

Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск
Институт почвоведения и агрохимии, СО РАН, Новосибирск
Институт лесоведения РАН, Москва
Университет Орлеана, Франция
Национальный исследовательский Томский государственный университет

ЗАПАДНО-СИБИРСКИЕ ТОРФЯНИКИ И ЦИКЛ УГЛЕРОДА: ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ

МАТЕРИАЛЫ

**Пятого международного полевого симпозиума
(Ханты-Мансийск, 19–29 июня 2017 г.)**

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2017

ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИНАМИКИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА БОЛОТНЫХ ВОД ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

EVALUATION OF SPATIAL DYNAMICS OF MIRE WATER CHEMICAL COMPOSITION WATERS IN TOMSK REGION WITH THE APPLICATION OF THE CLUSTER ANALYSIS

Ю.А. Харанжевская, Е.С. Воистинова
Y.A. Kharanzhevskaya, E.S. Voistinova

Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа-филиал СФНЦА РАН,
Национальный исследовательский Томский государственный университет
E-mail: kharan@yandex.ru

Исследования химического состава болотных вод необходимы для разработки адекватной системы оценки качества вод заболоченных территорий, усовершенствования технологий мониторинга и прогнозирования состояния территорий в условиях высокой заболоченности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера при интенсивном развитии нефтегазодобывающих производств.

Материалом для исследования послужили данные 86 проб болотных вод, отобранных авторами на типичных болотных массивах, разных по типу водного питания в рамках экспедиционных исследований в 2009-2016 гг. Отбор проб произведен на участках верховых, переходных и низинных болот в бассейнах рек Чая, Парбиг, Кеть, Чулым, Обь, Томь, а также в пределах междуречья Кенга-Тара.

Пробы болотных вод отбирались с глубины до 30-50 см в специально подготовленную стеклянную и пластмассовую посуду. Предварительно в торфяной залежи болот при помощи бура организовывались скважины глубиной 1 м. Сразу после отбора проб определялись pH, температура воды, CO_2 , O_2 , Eh. Химический анализ болотных вод проводился в аккредитованном Лабораторно-аналитическом центре СибНИИСХИТ-филиала СФНЦА РАН (Аттестат об аккредитации № РОСС RU.0001.10ПФ01) в соответствии с утвержденными ПНДФ.

Исследования химического состава болотных вод проводилось на основе кластерного анализа в Statistica 8.0. с проведением

классификации объектов по признаку однородности внутри классов с построением дендрограммы. Кластерный анализ проводился с расчетом Евклидова расстояния, объединение кластеров осуществлялось применением метода Уорда. Метод Уорда основан на дисперсионном анализе расстояний между кластерами, при этом метод минимизирует сумму квадратов для выделяемых кластеров на каждом шаге анализа. Оценка качества разбиения базировалась на условии минимализации внутрикластерной дисперсии. Кластерный анализ проб болотных вод проводился путем разделения объектов

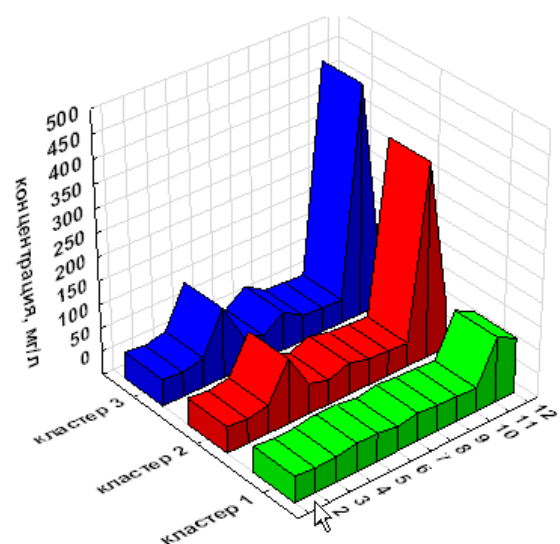


Рис. 1. Химический состав вод низинный болот (Условные обозначения 1-pH, 2- K^+ , 3- Na^+ , 4 - Ca^{2+} , 5- Mg^{2+} , 6- NH_4^+ , 7 - $\text{Fe}_{\text{общ}}$, 8- Cl^- , 9- SO_4^{2-} , 10- NO_3^- , 11 - HCO_3^- , 12 - ХПК).

