

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БОЛОТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

УДК 551.481:543

М. В. Шурова, Л. И. Инишева, Г. В. Ларина, О. А. Орт

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОД ТОРФЯНО-БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ГОРНОГО АЛТАЯ

Приводится анализ экспериментальных данных по химическому составу вод торфяно-болотных экосистем Турочакского района Республики Алтай.

Ключевые слова: торфяное месторождение, торф, болотные воды, зольность, химический состав, гуминовые кислоты и фульвокислоты.

Хорошо известно, что все природные воды представляют собой единое целое, однако их качественный и количественный состав определяется региональными особенностями. Так, болотные воды имеют ряд особенностей: они обогащены органическим веществом гумусовой природы, почти не содержат растворенного кислорода, имеют низкую минерализацию. Болота мира занимают 4 % суши и аккумулируют в себе около 4.3 тыс. км³ воды. Если принять во внимание, что в болотах только Западной Сибири заключено 1000 км³ болотной воды, а значительная часть пополнения стока рек происходит за счет стока с болот, то изучение вещественного обмена и ландшафтно-геохимической ситуации в торфяно-болотных экосистемах (ТБЭС), несомненно, представляет собой актуальный предмет исследования.

В процессе изучения химического состава болотных вод было выявлено, что к зональным факторам формирования химического состава болотных вод относятся: географическое и геоморфологическое положение болот; состав подстилающих пород; температурный режим, определяющий интенсивность биохимических процессов. Согласно А. И. Перельману [1], болотные воды по окислительно-восстановительным условиям представляют собой неравновесную систему, для которой характерны ассоциации окислителей (O₂, Fe³⁺) и восстановителей (растворенные гуминовые кислоты – ГК и Fe²⁺). Наличие большого количества гумусовых веществ специфической природы объясняет отсутствие в болотных водах баланса между катионными и анионными составляющими. Высокая обменная емкость ГК обеспечивает образование прочных комплексных соединений с ионами металлов. Именно комплексообразование с ГК играет решающую роль в процессах растворения, переноса и отложений элементов в зоне гипергенеза [2–4].

Болота Горного Алтая практически не изучены даже с позиций запасов торфа. Наибольшие площади болот были отмечены в северо-восточной части Горного Алтая, где выпадает большое количество осадков и значительна мощность снегового покрова при невысоких уклонах стока вод по сравнению с другими районами Горного Алтая. Некоторые исследователи считают, что условия в Горном Алтае малоблагоприятны для развития болотообразовательных процессов вследствие расчлененности рельефа, большого уклона стока, широкого развития в долинах рыхлых водопроницаемых отложений. Вместе с тем высказана и противоположная гипотеза о широком распространении болот в Горном Алтае [5]. Предполагается, что болота развиваются преимущественно в долинах рек и имеют современное происхождение.

В настоящее время процесс болотообразования происходит путем зарастания стариц и долинных озер, а также заболачивания суши, лесов и лугов. Как уже отмечалось выше, наибольшие площади болот известны в Серитории в местах отсутствия обширных межгорных впадин и эрозийного рельефа. Основные площади болот Юго-Восточного Алтая приходятся на Чуйскую котловину в Северо-Восточном Алтае [6]. Образование болот в Центральном Алтае объясняется наличием крупных межгорных впадин, занятых в ледниковый период водными бассейнами. Развитию болотообразовательных процессов в высокогорных степных долинах благоприятствует наличие вечномерзлого грунта.

С целью выявления геохимической ситуации на заболоченных территориях Горного Алтая в 2007 г. была проведена экспедиция по болотам Турочакского района Республики Алтай (рис. 1). Одной из задач исследований являлось изучение химического состава болотных вод. В качестве объектов исследований



Рис. 1. Схема расположения болот

были выбраны 3 низинных болота (Чойское, Баланах, Турочакское) и одно переходное – Кутюшское.

Болота расположены в долинах рек и в настоящее время процесс болотообразования идет путем зарастания стариц и долинных озер. Чойская торфяно-болотная экосистема имеет площадь 1380 га и мощность торфяной залежи – 4.1 м. Пробы болотной воды отбирались в пределах 1 м. Метровый слой сложен осоковым и древесно-осоковым торфом. Степень разложения в верхнем полуметровом слое достигает 30–45 %, вниз по профилю степень разложения может увеличиваться (табл. 1, точка 15), но может и снижаться (табл. 1, точка 17).

