Pb	Ni	Co	Cr	V	Mn	Cu
<i>Высокая пойма</i>								
1	0—30	—	—	—	—	4,7	130	0,3
	60—80	6,1	5,6	3,4	1,7	25,0	350	0,1
	110—180	—	—	—	—	5,8	130	0,5
<i>Центральная пойма</i>								
8	10—20	8,5	5,4	—	17,0	14,0	1000	2,4
	45—55	—	—	—	—	9,0	290	1,1
	80—100	—	—	—	—	6,5	125	1,2
	120—160	—	—	—	—	6,5	185	1,2
<i>Низкая пойма (местами заболоченная)</i>								
2	5—15	5,8	7,0	3,0	20,0	38,0	700	5,7
	40—50	—	—	—	—	4,5	75	0,5
20	100—123	6,8	10,0	8,8	25,0	52,0	1000	2,9
	35—45	5,8	7,8	4,8	40,0	47,0	1900	8,0
	100—120	—	—	—	—	4,6	1500	0,7

пробам. В настоящее время свинец фиксируется в покровных образованиях большей части региона практически повсеместно, хотя чувствительность анализа для свинца осталась той же. Поэтому «стерильность» почти половины всех анализированных проб (в отношении свинца) свидетельствует о возможном принятии концентраций микроэлементов из покровных образований заповедника в качестве фоновых для региона, поскольку этот элемент является одним из распространенных глобальных загрязнителей. Попутно необходимо отметить, что все образцы из поверхностных фаций верхового болота содержат свинец в пределах от 90 до 167 г/т на золу (см. табл. 2) при средней зольности 4,5%. Несомненно, что его концентрация в данном случае формируется за счет атмосферных выпадений. Пока неизвестно, с какой интенсивностью осуществляется подобный процесс над этой же территорией в дотехногенное время.

Распределение свинца в горных породах и почвогрунтах свидетельствует о его концентрировании в гумусовом горизонте. Других четких закономерностей не наблюдается.

**Никель.** Кларк в литосфере 5,8 г/т, в платформенном чехле республики 14, в поверхностных образованиях севера региона 7 г/т. На территории заповедника установлен в 42% проанализированных проб. Его концентрации колеблются от 0,5 до 10,0 г/т. В почвенном профиле прослеживается некоторое увеличение содержания в горизонте В. В образцах из болотных ландшафтов никель присутствует во всех органогенных пробах и не обнаружен в песках, подстилающих мелкозалежные торфяники.

**Кобальт.** Кларк в литосфере 18 г/т, в платформенном чехле 1,5, в поверхностных образованиях Поозерья 3 г/т. Кобальт обнаружен в 25% проб. Величины его содержания заключены в пределы 2,8—8,8 г/т, причем наибольшие характерны для почвогрунтов, развитых на суглинках. Здесь он присутствует во всех горизонтах. Закономерностей в распределении по профилю не отмечается.

В болотных образованиях присутствует в большинстве проб, отсутствует в песках под торфяной покрывкой. Очень равномерны содержания кобальта для всех фаций верхового болота, а также низинного (около 10 г/т на золу). По-видимому, это свидетельствует о его поступлении в ландшафты заповедника в основном за счет атмосферных выпадений.

**Хром.** Кларк в литосфере 8,3 г/т, в платформенном чехле 9,5, в поверхностных образованиях Поозерья 3 г/т. Присутствует в 40% проб заповедника. Пределы его колебаний от 1,2 до 40 г/т. Наибольшие концентрации приурочены к дерново-аллювиальным оторфованным почвам поймы Березины.

Поведение этого микроэлемента в болотных образованиях напоминает поведение кобальта, хотя его абсолютные значения в несколько раз ниже.

**Ванадий.** Кларк в литосфере 90 г/т, в платформенном чехле 200, в поверхностных образованиях Поозерья 11 г/т. Обнаружен во всех пробах в довольно устойчивых концентрациях, которые соответствуют среднему содержанию этого элемента для региона.

Максимальные значения ванадия отмечаются в отдельных горизонтах аллювиальных песков и дерново-луговых почв.

**Марганец.** Кларк в литосфере 1000 г/т, в платформенном чехле региона 1600, в поверхностных образованиях Поозерья 520 г/т. Данные о распределении

марганца в почвогрунтах заповедника находятся в соответствии с содержанием этого элемента для территории Северной геохимической провинции. Наивысшие концентрации марганца отмечаются в гумусовом горизонте почв.

Медь. Кларк в литосфере 47 г/т, в платформенном чехле региона 50, в поверхностных образованиях Поозерья 5 г/т. На территории заповедника обнаружена во всех пробах, причем величины содержания довольно равномерные. В почвенном разрезе наблюдается тяготение повышенных концентраций меди к гумусовому горизонту.

Таким образом, поведение микроэлементов в поверхностных образованиях территории заповедника свидетельствует, во-первых, о том, что вариабельность их концентраций обусловлена фациальной изменчивостью верхнечетвертичных покровных пород. Во-вторых, предельные содержания микроэлементов в почвогрунтах заповедника незначительно отличаются от соответствующих средних значений для территории Северной геохимической провинции, что доказывает возможность привлечения геохимических данных из ландшафтов заповедника в качестве природных фоновых.

### АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Современные (голоценовые) речные осадки на территории заповедника связаны с деятельностью Березины и ее притоков (свыше 70), наиболее крупными из которых являются реки Сергуч (на большем протяжении канализированная), Смолянка, Песчанка, Великая, Жартайка, Лютка, общей протяженностью около 700 км. Мощность отложений поймы колеблется от 0,1 до 2,0 м. Отложения аллювия верхнеантропогенного возраста, слагающие I надпойменную террасу, имеют мощность 10—12 м.

Образование аллювия современной долины верхней Березины происходит в условиях преимущественного перемыва и переотложения песчаных и алевроитовых пород флювиогляциального и лимногляциального генезиса. Речная сеть формируется в условиях эрозии рельефа Верхнеберезинской низины и проявляет черты унаследованности, так как в разрезе антропогенной толщи распространено здесь до пяти горизонтов аллювиальных, озерно-аллювиальных, болотных и других отложений,