Fig. 1. Water chemistry of fens (1-pH, 2- K^+ , 3- Na^+ , 4 - Ca^{2+} , 5- Mg^{2+} , 6- NH_4^+ , 7 - Fe_{total} , 8- Cl^- , 9- SO_4^{2-} , 10- NO_3^- , 11 - HCO_3^- , 12 - COD).

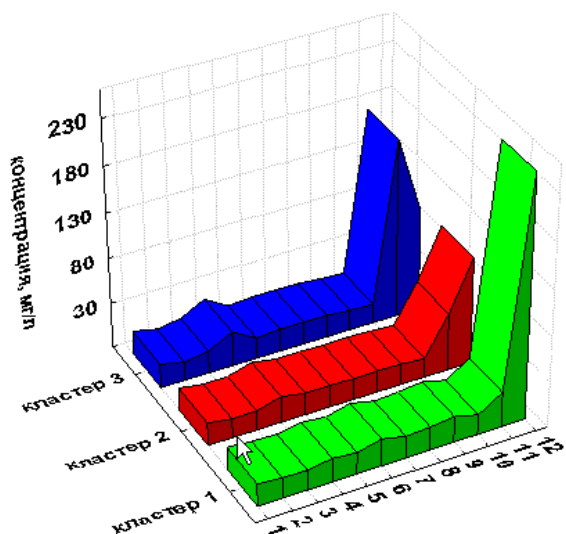


Рис. 2. Химический состав вод переходных болот (Условные обозначения 1-рН, 2- K^+ , 3- Na^+ , 4 - Ca^{2+} , 5- Mg^{2+} , 6- NH_4^+ , 7- $Fe_{общ}$, 8- CL^- , 9- SO_4^{2-} , 10- NO_3^- , 11 - HCO_3^- , 12 - ХПК).

Fig. 2. Water chemistry of transitional mires (1-pH, 2- K^+ , 3- Na^+ , 4 - Ca^{2+} , 5- Mg^{2+} , 6- NH_4^+ , 7- Fe_{total} , 8- CL^- , 9- SO_4^{2-} , 10- NO_3^- , 11 - HCO_3^- , 12 - COD).

по типу водно-минерального питания и по геоморфологическому положению на основе всего спектра компонентов химического состава (рН, K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , $Fe_{общ}$, CL^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , HCO_3^- , ХПК).

Проведенные исследования в рамках проекта позволили оценить весьма широкий спектр изменения химического состава болотных вод Томской области.

Кластерный анализ позволил выявить среди низинных болот типичные по химическому составу вод болота (в поймах рек) гидрокарбонатно-кальциевого состава с минерализацией 316 мг/л и практически уникальные болотные массивы с эвтрофной растительностью (на террасах), находящиеся на начальной стадии олиготрофизации, воды которых характеризуются низкой минерализацией 92,5 мг/л. Особенностью низинных пойменных болот, питающихся железосодержащими подземными водами являются резко восстановительные условия среды (E_h -258 мВ) и невысокое содержание органических веществ, что создает условия для аккумуляции $Fe_{общ}$ в болотных водах в экстремально высоких концентрациях. Кластерный анализ позволил