Торфа высокозольные, за исключением слоя 0–50 см (точка 17). Реакция среды близка к нейтральной и слабо щелочной. Имеются органо-минеральные отложения мощностью до 3 м. Образцы на химический анализ торфа и болотной воды взяты в трех точках и в протекающей по болоту р. Бирюля.

Торфяно-болотная система Баланах имеет площадь 193 га, глубину торфяной залежи более 5 м. Залежь сложена с поверхности травяным видом торфа. Качественные показатели торфа: невысокая степень разложения, значения зольности в пределах 21–26 %, рН-нейтральная. Образцы торфа и болотной воды отобраны в одной точке.

Турочакская ТБЭС имеет площадь 119 га и максимальную мощность торфяной залежи (до 7 м), в основании которой отмечается горизонт органо-минеральных отложений до 2.5 м. С поверхности залегают торфа осокового состава со степенью разложения 20–35 %, зольностью – до 42 %, рН – 5.5–5.9. Образцы на химический анализ торфов были отобраны в 6 точках, в двух взяты образцы болотной воды.

Кутюшская торфяно-болотная экосистема имеет смешанное атмосферно-грунтовое питание и характеризуется залежью переходного типа. Болото долинного типа, на котором процессом заболачивания охвачен весь тальвег верхней части долины с притоками. По Кутюшскому болоту протекают 3 реки (Большой и Малый Кутюш, р. Сия), которые впадают в р. Лебедь. Химический состав торфов получен в 7 точках (рис. 2), пробы воды отбирались на реках, протекающих по болоту.

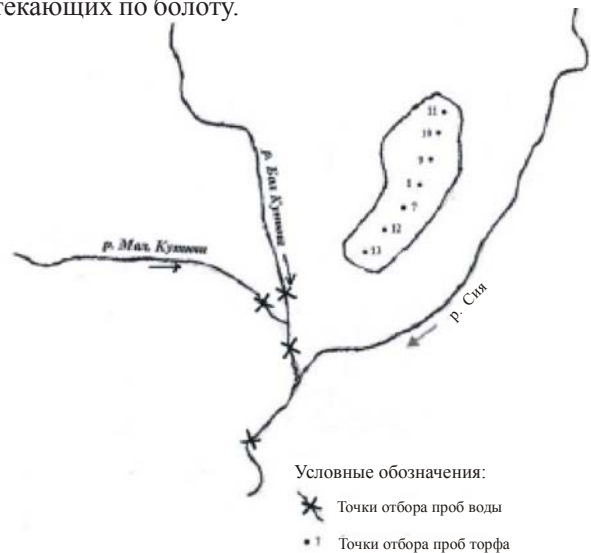


Рис. 2. Торфяноболотная экосистема Кутюшская

Площадь болота составляет 850 га, мощность – до 2 м. Верхний метровый слой болота сложен переходными торфами, степень разложения которых изменяется в широких пределах (от 5 до 40 %). Торфа нормальнозольные. Выделяется точка 11, в которой зольность торфов повышенная (табл. 1). Реакция среды изменяется от кислой до слабокислой.

В торфах ТБЭС были проведены анализы ботанического состава, степени разложения (ГОСТ 28245.2-89), зольность (ГОСТ 11306-83); рН солевой вытяжки (ГОСТ 11623-65), групповой состав органического вещества торфов (по методу Инсторфа [7]). Проба болотной воды отбиралась в колодцах метровой глубины. Макрокомпоненты в водах определялись по общепринятым методикам [8], ГК и ФК – по [7].

Известно, что свойства торфов, слагающих торфяную залежь, оказывают влияние на формирование гидрохимического состава болотных вод. Следует учитывать, что болотные воды и далее мигрирующий поток формируются за счет особого водного режима ТБЭС. Болота в весенний и осенний периоды находятся в подтопленном состоянии, что вызывает смешение болотных и атмосферных вод. Вследствие постоянного поступления подвижных соединений из торфяной залежи, прошедших очередную стадию биохимических превращений, изменяется состав болотных вод. Оценивая состав органического вещества (ОВ), важно отметить, что на него оказывает влияние бота-

