

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томское областное отделение Русского географического общества
Томское отделение Российского геологического общества**

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОГРАФИИ И ГЕОЛОГИИ

**К 100-летию открытия естественного отделения
в Томском государственном университете**

**Материалы
IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием**

Том I



**Томск
16–19 октября 2017**

годовая температура почвы по профилю, годовая амплитуда температуры почвы (по глубинам) и среднесуточные температуры почвы (анализ распределения по глубинам). Учитываются начало промерзания и оттаивания почвы, продолжительность периода отрицательных температур на разных глубинах, максимальная глубина сезонномерзлого слоя, продолжительность периода с близкой к 0°C температурой на глубине 3,2 м, дата полного исчезновения сезонномерзлого слоя, глубина, до которой летом отмечается температура 10°C, количество дней в году с температурой 10°C в корнеобитаемом слое.

Все эти показатели должны рассматриваться на фоне общеклиматических характеристик – температуры воздуха (среднегодовой, средней месячной и среднесуточных), высоты снежного покрова и количества осадков в теплый период. Особенно важны для исследуемой территории показатели теплого периода года, которые можно сопоставить с показателями биологической продуктивности, полученными полевым путем.

Для данной территории весьма показательными могли оказаться и суточные амплитуды температуры почвы, отражающие резко континентальные условия Восточного Забайкалья, но, к сожалению, официальные данные срочных наблюдений по температуре почв отсутствуют. Поэтому мы имеем возможность проанализировать только суточные максимумы и минимумы (их абсолютные значения и время проявления), а также суточную амплитуду поверхности почвы, которые, как правило, имеют тесную корреляцию с температурой приземного воздуха.

Литература

1. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: «Высшая школа», 1991. 366 с.
2. Михеев В.С., Ряшин В.А. Ландшафты юга Восточной Сибири (карта). М., 1977. 1 л.

УДК 556.56

СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДАХ БОЛОТ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Чудиновская Л.А., Синюткина А.А., Харанжевская Ю.А.

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск
Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – филиал
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской Академии наук,
г. Томск*

Аннотация. Статья посвящена изучению элементного состава и основных химических показателей болотных вод в пределах южно-таежной подзоны Западной Сибири на основе кластерного анализа. Представлены особенности химического состава вод разных видов болотных фаций, отличающихся по геоморфологическому положению, составу растительных сообществ, характеру антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: химический состав, тяжелые металлы, верховое болото, фация, растительные сообщества, Васюганское болото, кластерный анализ.

THE CONTENT OF CHEMICAL ELEMENTS IN THE WATERS OF BOGS IN TOMSK REGION

Chudinovskaya L.A., Sinyutkina A.A., Kharanzhevskaya Yu.A.

National Research Tomsk state university, Tomsk

The Siberian research institute of agriculture and peat – branch of the Siberian federal scientific center of agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Tomsk

Abstract. The article is devoted to the study of elemental composition and basic chemical parameters of mire waters within the southern taiga subzone of Western Siberia on the basis of cluster analysis. The features of the chemical composition of waters of different types of mire geosystems,

differing in geomorphological position, the composition of plant communities, the nature of the anthropogenic load are presented.

Key words: chemical composition, heavy metals, bog, facies, plant communities, Vasyugan mire, cluster analysis.

Болота Томской области уникальны и разнообразны. Они являются отражением происходящих процессов в современном мире и прошлом. Изучение болот в настоящее время является актуальным во многих направлениях, одно из которых - это исследование химической составляющей болотных вод. Химический состав болотных вод зависит от типа болотного массива: верховой, переходный, низинный; а также от флористического состава, геоморфологического положения, характера антропогенной нагрузки.

Цель исследования заключается в выявлении особенностей химического состава вод болотных фаций, типичных для Томской области. Для достижения результатов поставленной цели были использованы следующие методы: метод ключевых участков, метод полевых ландшафтных исследований, метод отбора проб болотных вод, кластерный анализ.

Полевые ландшафтные исследования и отбор проб болотных вод проведены в июне 2016 года на 16 точках в пределах бассейнов рек Чаи, Шегарки, Васюгана и в пойме Оби. В качестве объектов выбраны типичные фации верховых, переходных и низинных ненарушенных болот, а также фации осушенных с целью гидролесомелиорации и добычи торфа верховых болот (табл.).

