

**НАПРАВЛЕНИЕ
«ЭВОЛЮЦИЯ БИОСФЕРЫ (ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ,
ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЙ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ)»**

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА ЗАБАЙКАЛЬЯ В ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ

Обязов В.А., Еникеев Ф.И., Решетова С.А.

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия

e-mail:obviaf@mail.ru

Абстракт: Обсуждаются изменения температуры воздуха в Забайкалье за последние 300 тыс. лет. Сделано предположение, что современное потепление является частью её естественных многовековых колебаний.

Ключевые слова: климат, температура воздуха, плейстоцен, голоцен, современное потепление.

При исследованиях современных колебаний климата полезно знать долговременный фон, на котором они происходят. Динамика палеоклимата восстановлена по результатам комплексного исследования кернового материала параметрической скважины Чарской впадины [2]. В наиболее холодные периоды самаровского оледенения (301-242 тыс. лет назад (л.н.)) температура воздуха в среднем была ниже современной примерно на 18 °С (рис. 1). В последовавший за ним ширтинский межледниковый период (242-186 тыс. л.н.) ее аномалии составляли около $+3 \div +9$ °С, т.е. большую часть этого периода температура была значительно выше современной. Во время тазовского оледенения (186-127 тыс. л.н.) она достигала отклонений до $-8 \div -14$ °С. Казанцевское межледниковье (127-71 тыс. л.н.) было уже несколько холоднее, чем предыдущее, но, тем не менее, примерно на $3 \div 5$ °С теплее, чем наше время. Муруктинское оледенение (71-57 тыс. л.н.) характеризовалось более высокими температурами, чем два предыдущих. В наиболее холодные его периоды отклонения от современных составляло около $-7 \div -8$ °С, а в межстадиал они имели даже положительный знак (до $+2$ °С). В разные периоды каргинского межледниковья (57-24 тыс. л.н.) средние годовые температуры воздуха отклонялись от современных от $+1$ до $+5$ °С. Сартанское оледенение (24-10 тыс. л.н.) отличалось от трех предыдущих оледенений более коротким периодом и более высокими температурами. Их аномалии составляли $-5 \div -7$ °С, а в Кокоревское потепление (15,0-12,2 тыс. л.н.) температура воздуха была лишь на 1 °С ниже современной.

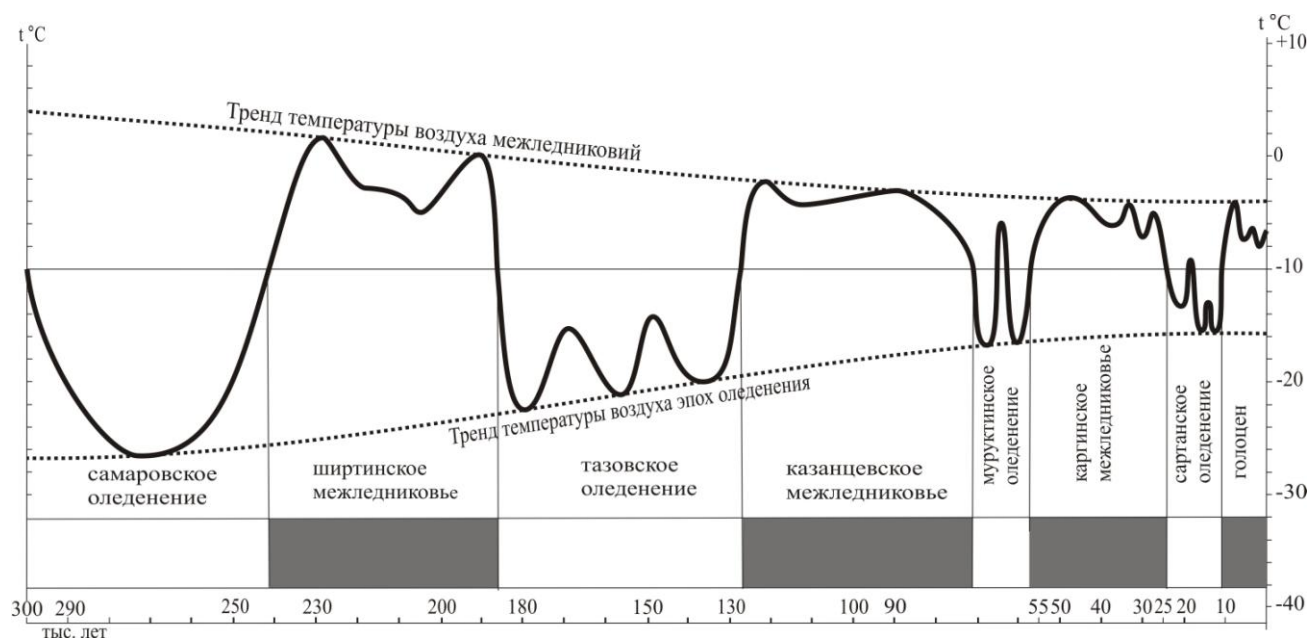


Рис. 1. Изменение средней годовой температуры в Северном Забайкалье в среднем – позднем плейстоцене.

Выявленные тенденции указывают на последовательное повышение температуры воздуха в периоды оледенений и ее снижение в межледниковья. Амплитуда колебаний, достигавшая в самаровское – ширтинское время $25 \div 27$ °С, уменьшилась в каргинское – сартанское время до $11 \div 12$ °С. Произошло также уменьшение продолжительности периодов оледенений и межледниковий.

В переходный период от последнего оледенения к голоцену, который, по сути, является очередным межледниковым периодом, наблюдались резкие и кратковременные изменения климата, которые были синхронными в Прибайкалье, в Восточном Забайкалье и в целом, в средних широтах Северного полушария [1, 4]. Так, например, с 13500 до 12800 л.н. (здесь и далее летоисчисление приводится в калиброванных годах) в период времени, аналогичный части интерстадиального европейского потепления Бёллинг-Аллерёд, на территории Забайкалья значения среднегодовых температур июля и января, вероятнее всего, приближались к современным значениям. А с 12800 до 11700 л.н. в период аналогичный части стадиального европейского похолодания Поздний дриас возвращались холодные условия почти ледникового периода. Количественные показатели климата, рассчитанные по результатам исследования оз. Котокель в этот период, значительно варьировали [5]. Значения среднегодовых температур июля возрастали от 11°C до 16°C, и вновь снижаясь до 12°C, а температуры января составляли почти -40 °C; затем -20°C и снова снижаясь почти до -40 °C.

В бореальный период голоцена согласно европейской шкале Блитта-Сернандера с 10500 до 7800 л.н. в Забайкалье и в бассейне оз. Байкал имели место теплые условия со сглаженным проявлением сезонных контрастов. В атлантический период наблюдалось повышение летних и зимних температур. В суббореальный и субатлантический периоды голоцена климат в регионе стал более континентальным. С этого времени и до современности отмечается снижение всех климатических переменных [5], которые на современном этапе уже не достигают прежних величин. В субатлантический период голоцена (около 2550 л.н.) термический фон оставался прохладным.

Поскольку климатические изменения в Забайкалье на протяжении послеледникового периода и голоцена были синхронны изменениям на более обширных территориях, то хронологию средней температуры Северного полушария (СП) за последние семь тысяч лет, опубликованную в работе В.В. Клименко [3], можно использовать для выполнения приближенной количественной оценки изменений климата Забайкалья в голоцене.

Достаточно надежная связь средней температуры воздуха Забайкалья и СП за период с 1885 по 2014 гг. подтверждается высоким коэффициентом корреляции ($r = 0.74$) между рядами их средних годовых значений. Учитывая данное обстоятельство, было построено уравнение линейной регрессии. Подставляя в полученное уравнение значения температуры СП, снятых с графика В.В. Клименко в различные периоды голоцена, получаем соответствующие значения её отклонений от средней за 1961-1990 гг. для территории Забайкалья.

Результаты расчетов показывают, что в атлантический период голоцена (около 6300-6400 л.н.) средняя годовая температура воздуха в Забайкалье превышала современную примерно на 2.7-2,8 °C. В суббореальную фазу ее отклонения от современной составляли от $-1.6 \div -1.7$ до $+1.3 \div +1.4$ °C. Существенно меньшие положительные отклонения температуры характерны для субатлантической фазы ($0.4 \div 0.5$ °C). Самые низкие температуры этой фазы были примерно на $1.4 \div 1.5$ °C ниже современных, в том числе и в малый ледниковый период (конец XVII – начало XVIII вв.). В целом, начиная с климатического оптимума голоцена и до конца XVII в., в изменениях приземной температуры воздуха проявляется тенденция ее понижения [3, 5].

С середины XIX в. в Забайкалье отмечается повышение температуры, выявленное по инструментальным данным (рис. 2), которое является продолжением тенденции потепления, начавшейся в XVII-XVIII вв.