Таблица 1

Характеристика торфяных залежей Турочакского района

Точки отбора	Слой, см	Ботанический состав, тип залежи	Степень разложения, %	Зольность %	pH
Чойское, т. 15	0–50	Осоковый, н	40–45	38.8	7.3
	50–100	Осоковый, н	65	40.1	6.3
Чойское, т. 16	0–50	Древесно-осоковый, н	30–35	26.7	6.4
	50–100	Осоковый, н	45	34.4	5.9
Чойское, т. 17	0–50	Древесно-осок.	40	9.2	6.8
	50–100	Осоковый	25–30	21.1	6.1
Баланак, т. 14	0–50	Травяной, н	10–15	21.7	7.2
	50–100	Травяной, н	10–20	26.8	5.9
Турочакское, т. 1	0–50	Древесно-осоковый, н	20	41.9	5.5
	50–100	Древесно-осоковый, н	20	35.0	4.5
Турочакское, т. 6	0–50	Осоковый, н	35	42.4	5.9
	50–100	Осоковый, н	30–35	41.6	4.4
Кутюшское, т. 7	0–50	Магелланикум, п	0–15	10.4	3.1
	50–100	Магелланикум, п	0–5	3.2	3.4
Кутюшское, т. 8	0–50	Магелланикум, п	0	6.4	3.4
	50–100	Магелланикум, п	0	3.3	3.9
Кутюшское, т. 9	0–50	Сфагновый, п Ангустифолиум	0–15	5.6	4.6
	50–100	Осоково-шейхцериевый, п	25–40	6.2	4.6
Кутюшское, т. 10	0–50	Сфагново-травяной, п	0–35	9.7	5.6
	50–100	Осоковый, п	35	12.2	5.6
Кутюшское, т. 11	0–50	Осоково-сфагновый, п	15–40	16.6	4.9
	50–100	Осоковый, п	40	28.5	4.7
Кутюшское, т. 12	0–50	Пушицево-сфагновый,	10	6.8	4.9
	50–100	Осоковый, п Пушицевый, п Шейцериевый, п	15	5.2	4.8
Кутюшское, т. 13	0–50	Осоковый, п	5–10	6.8	5.7
	50–100	Осоково-шейхцериевый, Осоково-пушицевый	15–20	5.2	5.6

Примечание: н – низинный тип залежи, п – переходный, т. – точка (пункт наблюдения).

ническая принадлежность торфа. Так, появление в ботаническом составе пушицы определяет увеличение содержания битумов в составе ОВ торфов (табл. 2).

Если провести сравнительный анализ состава ОВ низинных и переходных торфов, то прежде всего заметны отличия по содержанию ГК, ЛГ и ТГ веществ. Процесс гумификации наиболее выражен в нижнем полуметровом слое и особенно четко проявляется в низинных залежах.

Вышерассмотренные условия формирования и свойства торфов, слагающих профили исследованных ТБЭС, определяют специфический состав болотных вод в разных пунктах болот, которые в условиях зимних и летних атмосферных осадков формируют миграционные потоки веществ в болотные речки. Прежде всего существенно различаются по минерализации болотные воды ТБЭС низинного и переходного типов. Более низкая минерализация характерна для болотных вод Кутюшской ТБЭС (табл. 3, 4), которые имеют низкое содержание ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} и

HCO_3^- . Их содержание в большей степени увеличивается в речных водах. Аммонийного иона значительно больше содержится в болотных водах, что объясняется биохимическими процессами непосредственно в торфяной залежи. Содержание общего железа в болотных водах ТБЭС переходного типа изменяется от 1.05 до 5.2 мг/л, а в болотных водах ТБЭС низинного типа – 0.13–3.20 мг/л (табл. 3).

Таким образом, данные (табл. 3 и 4) указывают на резкую смену кислых вод переходных ТБЭС на слабокислые воды низинных ТБЭС. В этом направлении увеличивается и их общая минерализация, а также содержание большей части макрокомпонентов. Это свидетельствует о значительном влиянии на состав болотных вод поверхностных водных потоков, стекающих с окружающих склонов. И в то же время состав болотных вод значительно отличается от атмосферных осадков, что указывает на развитие в торфяных залежах сложных биохимических процессов, связанных прежде всего с преобразованием органи-