Таблица

Точки отбора проб

№	Положение	Тип болота	Растительность	Антропогенная нагрузка
1		верховое	сосново-кустарничковая осоково-сфагновая	естественное
2		верховое	сосново-кустарничково- сфагновая	естественное
3		верховое	сосново-кустарничковая осоково-сфагновая	естественное
4		верховое	осоково-шейхцерево- сфагновая	естественное
5		верховое	сосново-кустарничково- сфагновая	естественное
6		верховое	сосново-кустарничково- сфагновая	гидролесо- мелиорация
7		верховое	сосново-кустарничково- сфагновая	гидролесо- мелиорация
8		переходное	сосново-березово-ивовая кустарничково-моховая	естественное
9		низинное	березово-кустарниковая тра- вяная	сток с деревни
10		низинное	березово-кустарничковая травяно-моховая	естественное
11		верховое	сосново-кустарничково- сфагновая	гидролесо- мелиорация
12		верховое	сосново-кустарничково- сфагновая	естественное
13		верховое	сосново-кустарничково- моховая	осушение с це- лью добычи торфа, пожар
14	Васюган- Ехомьях	переходное	сосново-кустарничково- сфагновая	естественное
15	Васюган- Ехомьях	озеро на вер- ховом болоте	-	естественное
16	Васюган- Ехомьях	верховое	сосново-кустарничково- сфагновая	естественное

Пробы болотных вод отбирались с глубины 30-50 см в специально подготовленную стеклянную и пластмассовую посуду. Химический анализ болотных вод проводился в аккредитованной лаборатории СибНИИСХиТ (Аттестат об аккредитации № РОСС RU.0001.10ПФ01) в соответствии с утвержденными ПНДФ.

Дальнейшим этапом стал анализ данных с помощью программы Statistica 10. В исследовании использовался кластерный анализ, который направлен на разбиение множества исследуемых объектов на однородные группы, или кластеры. Большое достоинство кластерного анализа в том, что он дает возможность производить разбиение объектов не по одному параметру, а по ряду признаков. При этом объекты, принадлежащие одному и тому же кластеру, являются сходными, а объекты, принадлежащие разным кластерам, разнородными. Кластерный анализ проведен с расчетом Евклидова расстояния, объединение в кластеры проведено правилом Ward's method (метод Уорда). В этом методе в качестве целевой функции применяют внутригрупповую сумму квадратов отклонений, которая есть не что иное, как сумма квадратов расстояний между каждой точкой (объектом) и средней по кластеру, содержащему этот объект. На каждом шаге объединяются такие два кластера, которые приводят к минимальному увеличению целевой функции, т.е. внутригрупповой суммы квадратов отклонений. Этот метод направлен на объединение близко расположенных кластеров [2]. Выбор данных функций и методов анализа обусловлен тем, что они наиболее оптимальны и ярко отражают структуру подчинения и разбивки исследуемых объектов.

Результат кластерного анализа представлен на рисунке. Дендрограмма построена для 16 переменных (точки отбора проб), которые объединены по схожим показателям химического состава болотных вод в два крупных кластера. В качестве показателей использовались: содержание углерода органического, гидрокарбонат-ионов, ионов кальция, магния, хлорид-ионов, ионов аммония, сульфат-ионов, железа общего, нитрат-ионов (мг/дм^3), бихроматная окисляемость (мгО/дм^3), общее содержание цинка, меди, свинца (мг/дм^3), окислительно-восстановительный потенциал, рН среды.