В первом десятилетии XXI в. среднедекадное значение температуры воздуха в Забайкалье превысило среднюю за 1961-1990 гг. на 1.0 °C. Следовательно, эти годы можно отнести к самому теплomu периоду в субатлантическую фазу голоцена. Однако до значений, имевших место в суббореальную фазу, температура воздуха пока еще не повысилась. Тем более, она даже не приблизилась к значениям климатического оптимума голоцена, до достижения которых необходимо ее увеличение еще примерно на $1.7 \div 1.8$ °C.

Таким образом, в течение среднего – позднего плейстоцена и голоцена в Забайкалье происходили существенные изменения климата. Его циклические колебания с периодом в десятки тысяч лет приводили к значениям средней годовой температуры воздуха, отклонявшимся от современных на величины от -18 до +9 °C. В голоцене наиболее теплый

период приходится на его атлантическую фазу с положительными аномалиями температур до $2.7 \div 2.8$ °C, с последующим их уменьшением до $0.4 \div 0.5$ °C в субатлантическую фазу.

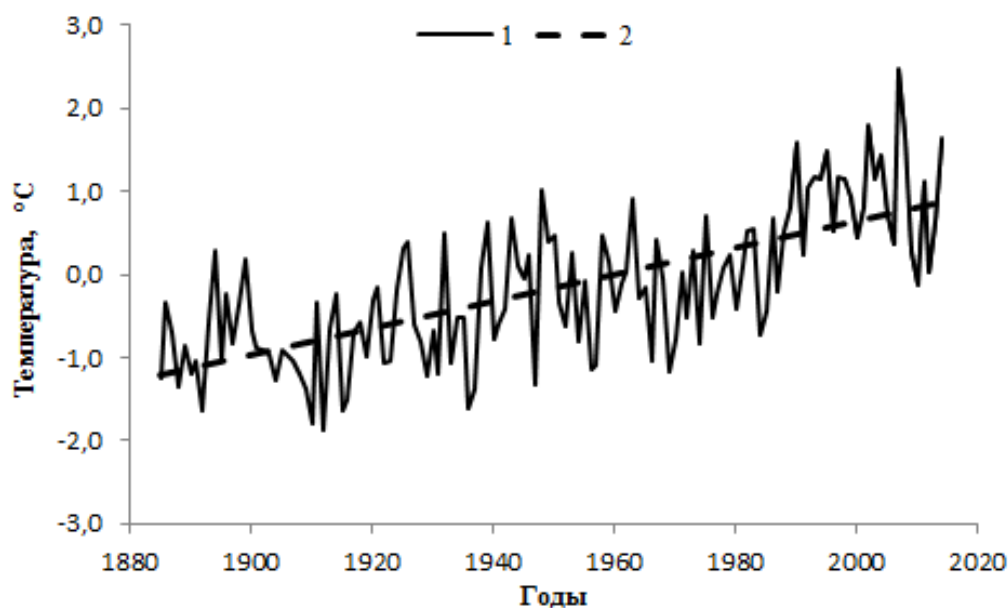


Рис. 2. Изменение средней годовой температуры воздуха в Забайкалье в 1885-2014 гг.

С XVII-XVIII вв. до настоящего времени температура повышается, но, тем не менее, остается еще значительно ниже, чем в предшествующие теплые периоды голоцена. В связи с этим есть основание предполагать, что современное потепление является частью естественных многовековых колебаний температуры воздуха.

Список литературы

1. Безрукова, Е.В., Кривоногов С.К., Такахара Х., Летунова П.П., Шичи К., Абзаева А.А., Кулагина Н.В., Забелина Ю.С. Озеро Котокель – опорный разрез позднеледниковья и голоцена юга Восточной Сибири // Доклады Академии наук. 2008. Т. 420. №2. С. 1-6.
2. Еникеев Ф.И., Потемкина В.И., Старышко В.Е. Стратиграфия и эволюция климата и растительности позднего кайнозоя Северного Забайкалья. Новосибирск: Академическое из-во «ГЕО», 2013. 131 с.
3. Клименко В.В. Климат: непрочитанная глава истории. М.: Издательский дом МЭИ, 2009. 408 с.
4. Решетова С.А., Безрукова Е.В., Паниззо В., Хендерсон Э., Птицын А.Б., Дарьин А.В., Калугин И.А. Растительность Центрального Забайкалья в позднеледниковье и голоцене // География и природные ресурсы. 2013. Т. 34. № 2. С. 110-117.
5. Tarasov P., Bezrukova E., Krivonogov S. Late Glacial and Holocene changes in vegetation cover and climate in southern Siberia derived from a 15 kyr long pollen record from Lake Kotokel // Climate of the Past. 2009. V. 5. P. 285-295.

CLIMATE CHANGE IN THE TRANS-BAIKAL IN PLEISTOCENE AND HOLOCENE

Obyazov V.A., Enikeev F.I., Reshetova S.A.

Institute of Natural Resources, Ecology and Criology SB RAS, Chita, Russia

e-mail:obviaf@mail.ru

Abstract: We discuss the changes in air temperature in the Trans-Baikal region for the last 300 thousand years. It is suggested that the current warming is part of its centuries-old natural fluctuations.

Keywords: climate, air temperature, Pleistocene, Holocene, modern warming.

ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ГЕОХИМИЮ ГОРОДСКИХ ОЗЕРНЫХ СИСТЕМ

Макаров В.Н.

Институт мерзлотоведения СО РАН, г. Якутск, Россия

e-mail: Makarov@mpi.ysn.ru

Абстракт: Приводятся данные о влиянии атмосферных осадков на геохимию городских озерных систем. Повышение количества осадков сопровождается снижением минерализации воды озер, увеличением поступления H^+ из атмосферы и повышению кислотности воды озер. Установлена отчетливая тенденция опреснения озерных вод, обусловленная уменьшением поступления веществ с атмосферными осадками.

Ключевые слова: геохимия, атмосфера, осадки, озера.

Озерные воды в сильной мере испытывают влияние климатических факторов, под воздействие которых формируются их химический состав, водный и солевой балансы. Поступление вещества в озера с метеорными водами, с одной стороны, и влияние на химизм вод озер количества атмосферных осадков – с другой, определяют широкий диапазон изменения минерализации воды и химического состава озер. В последние годы в Центральной Якутии наблюдается изменение климата и в связи с этим интерес представляет оценка влияния атмосферных осадков на геохимию городских озерных систем.

В последние десятилетия, с конца XX века (с 1980 г.) в районе г. Якутска наблюдались значительные межгодовые колебания годовых сумм осадков, но в целом для города характерен положительный тренд осадков, особенно возросший с 2003 года.

В Якутске геохимическим мониторингом охвачены 40 городских озер. Химический состав озерных вод в период наблюдений оставался относительно постоянным гидрокарбонатно-хлоридным магниево-кальциевым.

Анионную часть озерных вод (87-94%) примерно поровну формируют Cl^- и HCO_3^- . Среднее содержание гидрокарбонат-иона составляет 435,4 мг/л, а хлор-иона – 351,1 мг/л. Концентрация сульфат-иона в 3-4 раза меньше – 100,2 мг/л. Среди катионов преобладает натрий. Соотношение между катионами следующее: $Na^+ > Ca^{2+}$, $Mg^{2+} > K^+$. Среднее содержание Na^+ – 180,7, Mg^{2+} – 45,8, Ca^{2+} – 45,4, K^+ – 19,4 мг/л.

По данным мониторинга атмосферных осадков [1] в районе города до 2008 г. преобладали слабокислые-слабощелочные осадки, кислотность которых изменялась в относительно узких пределах (6,77-7,37) и в среднем была практически нейтральной – 7,09. В этот период поступление кислых осадков с $pH < 6,8$, от общего их количества составляло от 0 (1997 г.) до 58% (2004 г.). С 2008 г. и по 2015 г. выпадающие осадки уже преимущественно слабокислые, pH в среднем – 6,63 (6,48-6,94) и поступление осадков с $pH < 6,8$ от общей суммы атмосферных выпадений колеблется от 46% (2013 г.) до 83% (2008 г.). Кислотность как жидких, так и твердых осадков близка. В 2014 г. средняя величина pH дождевых вод составила – 5,86, снеговых – 6,27.

Максимальная щелочность воды озер наблюдалась в 2003 г., когда средняя величина pH воды озер города составила 8,84 и достигла даже 9,37 в северной части озера Талое. Повышение щелочности озер в этот период связано с минимальным поступлением атмосферных осадков в предыдущие годы: 181-189 мм в 2001 г. и 2002 г. и, соответственно, незначительным привносом ионов водорода с осадками.