Таблица 2

Групповой состав органического вещества торфов Турочакского района, % масс

Точки отбора	Слой см	Групповой состав органического вещества					
		Б	ВР+ЛГ	ГК	ФК	ТГ	НГ
Чойское, т. 15	0–50	1	35	45	10	5	5
	50–100	1.13	29	50	8	2	9
Баланак, т. 14	0–50	2.7	23.3	30	25	7	9
	50–100	1.47	29	40	15	7	7
Турочакское, т. 6	0–50	–	–	–	–	–	–
	50–100	1.05	26.1	44	15	4	7.36
Кутюшское, т. 7	0–50	–	–	–	–	–	–
	50–100	3.25	38.25	14	25	3	14.5
Кутюшское, т. 9	0–50	–	–	–	–	–	–
	50–100	4.23	24.81	46	7	2	15
Кутюшское, т. 11	0–50	–	–	–	–	–	–
	50–100	3.32	30.68	35	15	5	10
Кутюшское, т. 13	0–50	2.7	41.13	26	15	10	2.5
	50–100	3.25	38.25	14	25	3	14.5

Примечание: Б – битумы, ВР+ЛГ – водорастворимые + легкогидролизующие, ГК – гуминовые кислоты, ФК – фульвокислоты, ТГ – трудногидролизующий остаток, НГ – негидролизующий остаток.

ческого вещества. Так, если рассмотреть состав болотных вод в целом по профилю, например Кутюшской ТБЭС, то практически по всем компонентам болотная вода разных точек отбора различается. Но выявляется следующая закономерность: по содержанию компонентов выделяется центральная часть болота, точки 7, 8, 9 (рис. 2).

В данных точках (табл. 4) отмечается повышенное содержание ионов $Fe_{\text{общ}}$, HCO_3^- , NO_3^- , NO_2^- . Центральная часть болота также выделяется более кислой реакцией болотных вод. За счет уклонов рельефа идет вынос и накопление веществ в центральной части болота, а при весеннем половодье происходит их вынос в протекающие по болотам реки. Таким обра-

зом, геоморфология непосредственно самого болота влияет на гидрохимический состав болотных вод.

Следует обратить внимание на взаимосвязь болотных и речных вод. Рассмотрим ТБЭС Кутюшская (табл. 4–5). Реки Малый и Большой Кутюш, сливаясь впадают в Сию, р. Сия – в Лебедь. Гидрохимический состав вод выше перечисленных рек отличаются от гидрохимического состава вод с болота Кутюшское: рН – нейтральная и слабощелочная; невысокая минерализация; содержание $Fe_{\text{общ}}$ на порядок ниже, чем в болотных водах; более чем в 10 раз выше содержание Ca^{2+} , Mg^{2+} ; повышенное содержание HCO_3^- . Учитывая, что преобладающие породы в Турочакском районе карбонатные, можно предположить,

Таблица 3

Химический состав болотных вод, мг/л

Компонент	ТБЭС Чойская			Река Бирюля	ТБЭС Баланак	ТБЭС Турочакская	
	т. 15	т. 16	т. 17		т. 14	т. 1	т. 6
рН	7.4	6.37	6.75	7.29	7.06	5.51	5.96
Минерализация	300.0	164	190	243	200	148	192
Жесткость, мг-экв/л	3.2	0.7	0.7	2.6	1.1	0.45	0.4
Ca^{2+}	48.10	12.02	12.02	30.06	16.03	2.51	4.01
Mg^{2+}	9.73	1.22	1.22	13.38	3.65	1.22	2.43
NH_4^+	0.15	0.27	0.31	0.20	0.15	0.66	0.42
$Fe_{\text{общ}}$	0.14	0.75	0.67	1.39	1.70	3.20	2.75
K^+	0.10	0.20	0.50	0.10	0.40	0.60	0.30
HCO_3^-	195.2	73.2	85.4	152.5	103.7	42.7	30.5
NO_3^-	5.90	0.80	1.80	0.50	1.80	2.10	1.60
NO_2^-	не обн.	0.002	0.006	0.001	0.053	0.017	0.004
Cl^-	14.89	9.93	7.80	9.22	22.90	6.06	23.57