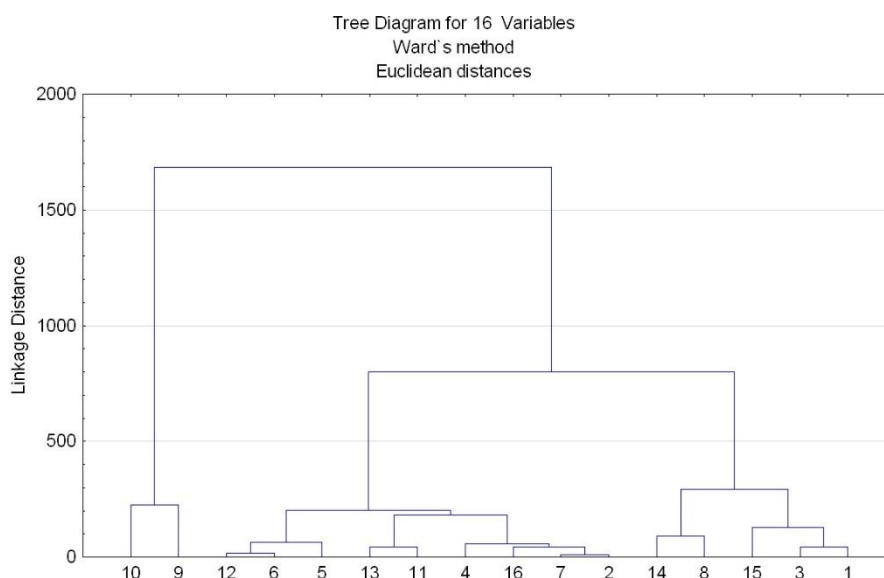


Рисунок – Дендрограмма кластерного анализа (номера точек отбора проб см. табл.)

Анализ дендрограммы позволил выявить следующие особенности. В отдельный кластер выделяются точки 9 и 10 – низинные болота в пойме р. Оби. Эти точки характеризуются самыми низкими значениями содержания органического углерода ($5,03\text{-}12,8 \text{ мг/дм}^3$); бихроматной окисляемости ($19,7\text{-}39,4 \text{ мгО/дм}^3$); окислительно-восстановительного потенциала (-160), и высоким показателем рН среды (7,6). В пробах отмечены максимальные значения со-

держания гидрокарбонат-ионов от 372,2 до 442,4 мг/дм³, ионов кальция от 107,8 до 110,2 мг/дм³, ионов магния от 17,99 до 23,8 мг/дм³ и хлорид-ионов от 4,58 до 18,2 мг/дм³.

Второй кластер объединяет верховые и переходные болота, который в свою очередь разделяется на два подкластера и ряд более мелких групп, что свидетельствует о некоторой неоднородности химического состава болотных вод. Первый подкластер включает в себя три группы верховых болот. К первой группе относятся осушенные верховые болота (точки 13 и 11), для которых характерны максимальные значения содержания органического углерода в болотных водах от 84,9 до 91,2 мг/дм³ (среднее 64,1 мг/д³), бихроматной окисляемости от 206,9 до 216,7 мгО/дм³ (среднее 147,4 мгО/дм³), сульфат-ионов 5,4-11,6 мг/дм³ (среднее 5,1 мг/дм³). Вторую группу образуют точки отбора проб, расположенные на осушенных верховых болотах за пределами осушительной сети (точки 5 и 12), а также в пределах осушенного сосново-кустарничково-сфагнового болота, для которого в настоящее время характерны процессы восстановления (точка 6) [1]. Болотные воды характеризуются высокими значениями окислительно-восстановительного потенциала (Eh 328-375), максимальными концентрациями среди рассматриваемых объектов ионов аммония, достигающих 12,1 мг/дм³ при среднем значении 6,9 мг/дм³ в пределах кластера верховых и переходных болот, а также низким содержанием гидрокарбонат-ионов. В пределах группы отмечены максимальные концентрации нитрат-ионов 2,93 и 2,65 мг/дм³ в точках 6 и 5 (среднее содержание 2,05 мг/дм³). Третья группа включает в себя участки естественных верховых болот (точки 2, 4, 16), а также осушенное верховое болото (точка 7). Болотные воды группы характеризуются низкими значениями pH (3,93-4,5), минимальными значениями концентраций гидрокарбонат-ионов (3,3 мг/дм³) и сульфат-ионов (1,1 мг/дм³).

Второй подкластер кластера верховых и переходных болот разделен на две группы. Первая группа включает сосново-кустарничковые осоково-сфагновые верховые болота, а также пробу воды из озера, расположенного в пределах верхового болота со схожей растительностью (точки 1, 3, 15). Группа отличается низкими значениями окислительно-восстановительного потенциала (Eh 100-200 при среднем значении 225), относительно высокими значениями pH, достигающими 5,0 на точке 1, минимальными концентрациями нитрат-ионов (0,16 мг/дм³). Вторую группу образуют переходные болота (точки 8 и 14). Показатели химического состава болотных вод группы имеют ряд отличий от групп верховых болот, рассмотренных выше. Для переходных болот характерны низкие значения окислительно-восстановительного потенциала (Eh от -12 до 18), высокие значения pH, достигающие 6,77. Кроме того, отмечены максимальные значения концентраций в пределах кластера гидрокарбонат-ионов (81 мг/дм³), хлорид-ионов (5,8 мг/дм³), ионов кальция (18,5 мг/дм³), магния (12,6 мг/дм³), железа общего (19,1 мг/дм³).