Увеличение объема поступления катиона H^+ из атмосферы приводит к повышению кислотности почв и воды поверхностного стока [2] и изменению кислотности воды озер города.

При относительном постоянстве содержания макрокомпонентов в химическом составе озерных вод концентрация ряда компонентов в озерах зависит от количества осадков. Примером может быть прямая зависимость содержания минеральных форм азота в озерах от объема поступлений соединений N из атмосферы (рис. 1).

Между содержанием ряда компонентов в воде городских озер и количеством выпадающих атмосферных осадков наблюдается обратная взаимосвязь. Например, максимальное содержание меди в озерах отмечается в «засушливые» периоды, когда разбавление озерных вод осадками минимально, а поступление меди в озера с грунтовым стоком остаётся относительно постоянным (рис. 2).

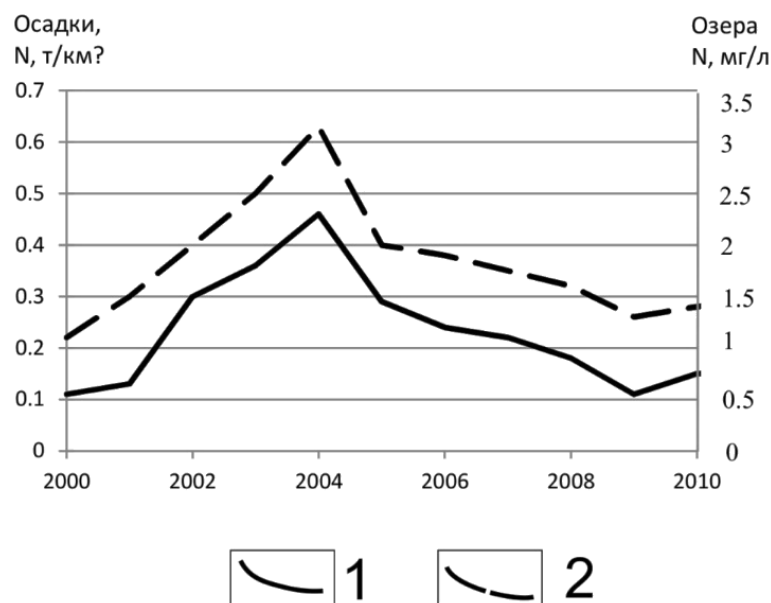


Рис. 1. Зависимость содержания минеральных форм азота в озерах от его поступления из атмосферы. 1 – суммарное содержание соединений азота воде озера, мг/л; 2 – атмосферные осадки, мм.

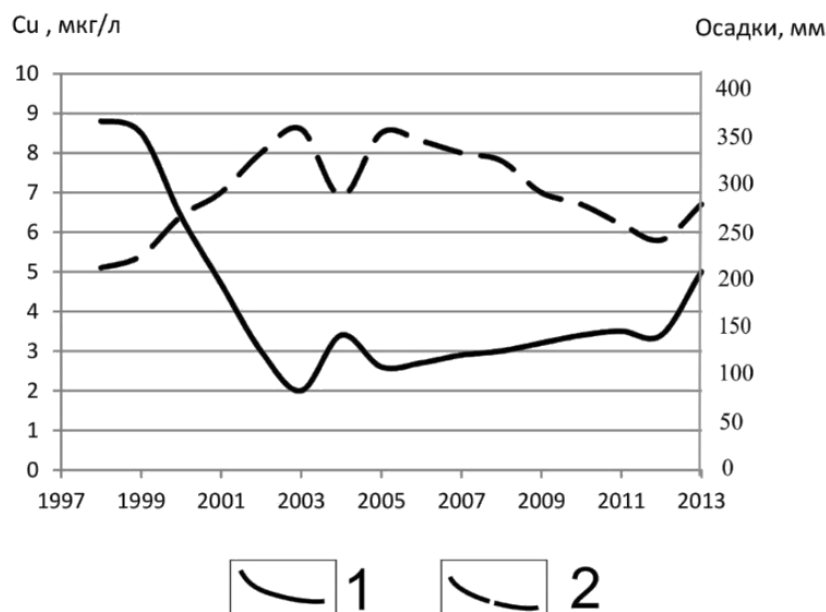


Рис. 2. Зависимость между содержанием меди в воде озера и атмосферными осадками
1 – содержание Cu, мкг/л; 2 – атмосферные осадки, мм.

Формирование химического состава воды городских озер Якутска определяется направленным изменением их качественных и количественных параметров (химического состава) под воздействием комплекса природных и техногенных факторов, преобразования и обмена миграционных форм ингредиентов в системе атмосфера-вода-порода-осадок.

Природные (потепление климата, количество осадков) и техногенные факторы влияют на химический состав воды городских озер. При сохранении положительного тренда количества атмосферных осадков и отрицательного для содержания макрокомпонентов в озерах, к 2020 г. общая минерализация воды озера понизится примерно на 50%, в среднем до 480 г/л. Снижение содержания макро- и микроэлементов в воде озера наиболее существенно для сульфатов и уменьшается в ряду: $\text{SO}_4^{2-} > \text{Ca}^{2+} > \text{Cl}^- > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$, pH. Прогнозируемое изменения климата приведет к существенному улучшению экологического состояния городских водоёмов и превышение санитарных норм в воде озера может сохраниться лишь для ионов натрия и соединений азота, главным образом, аммония и нитритов.

Список литературы

1. Макаров В. Н. Геохимический мониторинг атмосферных осадков в Центральной Якутии / В.Н. Макаров. Якутск: Изд-во Ин-та мерзлотоведения СО РАН, 2007. 88 с.
2. Макаров В.Н. Эколого-геохимический мониторинг окружающей среды города Якутска // Наука и образование. 2013. № 3 (70). С. 95-100.

EFFECT OF PRECIPITATION IN THE CITY GEOCHEMISTRY OF LAKE SYSTEMS

Makarov V.N.

Permafrost Institute of SB RAS, Yakutsk, Russia

e-mail: Makarov@mpi.ysn.ru

Abstract: The data on the impact of rainfall on the geochemistry of urban lake systems. Increasing the amount of precipitation associated with reduced water salinity lakes, increasing revenues H^+ from the atmosphere and increase the acidity of the water lakes. Established a clear trend desalination lake waters due to a decrease in revenues of substances with precipitation.

Keywords: geochemistry, climate, precipitation, lake.

ВЗАИМОСВЯЗЬ РЕЛЬЕФА И ЛАНДШАФТОВ В УСЛОВИЯХ РЕЗКО-КОНТИНЕНТАЛЬНОГО КЛИМАТА

Абакумова В.Ю., Помазкова Н.В.

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия
e-mail: faith-sh@mail.ru*

Абстракт: В статье рассмотрена взаимосвязь ландшафтов с параметрами рельефа на примере бассейна малой реки в Забайкальском крае. Показано, что разные типы ландшафтов зависят от разных параметров и их сочетаний. У склоновых сосновых урочищ наиболее широкий диапазон параметров, для долинных урочищ характерны более определенные сочетания параметров.

Ключевые слова: ландшафт, рельеф, ЦМР, факторный анализ.

Ландшафты как сложно организованные системы на земной поверхности и продукт взаимодействия комплекса природных факторов (климата, почв и др.) отражают пространственные закономерности этих факторов. Рельеф – один из ведущих факторов, служит базисом для природных систем. Основные параметры рельефа – абсолютная высота, уклон, экспозиция – влияют на климатические характеристики территории, а именно, на получаемое поверхностью количество солнечной энергии, количество и годовой режим осадков, прогревание почвы и испарение влаги. Кроме того, конфигурация и взаимное расположение форм рельефа оказывают воздействие на климатические процессы.

При изучении рельефа широко применяются геоинформационные методы и цифровые модели рельефа (ЦМР). Их использование позволяет упростить и повысить производительность многих процедур геоморфологического анализа.

Цель данной работы – на примере бассейна малой реки провести сравнительный анализ параметров рельефа и ландшафтов, оценить вклад некоторых параметров рельефа в пространственную дифференциацию ландшафтов. Объект исследования – бассейн реки Кадалинки, находящейся вблизи города Чита, в Забайкальском крае. Кадалинка – малая река, площадь ее водосбора примерно 89 км², а длина 23 км. Диапазон абсолютных высот составляет примерно от 654 м до 1226 м. Верхняя часть бассейна и истоки реки расположены на юго-восточном макросклоне Яблонового хребта, являющегося водоразделом речных систем Тихокого и Северного Ледовитого океанов, нижняя часть – в Читино-Ингодинской впадине. Юго-восточный макросклон Яблонового хребта изрезан водотоками, с узкими и глубокими долинами, крутыми скалистыми склонами и глубоким врезом. На плоской и выровненной вершине хребта нередко встречаются элювиальные отложения на горизонтальных или слабонаклонных поверхностях. Читино-Ингодинская впадина – одна из крупнейших в Забайкалье – широкая и выровненная. Длина впадины около 280 км, а ее ширина местами достигает 15-20 км, на исследуемом нами участке ширина около 12 км. Притоки Ингоды и Читы в пределах плоского днища впадины имеют низкие, заболоченные берега, у некоторых течение теряется в пойменных отложениях. До того, как устье Кадалинки было искусственно отведено в озеро Кенон, река была притоком Ингоды.