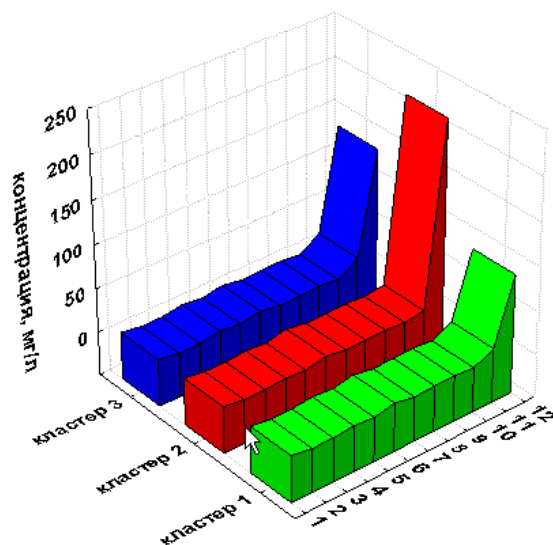


Рис. 3. Химический состав вод верховых болот (Условные обозначения 1-рН, 2- K^+ , 3- Na^+ , 4 - Ca^{2+} , 5- Mg^{2+} , 6- NH_4^+ , 7- $Fe_{общ}$, 8- CL^- , 9- SO_4^{2-} , 10- NO_3^- , 11 - HCO_3^- , 12 - ХПК).

Fig. 3. Water chemistry of raised bogs (1-pH, 2- K^+ , 3- Na^+ , 4 - Ca^{2+} , 5- Mg^{2+} , 6- NH_4^+ , 7- Fe_{total} , 8- CL^- , 9- SO_4^{2-} , 10- NO_3^- , 11 - HCO_3^- , 12 - COD).

достоверно разделить низинные болота по химическому составу на 3 кластера (Рис. 1).

Среди переходных болот кластерный анализ позволил отметить их две разновидности: ограниченные по площади болотные массивы пойм и ложбин древнего стока с минерализацией вод 54,8 мг/л, характеризующиеся накоплением органических веществ (ХПК вод 285,8 мгО/л), резким увеличением концентрации Pb, Cu, Zn (в сравнении с низинными болотами в 2-8 раз) и участки более крупных пойменных, террасных и междуречных болот, которые характеризуются появлением восстановительной обстановки, снижением величин ХПК до 98,1 мгО/л, возрастанием концентрации HCO_3^- , что вероятно свидетельствует в первом случае об изменении условий увлажнения территории на границе южной тайги с подтаежной зоной и во втором случае об увеличении роли склоновых вод в формировании химического состава вод (Рис. 2).

Кластерный анализ выявил три разновидности верховых болот по особенностям химического состава. Первый кластер объединил пробы, отобранные в пределах осоково-сфагновых топей и грядово-озерково-мочажинных комплексов, которые характеризуются

минимальными концентрациями компонентов среди всех верховых болот, минерализацией вод (27 мг/л) и концентрацией органических веществ (ХПК вод 86 мгО/л). Согласно имеющимся представлениям [Потапова и др., 2006] именно данные болота могут быть индикаторами антропогенного загрязнения территории, потому как их питания производится исключительно за счет атмосферных осадков, практически полностью исключено поступление склоновых вод. Второй кластер объединил верховые сосново-кустарничково-сфагновые болотные массивы междуречий ограниченные по площади распространения, которые являются следующим этапом развития переходных болот

замкнутых котловин, для них также характерно увеличение органических веществ (ХПК вод 213,6 мгО/л). Третий кластер представлен в основном сосново-кустарничково-сфагновыми болотами крупных систем болотных массивов междуречий с величиной ХПК вод 133,7 мгО/л и минерализацией 36,6 мг/л (Рис. 3).

По результатам исследований, отмечено, что в формировании химического состава вод верховых болот ведущую роль играет площадь болотного массива и стадия его развития, переходных болот – природная зональность, геоморфологическое положение и размеры болот, низинных болот – геоморфологические условия.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00187-мол_а.

Потапова Т.М., Новиков С.М. Оценка антропогенных изменений химического состава болотных вод и стока растворенных веществ с территории естественных и мелиорированных верховых болот // Вестник СПбГУ. Сер. 7. - 2006. - Вып. 2. - С. 85-95.