Таким образом, в результате кластерного анализа выделены два кластера, имеющие значительные различия в условиях формирования химического состава болотных вод. Первый кластер включает низинные пойменные болота, отличающиеся высокой минерализацией, низким содержанием органических веществ и нейтральной реакцией среды. Химический состав обусловлен питанием подземными водами неоген-четвертичного возраста. Второй кластер разделен на два подкластера. Первый подкластер включает верховые естественные и антропогенно нарушенные болота, второй – переходные, а также верховые сосново-кустарничковые осоково-сфагновые болота, воды которых по химическому составу оказались более близки к переходным. Объединение переходных и верховых болот в один кластер, вероятно, связано с увеличением олиготрофизации в ходе развития болотных массивов, а также расположением отдельных участков в непосредственной близости с верховыми болотами, которые постепенно захватывают прилегающие территории. Разделение первого подкластера на группы выполнено в соответствии со степенью антропогенной нарушенности и интенсивностью процессов восстановления верховых болот. Подкластер включает три группы: 1) естественные верховые болота; 2) условно естественные верховые болота. Две точки отбора проб расположены за пределами осушительной сети в зоне влияния осушения, а также к группе относится точка, расположенная непосредственно в зоне осушения, что может свидетельствовать о процессах восстановления на данном участке; 3) болота, осушенные с целью гидролесомелиорации и добычи торфа. Таким образом, химический состав болотных

вод рассматриваемых участков определяется типом водно-минерального питания болота, их геоморфологическим положением, степенью антропогенной нагрузки и расположением фаций в пределах болотных массивов.

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

Литература

1. Гашкова Л.П., Синюткина А.А. Оценка трансформации осушенного верхового болота (на примере участка Бакчарского болотного массива) // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 2015. № 1 (29). С. 164–179.

2. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е изд. Учебник. М: ООО «Бином-Пресс», 2007. 512 с.

УДК 910

ГЕОСИСТЕМЫ КОНТАКТА СРЕД: ВЫЯВЛЕНИЕ, ОЦЕНКА, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ (НЕКОТОРЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТИПИЗАЦИИ И КЛАССИФИКАЦИИ)

Шеховцов А.И.¹, Сизых А.П.²

¹*Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук,
г. Иркутск*

²*Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской
академии наук, г. Иркутск*

Аннотация. Проблема оценки состояний и прогноза изменений в геосистемах является основой современных ландшафтных исследований. Главной задачей является исследование пространственно-временной организации фациальной структуры ландшафтов разных физико-географических условий, отражающих практически все изменения природной среды на конкретный период времени в пространстве. Геосистема при таком подходе рассматривается в качестве системы, которая формируется и развивается как единое целое и образует взаимосвязанные связи с системами иного иерархического уровня и территориальной приуроченности в целом.

Ключевые слова: геосистема, структура ландшафтов, экотон, парагенез, типизация, классификация.

THE GEOSYSTEMS OF THE ENVIRONMENT CONTACT: EXPOSURE, ESTIMATION, USING (SOME METHODOLOGICAL ASPECTS OF TYPIFY AND CLASSIFICATION)

Shekhovtsov A.I.¹, Szykh A.P.²

¹*V.B. Sochava Institute of Geography of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Irkutsk*

²*Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry of Siberian Branch of Russian Academy of
Sciences, Irkutsk*

Annotation. The problem of state assessment and change forecast in the geosystems is basis of modern landscapes studies. The main task is to study spatial-temporal self-organization of the landscapes structure under different of physical-geographic conditions, reflecting practically all changes in the environment for a concrete time period and space. With such an approach, a geosystem is considered as a system which forms and develops as united one and forms interdependent links with systems of other hierarchical level and with territorial attachment in general.

Keywords: geosystem, structure of landscapes, ecotone, paragenese, typify, classification.

Введение. Поскольку методы определения долговременных трендов в динамике фациальной структуры ландшафтов разных природных сред находятся, в большинстве своем, на разных стадиях разработки, это ставит перед исследователями ряд проблем, от выбора концептуальных основ до понятийно-терминологического оформления выделяемых процессов и состояний геосистем в целом. Решение таких задач неизбежно приводит к необходимости внесения корректив в сложившееся понимание процессов, происходящих в структуре ланд-