Выбор модельной территорией бассейна р. Кадалинка обусловлен наличием широкого спектра экотопических условий и растительных сообществ, которые создают разнообразие ландшафтов данного бассейна: от таежных лесных до степных и сухостепных.

Верховья реки заняты горно-таежными Байкало-Джугджурскими лиственничными и березово-лиственничными лесами с кустарниковым подлеском с преобладанием ерниковых березок на горных дерновых лесных почвах; средняя часть бассейна р. Кадалинка занята склоновыми горно-таежными лиственнично-сосновыми и сосновыми комплексами, представленными рододендроново-брусничными, разнотравными и остепненными типами на дерновых лесных почвах. В подножьях макросклона хребта Яблоновый получают распространение березово-лиственничные и березовые травяные геосистемы в сочетании со злаково-разнотравными лесопушечными лугами и образующие подтаежный высотно-поясный комплекс на горных темно-серых лесных почвах. Центральные-азиатские степные ландшафты с ксерофитно-разнотравной растительностью встречаются участками на крутых склонах световых экспозиций, а так же занимают днище Читино-Ингодинской котловины, где получают

развитие Онон-Аргунские гемикриофильные дерновинно-злаковые геосистемы на черноземных бескарбонатных малогумусных почвах.

Долинные фациальные комплексы в верхнем течении реки представлены преимущественно древесно-кустарниковыми сообществами из лиственницы Гмелина и березы в сочетании с различными видами ерниковых березок и ив, перемежающиеся с заболоченными лугами. В среднем течении наблюдается сужения долины (урочище «Дворцы») и отсутствие выраженной поймы, здесь долина занята только прирусловой древесно-кустарниковой растительностью.

Ниже по течению, после впадения руч. Красотун, долина реки расширяется, выполаживается и долинные фации представлены разнотравно-луговыми сообществами, заболоченными, либо остепненными в зависимости от форм микрорельефа и уровня залегания мерзлоты.

При входе в Читино-Ингодинскую котловину и ниже по течению реки долинные комплексы представляют собой лугово-степные степные: разнотравно-злаковые, полынно-злаковые, злаковые. Местами вдоль русла встречаются заросли ив.

Для анализа рельефа в данной работе использовалась растровая ЦМР с регулярной сеткой, построенная на основе данных SRTM с разрешением 3 угловые секунды. После перехода в систему координат UTM размер ячейки составил около 77 м. Все вычисления осуществлялись в бесплатной программе «White Box» (<http://www.uoguelph.ca/~hydrogeo/Whitebox/>).

Границы бассейна и водосборные площади определялись алгоритмом D8 (Directions 8). Кроме абсолютной высоты были взяты три комплексных показателя: Emboss Filter, индекс влажности (Wetness Index), и сумма горизонтальной (Plan Curvature) и вертикальной кривизны поверхности (Profile Curvature). Перед их вычислением, изображение было сглажено с помощью фильтра Гаусса. Emboss Filter («тиснение»), вычисляет уклон в определенном направлении, т.е. одновременно учитывает экспозицию и уклон относительно соседних ячеек. При этом принимается во внимание только два противоположных направления, в данном случае были выбраны север и юг, как наиболее влияющие на климат. В результате получается карта с отрицательными и положительными значениями в ячейках. Положительные – южные, отрицательные – северные, чем больше модуль величины, тем больше уклон, значения, близкие к нулю указывают на плоские поверхности. Индекс влажности равен натуральному логарифму отношения водосборной площади к уклону. Чем больше площадь водосбора и меньше уклон, тем больше величина индекса, тем более влажным будет данный участок земной поверхности при прочих равных условиях. Кривизна поверхности характеризует вогнутость или выпуклость участка, и влияет на условия увлажнения. Она бывает отрицательная (выпуклые участки) и положительная (вогнутые участки), на плоских поверхностях кривизна близка к нулю. Перед суммированием у вертикальной и горизонтальной кривизны была выровнена контрастность по методу Гаусса.

В исследуемом бассейне было оконтурено 34 выдела, объединенных в 11 урочищ (таблица). Для каждого выдела определялись максимальное, минимальное и среднее значение перечисленных выше показателей рельефа. С целью устранения влияния экстремальных и, возможно, случайных величин, вычислялось не абсолютный максимум и минимум, а после исключения 2,5% с обоих концов на диаграмме частотного распределения. Для оценки сходства и различия ландшафтов по показателям рельефа, был проведен факторный анализ по методу главных компонент (рисунок).

Первый график (1а) показывает, какие параметры и каким образом влияют на факторы. Первый фактор разделяет параметры абсолютной высоты, от индекса влажности и кривизны, второй фактор разделяет Emboss Filter (т.е. экспозицию и уклон) от остальных. На втором графике (1б) выделы (по номерам) расположены в зависимости от факторов. Например, по первому фактору с одной стороны оси X группируются долинны выделы (1, 2, 5), а на противоположном конце находится склоновый курумник. Склоновые сосновые урочища характеризуются наиболее широким диапазоном по обоим факторам. Склоновые и крутосклоновые лиственничные урочища имеют узкий диапазон по первому фактору (преимущественно занимают высокие и средние отметки), но широкий – по второму (экспозиция и уклон для них не так важны).

Основные характеристики урочищ и выделов

Название урочища	Номер выдела	Площадь, км ²	Высота, м	Преобладающая экспозиция	Средний уклон, градусы
Плоских поверхностей смешанные лиственные и лиственно-березовые со смешанным подлеском	22, 23, 24	10,4	1047-1215	В, ЮВ, Ю	5
Склоновые и крутосклоновые лиственные с участием березы с подлеском преимущественно из рододендрона даурского	3, 26, 29, 32, 34	26,6	794-1167	С, СВ, В, ЮВ, Ю	7
Склоновые смешанные сосново-лиственные и лиственные с участием сосны со смешанным подлеском	19, 20, 25, 33	15,2	768-1118	3, СЗ	8
Склоновые и крутосклоновые сосновые с подлеском преимущественно из рододендрона даурского	8-18, 4, 21	6,9	794-1143	В, ЮЗ, Ю, 3	13
Склоновые березовые с травяным покровом	6	3,6	770-984	В, СВ	6
Склоновые степные разнотравные	7, 30	10,9	720-906	В, ЮВ, Ю	4
Склоновый курумник	28	0,02	1055-1109	С, СВ	20
Степные днищ котловин злаково-разнотравные	31	11,6	653-755	В, ЮВ, Ю	1
Долинные древесно-кустарниковые преимущественно ивовые и ерниковые с участием лиственницы и березы	1, 27	1,1	797-983	СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ	3
Долинные луговые и заболоченные с древесно-кустарниковыми зарослями вдоль рек и ручьев	2	0,9	893-1042	все	4
Долинный влажно-разнотравный луг с участками древесно-кустарниковых зарослей преимущественно из различных видов ив	5	2,1	653-801	В, ЮВ	1

Таким образом, применение ГИС-технологий и статистических методов позволяет изучать взаимосвязь ландшафтов с параметрами рельефа.