Таблица 4

Химический состав болотных вод и рек, мг/л

Компонент	ТБЭС Кутюшская							Реки				
	т. 7	т. 8	т. 9	т. 10	т. 11	т. 12	т. 13	Сия	Малый Кутюш	Большой Кутюш	*М. и Б. Кутюш	Лебедь
рН	4.02	4.21	4.60	5.60	5.90	4.92	5.74	7.32	7.49	7.30	7.82	6.89
Минерализация	302	168	270	232	150	238	186	84	163	177	160	94
Жесткость, мг-экв/л	0.15	0.10	0.5	0.2	0.3	0.15	0.25	1.2	2.5	2.8	2.9	1.2
Ca ²⁺	1.00	1.00	4.01	1.00	2.0	0.50	1.50	22.04	42.08	44.09	42.08	14.03
Mg ²⁺	0.30	не обн.	3.65	0.61	2.43	0.61	0.61	1.22	4.86	7.30	9.73	6.08
NH ₄ ⁺	0.78	0.66	0.82	0.66	0.20	0.42	0.70	0.08	0.08	0.08	0.05	0.05
Fe _{общ.}	4.60	5.20	4.80	3.50	1.05	1.70	3.85	0.340	0.18	0.20	0.27	0.13
K ⁺	0.20	1.30	0.30	0.20	0.60	1.20	0.50	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
HCO ₃ ⁻	42.70	48.80	30.50	36.60	36.60	24.40	30.50	79.30	170.80	189.10	176.90	67.10
NO ₃ ⁻	3.80	2.80	3.00	2.20	1.20	2.40	2.50	0.70	0.40	0.50	0.70	0.80
NO ₂ ⁻	0.02	0.02	0.02	0.01	0.002	0.009	0.011	–	–	–	–	–
Cl ⁻	16.84	16.17	12.12	10.10	18.19	11.45	12.80	8.51	5.67	7.80	6.38	10.64

Таблица 5

Содержание гуминовых и фульвокислот в болотных водах и реках с торфяно-болотной экосистемы Кутюшская, мг/л

Компонент	ТБЭС Кутюшская							Реки				
	т. 7	т. 8	т. 9	т. 10	т. 11	т. 12	т. 13	Сия	Малый Кутюш	Большой Кутюш	М. и Б. Кутюш	Лебедь
Бихроматная окисляемость, мг O ₂ /л	108.8	81.6	77.51	63.92	29.92	57.12	24.48	4.08	12.24	40.8	1.36	4.08
Гуминовые кислоты	10.10	12.62	10.22	7.99	10.10	6.73	10.94	3.98	8.67	4.05	4.37	3.98
Фульвокислоты	6.53	7.26	32.13	14.52	21.78	18.88	23.23	3.41	6.84	2.93	6.32	3.41

Примечание: * – М. и Б. Кутюш после слияния до впадения в р. Сию.

Таблица 6

Содержание ГК и ФК в болотных водах и в р. Бирюля, мг/л

Компонент	ТБЭС Чойская			Река Бирюля	ТБЭС Баланап	ТБЭС Турочакская	
	Т. 15	Т. 16	Т. 17			Т. 14	Т. 1
Бихроматная окисляемость, мг O ₂ /л	4.1	28.6	29.9	40.8	20.4	72.8	27.2
Гуминовые кислоты	2.8	9.7	8.5	8.1	4.7	7.2	6.7
Фульвокислоты	0.5	23.9	22.8	19.2	11.7	49.4	22.5

что процессы заболачивания не влияют на гидрохимический состав рек. Такая же ситуация отмечается в системе ТБЭС Чойская – р. Бирюля (табл. 6). Выше уже отмечалось, что важная роль в формировании гидрохимического состава болотных вод принадлежит водорастворимым гумусовым кислотам, особенно фракциям ФК. Воды в этом случае обладают интенсивной желто-бурой окраской (цветность более 4°), а величина окисляемости обычно имеет значение от нескольких десятков до сотен мг O₂/л, в среднем составляя 200–300 мг O₂/л [1].

Об этом же свидетельствуют обширные данные, приведенные в литературе и обобщенные Г. М. Варшал [8], в которых отмечается, что из гумусовых кислот наиболее растворимы ФК, что связано с высоким вкладом в их структуру карбоксильных групп и фенольных оксигрупп. Отмечается также, что ФК, как правило, почти на порядок превышают содержание ГК и находятся в интервале от 1 до 100 мг/л и более. Как считает автор, главной миграционной формой многих элементов в речных водах являются прочные растворимые высокомолекулярные фульватные комплексы

анионного типа. Комплексообразование с природными лигандами объясняет механизм самых разнообразных процессов, происходящих в зоне гипергенеза. Уже упоминалось о том, что в органическом веществе торфов Горного Алтая содержится до 50 % ГК. Вместе с тем содержание ГК, ФК и величины окисляемости в болотных водах Горного Алтая значительно меньше, чем это отмечается, например, на территории Западно-Сибирской низменности (от 81.6 до 108.8 мг/л). Если в западносибирских болотных водах превышение содержания ФК над содержанием ГК составляет 5–20 раз (чаще в 10), то в болотных водах Горного Алтая только 2–3 раза и даже ФК содержится меньше, чем ГК (Кутюшскую ТБЭС, табл. 5). Следовательно, при высоком содержании гумусовых кислот непосредственно в торфах Горного Алтая их миграция в болотные воды характеризуется невысокими значениями.