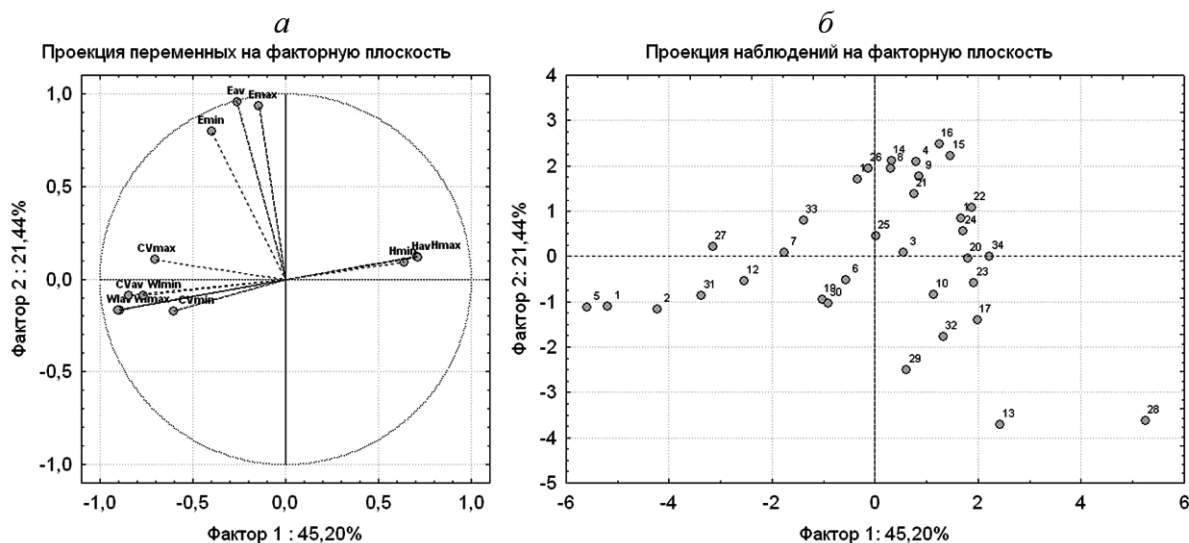


Рисунок. Результаты факторного анализа. Максимальные, минимальные и средние величины показателей: высота – Hmax, Hmin, Hav, Emboss Filter – Emax, Emin, Eav, индекс влажности – Wlmax, Wlmin, Wlav, кривизна – CVmax, CVmin, CVav.

THE CORRELATION OF THE RELIEF AND THE LANDSCAPES IN THE CONDITIONS OF THE STRONGLY CONTINENTAL CLIMATE

Abakumova V.Y., Pomazkova N.V.

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia

e-mail: faith-sh@mail.ru

Abstract: The text is devoted to the correlation of the relief and the landscapes. The object of research is small river basin in Zabaikalia area. The factor analysis of the various landscapes and various characteristics of the relief (wetness index, curvature, slope, aspect) was done. The slope pine landscapes have the longest range of the characteristics combinations; otherwise, the valley landscapes have the short range.

Key words: landscape, relief, DTM, factor analysis.

ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСНЫ ЦАСУЧЕЙСКОГО БОРА (ЮГО-ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Вахнина И.Л., Обязов В.А., Замана Л.В.

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия
e-mail: vahnina_il@mail.ru

Абстракт: Результаты расчета климатического отклика показали, что определяющим фактором для формирования ширины годичных колец сосны в Цасучейском бору является режим увлажнения территории. В рядах радиальных приростов выявлена квазитридцатилетняя цикличность, сходная с периодичностью в выпадении атмосферных осадков и колебаниями уровня оз. Барун-Торей. Первая декада текущего столетия по дендрохронологическим данным оценивается как наиболее засушливая за последние 200 лет.

Ключевые слова: дендрохронология, сосна, климат, осадки, увлажнение.

На территории Восточного Забайкалья в последний полувековой период темпы роста среднегодовой температуры воздуха в два раза превышают глобальные [4]. Это происходит на фоне характерных для данной территории циклических колебаний атмосферных осадков. В аридную фазу цикла особенно чувствительными оказываются лесостепные и степные природные комплексы юга Восточного Забайкалья. В этот период происходит снижение речного стока и падение уровня озер [2, 4], вплоть до полного высыхания мелких озер, усыхание наименее устойчивых к засухам мезофитных видов древесной растительности, в частности, березы (*Betula pendula* Roth.) [1], угнетение физиологических процессов у ксерофитных видов и др.

Основанные на инструментальных данных выводы о динамике и направленности климатических изменений ограничены длительностью рядов метеорологических и гидрологических наблюдений, которые не превышают 100 лет. Исторические сведения о климатических условиях в более ранние сроки немногочисленны и не имеют надежной датировки. В основном они касаются изменения уровня расположенных на этой территории бессточных соленых озер Зун-Торей и Барун-Торей. В связи с этим особое значение приобретает анализ доступных источников информации о климатических колебаниях за более длительный период, которыми могут служить дендрохронологические данные. Древесная растительность степной и лесостепной ландшафтно-климатических зон произрастает в условиях жесткого лимитирования режимом увлажнения территории, что позволяет ей служить в качестве индикатора динамики климатических факторов.

Цель работы – поиск климатического отклика в годичных кольцевых приростах сосны обыкновенной и выявление согласованности динамики приростов с колебаниями речного стока в верхнеамурском бассейне и уровнем Торейских озер.

Материал для исследований в виде кернов стволовой древесины отобран с живых деревьев *Pinus sylvestris* subsp. *Krylovii* (Serg. et Kondr., 1953), произрастающих на юге Восточного Забайкалья в Цасучейском островном бору. Все этапы получения древесно-кольцевых серий выполнялись в соответствии с общепринятыми дендрохронологическими методиками [3]. Построение и характеристика качества хронологий проведены в программах TSAP, COFESHA, ARSTAN, для дендроклиматического анализа рассчитаны коэффициенты корреляции Пирсона. Определение цикличности в рядах приростов и метеоданных выполнено с помощью спектрального (Фурье) анализа в программе STATISTICA и вейвлет-анализа в программе MATLAB. Вейвлет-когерентность вычислялась с помощью пакета «Crosswavelet and Wavelet Coherence» для MATLAB.

Статистический анализ обобщенной по 19 кернам стандартизированной древесно-кольцевой хронологии, максимальная длительность которой составила 213 лет (1797-2009 гг.), выявил высокие показатели чувствительности сосны в исследуемом регионе к воздействию внешних факторов среды и наличие в рядах прироста разных деревьев общего климатического сигнала. Это позволяет использовать полученную древесно-кольцевую хронологию для расчета климатического отклика.

Коэффициенты корреляции между годичными кольцевыми приростами сосны и метеоданными близлежащих метеостанций (Борзя, Акша, Агинское) за период с 1936 по

2014 гг. показали, что радиальный прирост содержит значимый положительный отклик на осадки июня и июля и отрицательный на температуру воздуха в те же месяцы. Наибольшие значения получены между приростами и средними суммами атмосферных осадков за год по всем метеостанциям (от 0.41 до 0.55, $p > 0.01$), а также за период, условия которого могут оказывать влияние на текущий прирост – с сентября предшествующего по сентябрь текущего года (r от 0.44 до 0.58 при $p > 0.01$).

Для расчета отклика радиального прироста на увлажненность использовались индекс засушливости А.Д. Педя (SI) и гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК), рассчитанные по данным метеостанций Агинское и Борзя за 1950-2009 гг. Согласно дендроклиматическому анализу, радиальный прирост сосен Цасучейского надежно отражает межгодовые колебания увлажненности территории. Между приростами и индексом SI в июне и июле (-0.33 и -0.44 по данным метеостанции Борзя, -0.37 и -0.49 по станции Агинское), а также средними значениями SI суммарно за май-сентябрь по обеим метеостанциям (соответственно -0.47 и -0.57). Отклик древесно-кольцевой хронологии на изменение показателя ГТК также подтверждается высокими положительными коэффициентами корреляции – 0.42 (Борзя) и 0.98 (Агинское).

Коэффициенты корреляции индексированных приростов со стоком р. Амур и уровнем оз. Барун-Торей составили 0,59 и 0,61 соответственно. Все коэффициенты статистически достоверны при уровне значимости $\alpha = 5\%$.

Спектральный анализ стандартизированной древесно-кольцевой хронологии позволил выделить значимые при $\alpha = 1\%$ квазитридцатилетние циклы в формировании годичных колец деревьев, согласованные с многолетними изменениями среднегодовых сумм атмосферных осадков и динамикой уровня оз. Барун-Торей. Других стабильных, хорошо выраженных и статистически достоверных ритмов при выбранном уровне значимости не обнаружено. Вейвлет-когерентность между изменениями осадков и ширины годичных колец деревьев имеет наибольшие статистически достоверные значения также в полосе частот, близких к 30 годам. Совпадения на других частотах имеют временную локализацию. Вейвлет-анализ, который демонстрирует картину распределения периодичности на протяжении всей хронологии (рис. 1), показал, что колебания длительностью около 30 лет наиболее отчетливо прослеживаются со середины 19 века.

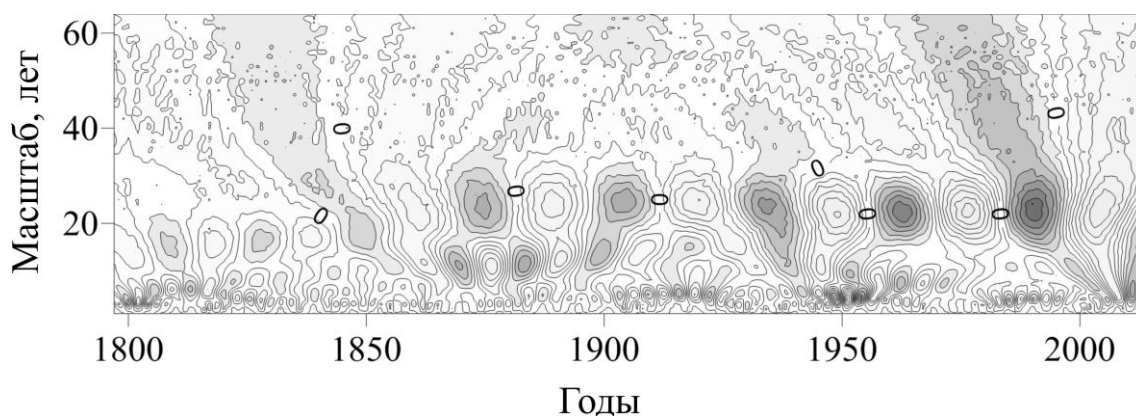


Рис. 1. Вейвлет-спектр многолетних изменений ширины годичных колец деревьев сосны Цасучейского бора (Юго-Восточное Забайкалье).

Выполненный дендроклиматический анализ показал, таким образом, что динамика ширины годичных колец надежно отражает условия увлажнения территории. Исходя из полученной хронологии колебания увлажненности в регионе со второй половины XIX века и особенно в последние 80 лет усилились, так как амплитуды между экстремальными значениями индексов прироста заметно выросли. Минимальные кольцевые приросты в циклах, полученных сглаживанием обобщенной хронологии (рис. 2) и вейвлет-преобразованием, приходятся на 1861, 1890, 1920, 1947, 1976 и 2009 годы, а максимальные – на 1872, 1901, 1936-1937, 1964-1965 и 1991 годы. Последняя декада хронологии выделяется наиболее низкими приростами за весь охваченный древесно-кольцевыми измерениями период. С дендрохронологическими данными совпадает и большинство экстремумов, отмеченных в изменении уровня Торейских озер [2].

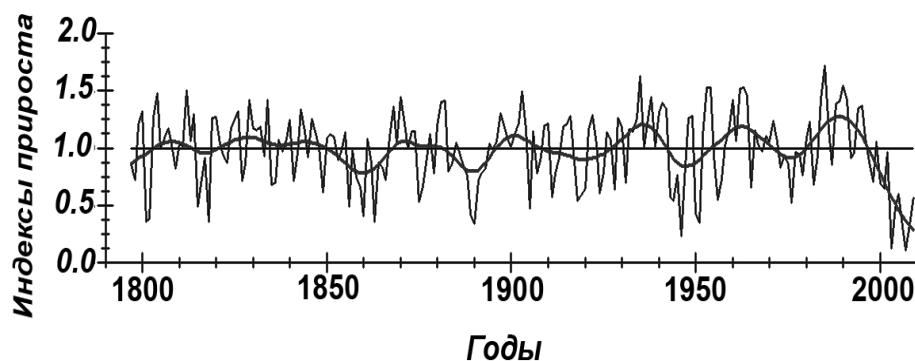


Рис. 2. Стандартизированная обобщенная древесно-кольцевая хронология по ширине годичных колец *Pinus sylvestris* Цасучейского бора [5].

Результаты исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Радиальный прирост сосен Цасучейского бора лимитируется преимущественно количеством атмосферных осадков, менее выражено воздействие температур воздуха. Наиболее тесная связь получена с индексами увлажнения, изменениями стока р. Амур и уровня оз. Барун-Торей.

2. В динамике ширины годичных колец выявлена значимая квазитридцатилетняя цикличность, соответствующая периодичности в режиме выпадения атмосферных осадков и колебаний уровня оз. Барун-Торей.

3. По дендрохронологическим данным начало текущего столетия оценивается как наиболее засушливое за последние 200 лет.

Работа выполнена в рамках бюджетных исследований (проект СО РАН № 79.1.2).

Список литературы

1. Вахнина И.Л., Малых О.Ф. Деграция березняков бассейна реки Аргунь как показатель климатических изменений // Вестник КрасГАУ. 2013. № 4. С. 122-126.
2. Кренделев Ф.П. Периодичность наполнения и высыхания Торейских озер (Юго-Восточное Забайкалье) // Доклады АН СССР. 1986. Т. 287. №2. С. 396-400.
3. Методы дендрохронологии. Ч. I: Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: Учеб.-метод. пособие / С.Г. Шиятов, Е.А. Ваганов, А.В. Кирдянов и др. Красноярск: КрасГУ, 2000. 80 с.
4. Обызов В.А. Изменение климата и гидрологического режима рек и озер в Даурском экорегионе // Проблемы адаптации к изменению климата в бассейне рек Даурии: экологические и водохозяйственные аспекты. Чита: Экспресс-изд-во, 2012. С. 24-45.
5. Замана Л.В., Вахнина И.Л. Гидрохимия соленых озер Юго-Восточного Забайкалья в фазу аридизации климата в начале XXI века // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. №11. С. 608-612.

DENDROCLIMATIC ANALYSIS OF THE TSASUCHEY INSULAR FOREST PINE (SOUTHEAST TRANSBAIKALIA)

Vakhnina I.L., Obyazov V.A., Zamana L.V.

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia

e-mail: vahnina_il@mail.ru

Abstract: The results of the climate response calculation showed that the determining factor for the width of the rings pine growth in the Tsasuchey insular forest are humidification. Tree-ring chronology is characterized by cyclical about 30 years, which is similar to atmospheric precipitation and level of Barun-Torey lake. The first decade of this century, according to dendrochronological data is evaluated as the most arid in the past 200 years.

Keywords: dendrochronology, pine, climate, rainfall, humidification.

ДИНАМИКА КЛИМАТА В ПОЗДНЕМ КАЙНОЗОЕ-НЕОПЛЕЙСТОЦЕНЕ

Еникеев Ф.И.

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия

e-mail: Enikeev_geolog@mail.ru

Абстракт: рассматриваются крупно-, средне и короткопериодные изменения климатических параметров позднего кайнозоя. Реставрация динамики климатических флуктуаций базируется на результатах палинологических, геологических и археологических исследований в гумидных и семиаридных территориях Забайкалья.

Ключевые слова: климатические ритмы, неоплейстоцен, палинология, археология, Восточное Забайкалье.

При изучении континентальных отложений для реконструкции палеоклиматов используется аналогово-палинологический метод [4]. Он основывается на принципе актуализма, базирующегося на идентичности современного и прошлого климата типам растительности и долевым продуктивности таксонов в спорово-пыльцевых спектрах (СПС). Выявление климатических факторов, таких как температура воздуха, влажность, криогенная обстановка и др., основывается на сопоставлении субрецентного СПС с СПС, полученным из отложений конкретного стратиграфического уровня. Климат, определяющий современные пояса и зоны с установленным типом растительности, охарактеризованным субрецентными СПС, принимается как аналог реставрируемого палеоклимата.

Целью работы является выявление особенностей изменения климата Восточного Забайкалья как в позднем кайнозое, так и, главным образом, во второй половине неоплейстоцена.

Использованы материалы палинологических исследований кернового материала из скважин глубиной от 100 до 1180 м, естественных обнажений и субрецентных проб, а также данные радиоуглеродного, термолюминесцентного датирования отложений и латерального распространения озерных осадков различных стратиграфических уровней.

Для северных регионов Забайкалья восстановление периодичности и амплитуд климатических колебаний от миоцена до голоцена основывается на материалах комплексного исследования керна скважины № 126, расположенной в Чарской депрессии [2, 3] (рис. 1).

Выяснение динамики границ высотных поясов, главным образом снеговых границ позволило уточнить и дополнить характер выявленных температурных колебаний воздуха в эпохи средне- и поздненеоплейстоценовых криохронов (рис. 2).

Результаты спорово-пыльцевого анализа дают картину последовательного изменения дендрофлоры, связанного как с нарастающим похолоданием в неогене и эоплейстоцене, так и с существенным перераспределением родов и видов в фитоценозе, в связи с резкими климатическими колебаниями в неоплейстоцене Сибири.

В южных широтах Забайкалья выявление характера крупных и среднепериодных климатических колебаний в позднем кайнозое опирается на результаты геологического картирования лимния с широким применением палинологического анализа литолого-стратиграфических комплексов, геохронологии отложений разновозрастных генетических типов, а также палео- и неолитических памятников.

Динамика лимногенеза напрямую связана со степенью увлажненности, чередующейся с осадконакоплением в аридных условиях. В периоды повышенной влажности (криохроны), вызванной существенным уменьшением испарения, значительно возрастает площадь бассейновой аккумуляции, которая устанавливается как по характеру растительности, так и по широкому представительству озерных осадков в отложениях отрицательных форма рельефа Южного и Юго-Восточного Забайкалья (рис. 3).