Таким образом, в Горном Алтае отдельные территории характеризуются активным проявлением тор-

фообразовательного процесса, который оказывает влияние на формирование химического состава болотных вод. Рассматривая условия формирования химического состава, качества болотных, речных вод и роль болот в этом процессе, необходимо учитывать особенности процесса торфообразования на территории Горного Алтая. Гидрохимический состав болотных вод различается при низинном и переходном типе торфообразования. Каждая ТБЭС в зависимости от рельефообразующих факторов характеризуется различными условиями торфообразования и составом болотных вод. Это проявляется как в характеристике макрокомпонентного состава, так и в содержании органических веществ. Проведенный анализ состава болотных и речных вод показал, что болотные воды не оказывают влияние на химический состав речных вод.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента (НШ 3938.2008.5).

Список литературы

1. Перельман А. И. Геохимия. 2-е изд. Т. 5. М., 1989. 572 с.
2. Кононова М. М. Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы изучения. М., 1963. 314 с.
3. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв. М., 1974. 332 с.
4. Yamble D. S., Cshnitzer M. // Trace metals and metal-organic interaction in natural waters. Ann. Arbor: Sci. public. inc., 1973. P. 265.
5. Инишева Л. И. и др. Перспектива мелиорации торфяных болот в Горном Алтае // Мелиорация и водное хозяйство. 2008. № 1. С. 41–45.
6. Оценка территории Республики Алтай на торф. Отчет. Новосибирск, 2001.
7. Технический анализ торфа. М., 1992. 358 с.
8. Унифицированные методы исследования качества вод. М., 1983. Т. 2. Ч. 1. 195 с.
9. Варшал Г. М. Проблемы аналитической химии. Т. 5. М., 1997. 95 с.

Шурова М. В., кандидат геолого-минералогических наук, доцент.

Горно-Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства.

Ул. Катунская, 2, с. Майма, Республика Алтай, Россия, 649100.

E-mail: imergen@yandex.ru

Инишева Л. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корр. Россельхозакадемии, директор испытательной агроэкологической лаборатории.

Томский государственный педагогический университет.

Ул. Киевская, 60, г. Томск, Россия, 634061.

E-mail: agroecol@tspu.edu.ru

Ларина Г. В., кандидат химических наук, доцент.

Горно-Алтайский государственный университет.

Ул. Ленкина 1, г. Горно-Алтайск, Республика Алтай, Россия, 649000.

E-mail: knh@gasu.ru

Орт О. А., научный сотрудник.

Горно-Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства.

Ул. Катунская, 2, с. Майма, Республика Алтай, Россия, 649100.

Материал поступил в редакцию 20.10.2008

M. V. Churova, L. I. Inicheva, G. V. Larina, O. A. Ort

CHEMICAL COMPOSITION WATERS BOGS ECOSYSTEMS OF MOUNTAINAL ALTAI

Analysis experimental data of chemical composition waters bogs ecosystems region Turochak Republic Altay are presented.

Key words: peatbog, peat, water of peats, ash content in peats, chemical composition, humic and fulvic acids.

Shurova M. V.

Gorno-Altai Research Institute of Agriculture.

Ul. Katunskaya, 2, Maima, Republic of Altai, Russia, 649100.

E-mail: imergen@yandex.ru

Inicheva L. I.

Tomsk State Pedagogical University.

Ul. Kievskaya, 60, Tomsk. Russia, 634061.

E-mail: agroecol@tspu.edu.ru

Larina G. V.

Gorno-Altai State University.

Ul. Lenkina, 1, Gorno-Altai, Republic of Altai, Russia, 649000.

E-mail: knh@gasu.ru

Ort O. A.

Gorno-Altai Research Institute of Agriculture.

Ul. Katunskaya, 2, Maima, Republic of Altai, Russia, 649100.