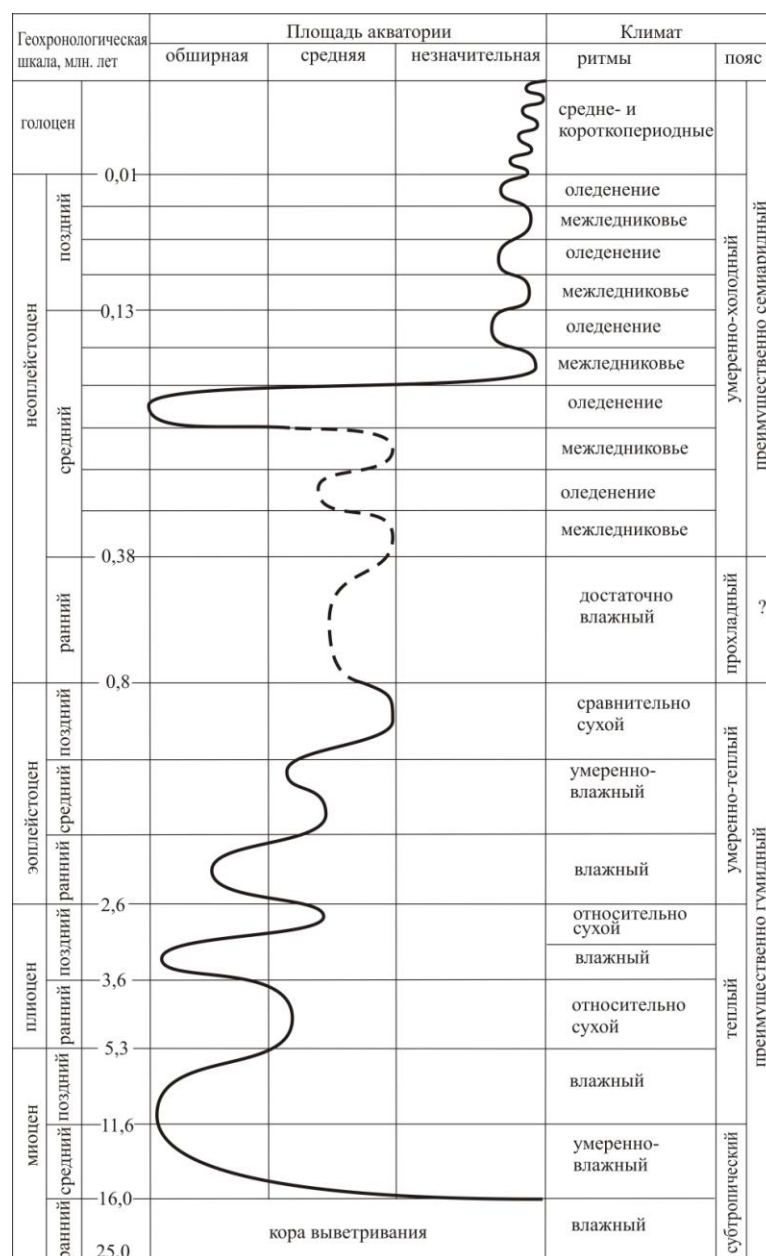


Рис. 3. Динамика лимногенеза Юго-Восточного Забайкалья в позднем кайнозое.
Примечание: пунктирной кривой показан интервал времени с ограниченным объемом информации.

В периоды аридизации, также установленные по характеру растительных сообществ, площади бассейновой седиментации сокращаются. На рубеже самаровского и тазовского криохронов в результате внедрения Амурской системы рек область замкнутых озерных котловин Юго-Восточного Забайкалья резко сократилась. Тем не менее, крупно- и среднепериодный характер динамики лимногенеза сохранился, но уже в контуре современных озерных чаш. (рис. 3). Продолжительность и характер изменения климата в позднем неоплейстоцене-голоцене отчетливо выявляется по результатам исследования археологических памятников в южных регионах Забайкалья (таблица).

В позднем кайнозое отмечаются достаточно стабильные климатические условия с общей тенденцией их изменения от близкого к субтропическому до умеренно теплому. Неоплейстоцен северных территорий характеризуется значительными колебаниями температуры приземного воздуха от $+2^{\circ}\text{C}$ до -26°C с тенденцией положительной динамики для криохронов и отрицательной для термохронов. В южных регионах озерные трансгрессии совпадают с эпохами похолоданий.

В историческое время короткопериодная 30-ти и 60-ти летняя озерная динамика полностью обусловлена изменениями количества среднегодовых атмосферных осадков [5]. Они определяют уровень режим водоемов вплоть до полного высыхания (оз. Барун-Торей, Хара-

Нур) или существенного понижения водного «зеркала» в котловине (оз. Зун-Торей). Собственно в том же режиме колеблется региональный уровень подземных вод первого от поверхности водоносного горизонта.

Таблица

Продолжительность крупных ритмов и фазовых колебаний климата в позднем плейстоцене – голоцене

Климатостратиграфические подразделения			Время в тыс. лет назад	Продолжительность, тыс. лет		Древние поселения юга Забайкалья
				период	фаза	
голоцен	верхний	Субатлантический	2,2-0	10,0	5,0	Исторический этап
		Суббореальный	5,0-2,2			Студеное-1 (горизонты 1-3); Читкан, Фомичево, Кандабаево и Куналей (горизонт 1); Черемушки (горизонты 1, 2)
		Атлантический (оптимум)	8,0-5,0		5,0	Студеное-1 (горизонты 4-9)
	нижний	Бореальный	10,0-8,0	Студеное-1 (горизонты 10-12)		
верхний неолейстоцен	Сарганское оледенение	Норильская стадия	10,8-10,0	15,0	5,0	Студеное-1 (горизонты 13/1, 13/2), Куналей (горизонт 2)
		Таймырское потепление	12,0-10,8			Ошурково (горизонты 3,4), Фомичево (горизонт 2), Читкан (горизонт 2), Черемушки (горизонт 3), Студеное-1 (горизонты 14-19), Куналей (горизонт 3), Санный Мыс (горизонт 3)
		похолодание	12,2-12,0		5,0	Санный мыс (горизонты 4,5), Студеное-2 (горизонт 3), Кандабаево (горизонт 2), Мельничное (горизонт 1), Черемушки (горизонт 4)
		Кокоревское потепление	15,0-12,2			Санный Мыс (горизонты 6,7)
		Главные стадии (гыданско-ньяпанская)	20,0-15,0			
	25-20,0					
	Каргинское межледниковье	Липовско-новоселовское потепление	30,0-25,0	25 (30)	5,0	
		Конощельское похолодание	33,0-30,0		3,0	Варварина Гора
		Оптимум (Малохетское потепление)	43-33,0		10,0	Толбага, Мельничное (горизонт 2), Береговое
		похолодание	50-43		7,0	

(Таблица составлена Ф.И. Еникеевым с использованием материалов М.В. Константинова и Д.-Д.Б. Базарова) [1].

Список литературы

1. Базаров Д.-Д.Б., Константинов М.В., Иметхенов А.Б., Базарова Л.Д., Савинова В.В. Геология и культура древних поселений Западного Забайкалья. Новосибирск: «Наука», 1982. 164 с.
2. Еникеев Ф.И. Поздний кайнозой Северного Забайкалья и палеоклимат юга Восточной Сибири // Геология и геофизика. 2008. Т. 49. № 8. С. 794-804.
3. Еникеев Ф.И., Потемкина В.И., Старышко В.Е. Стратиграфия и эволюция климата и растительности позднего кайнозоя Северного Забайкалья. Новосибирск: Изд-во «ГЕО», 2013. 131 с.
4. Методы реконструкции палеоклиматов. М.: Наука, 1985. 99 с.
5. Обязов В.А. Закономерности увлажнения степной зоны Забайкалья и их проявления в режиме озер (на примере Торейских озер): Автореф. дис. канд. геогр. наук. СПб., 1996. 21 с.

DYNAMICS OF CLIMATE LATE CENOZOIC - PLEISTOCENE

Enikeev F.I.

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia

e-mail: Enikeev_geolog@mail.ru

Abstract: We consider large-, medium- and short-period changes in climatic parameters pas Late Cenozoic. Restoration of the dynamics of climate fluctuations is based on the results of palynological, geological and archaeological research in the humid and semi-arid areas of Transbaikalia.

Keywords: climatic rhythms Neopleistocene, palynology, archeology, Eastern Trans-Baikal.

РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА ИЗ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ЮРСКИХ ОПЕРЕННЫХ ДИНОЗАВРОВ КУЛИНДА (ОЛОВСКАЯ ВПАДИНА, ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Решетова С.А.¹, Синица С.М.¹, Пещевницкая Е.Б.², Мащук И.М.³, Фролов А.О.³

¹Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия

²Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука
СО РАН, г. Новосибирск, Россия

³Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия
e-mail: srescht@mail.ru

Абстракт: Динозавровые экотопы Оловской впадины существовали в условиях достаточно влажного теплоумеренного климата. Водораздельные пространства покрывали хвойные леса, пойменные леса состояли из чекановскиевых, более влажные местообитания вблизи озера занимали циатейные и осмундовые папоротники, разнообразные плауновидные, а также сфагновые, листостебельные, печёночные мхи и хвощи.

Ключевые слова: спорово-пыльцевой анализ, палеоэкология, фитоориктоценозы, динозавры, юра.

В 2010 г. в Оловской впадине на левом борту пади Кулинда были обнаружены остатки оперенных юрских растительноядных динозавров *Kulindadromeus zabaikalicus* [5], приуроченные к отложениям нижней подсвиты укурейской свиты [3].

Целью работы являлась реконструкция состава растительности и палеоэкологических условий на местонахождении Кулинда. Материалом для исследования послужили отпечатки флоры и фауны, послойно отобранные на местонахождении и образцы для спорово-пыльцевого анализа из костеносных горизонтов. Все выявленные захоронения органических остатков, в том числе и динозавров, отнесены к аллохтонным мероценозам и только следы жизнедеятельности выделены как автохтонные ихноценозы. Остатки динозавров приурочены к определенным глубинам озера, куда они сносились вероятнее всего дождевыми временными водотоками с захоронением отдельных частей скелетов. Водный генезис отложений подтверждается макроостатками водорослей *Algites* sp., которые обычно доминируют в фитоориктоценозах и присутствием гипнозигот зеленых водорослей *Leiosphaeridia* spp. в палинологических спектрах.

Ранее, литологические и палеонтологические особенности подсвиты позволили расчленить ее на нижнюю – песчаниково-алевролитовую, среднюю – туфогенно-осадочную и верхнюю – туфогенную пачки, накапливающихся в трех стадиях развития Кулиндинского вулканического озера.

В фитоориктоценозах из песчаниково-алевролитовой пачки (первая стадия развития Кулиндинского озера) доминируют водоросли *Algites* sp., фрагменты талломов печеночных мхов *Hepaticites* cf. *arcuatus* (L. et H.) Harris и напластования игольчатых листьев чекановскиевых *Czekanowskia* ex gr. *rigida* Heer. Более редки стебли и междоузлия хвощей *Equisetites undense* Sreb., перышки папоротников *Coniopteris* sp., *Pterophyllum* cf. *burejensis* Prindl. et Vlad. и семена – крылатки хвойных *Schizolepis elegans* Tur.-Ket., *S. levis* Tur.-Ket, единичны шишки хвойных *Elatides* sp. nov. и семена неопределенного систематического положения *Carpolithes* sp. В песчаниках хлидолитах встречены грубые древесные остатки.

Резко отличается от рассмотренных фитоориктоценоз пепловых туффитов слой 4, где среди фрагментов талломов печеночных мхов *Hepaticites* появляются коробочки сплахновых мхов *Palaeovoitia jurassica* Ignatov, gen. sp. nov. (определение Н.В. Горденко, М.С. Игнатова, Е.В. Карасева, ПИН РАН; 2011 г.).

Флористический комплекс отложений туфогенно-осадочной пачки канавы 3(3) (вторая стадия развития Кулиндинского озера) представлен в туфоалевролитах и алевролитах водорослями *Algites* sp., рассеянными хаотично фрагментами талломов печеночных мхов *Hepaticites* sp., редкими стеблями хвощей *Equisetites* sp., игольчатыми листьями чекановскиевых *Czekanowskia* sp., рассеянными хаотично коробочками сплахновых мхов *Palaeovoitia* sp., приуроченных к пепловым туффитам.

В туфоалевролитах канавы 3 (третья стадия развития Кулиндинского озера), в отличие от предыдущих разрезов, обнаружены напластования крупных талломов мхов: печеночных *Hepaticites* cf. *arcuatus* (L. et H.), листостебельных *Muscites samchakianus* Sebr., а также

коробочек сплахновых мхов *Palaeovoitia jurassica* Ignatov, gen. sp. nov. Более редки напластования игольчатых листьев чекановские *Czekanowskia* ex gr. *rigida* Heer, шишки *Elatides ovalis* Heer и семена-крылатки хвойных *Pityospermum* cf. *maakiana* Heer, *P. gracile* Tur.-Ket., *Schizolepis moelleri* Sew. Встречаются семена неопределенного систематического положения *Carpolithes* sp.

При сравнении фитоориктоценозов трех пачек отложений общим является состав: водоросли, печеночные, листостебельные и сплахновые мхи, хвощи, лептострбовые, семена-крылатки и шишки хвойных растений и семена неопределенного систематического положения. Отличие проявлено в типах захоронений: рассеянные и напластования. Напластования игольчатых листьев в нижней пачке и талломов мхов в верхней пачке отложений свидетельствуют о динамичной прибрежной зоне, существовавшей во время накопления осадков.

Присутствие мхов семейства сплахновых *Splachnaceae* подтверждает существование субстратов животного происхождения. В современном растительном мире это мхи своеобразной экологической приуроченности [1]. Представители его растут обычно на экскрементах самых различных животных, как диких, так и домашних, хищных и травоядных, погадках (отрыгнутые хищными птицами комочки не переваренной пищи). Все эти субстраты в условиях теплого климата, обычно очень недолговечны и быстро разлагаются. Сплахновые мхи на территории Забайкалья ранее нигде не отмечались, поэтому их присутствие на местонахождении Кулинда является уникальной особенностью фитоориктоценозов.

Ценозы данного местонахождения резко отличаются от юрских фитоориктоценозов региона доминированием талломов печеночных и листостебельных мхов. Их присутствие в отложениях указывает на наличие влажных мест пойм, дельт и озерного мелководья в окрестностях древнего Кулиндинского озера. Значительное их количество может быть объяснено быстрым захоронением в результате массового выпадения тонкого эолового пеплового материала.

На существование болотистого леса в то время указывают отпечатки чекановские, по мнению В.А. Красиловой леса такого типа могли произрастать в поймах рек, дельт или на озерных пляжах. По Н.В. Горденко, Е.В. Карасеву и М.С. Игнатову (ПИН РАН), весь растительный материал местонахождения Кулинда является аллохтонным, претерпевшим значительную транспортировку. Это обстоятельство позволяет провести лишь предварительную реконструкцию мест обитания. Хвойные (сосновые) леса вероятнее всего были приурочены к водоразделам, чекановские являются доминантами пойменных лесов, хвощи, типичные околводные растения, росли по берегам водоемов.

Широкое развитие на окружающих территориях хвойных лесов, которые произрастали в условиях достаточно влажного теплоумеренного климата, подтверждается палинологическими данными. В спорово-пыльцевых спектрах резко доминирует мешковая пыльца древних хвойных плохой сохранности (35-55%) и группы *Alisporites-Pseudopicea* (22-45%). Определены виды, широко распространенные на территории Сибири и других бореальных областей: *Pseudopicea variabiliformis* Bolchovitina, *Pseudopicea rotundiformis* (Maljavkina) Bolchovitina, *Dipterella oblatinoides* Maljavkina, *Piceites asiaticus* Bolchovitina и другие. Пыльца хейролепидиевых (*Classopollis* spp.), которая рассматривается как показатель жаркого и аридного климата, немногочисленна (1,5-3%). Процентное содержание пыльцы подокарповых (1-3%), гинкговых и цикадовых (2,5-5,5%) также не велико. Более влажные местообитания вблизи озера, видимо, были заняты, в основном, циатейными или диптерисовыми папоротниками: в споровой части спектров в наибольшем количестве встречены гладкие трехлучевые споры группы *Cyathidites-Biretisporites* (3,5-15%). Возможно, прибрежные области были частично заболочены. Об этом свидетельствует присутствие в палинологических спектрах достаточно разнообразных спор плауновидных, представленных родами *Lycopodiumsporites*, *Neoraistrickia*, *Uvaesporites* и другими, сфагновых мхов *Stereisporites* (1,5-4%) и небольшой процент (1-1,5%) спор *Osmundacidites* и *Todisporites*, продуцируемых осмундовыми папоротниками, которые сегодня предпочитают влажные, но дренируемые местообитания.

Следует отметить, что спорово-пыльцевые комплексы отражают лишь общие черты растительности на достаточно широкой территории и не могут свидетельствовать о точном соотношении в растительных сообществах растений-продуцентов, различающихся по

пыльценосности (или спороносности) в значительных пределах. К тому же, к месту захоронения споры и пыльца приносятся ветром и водными потоками, при этом палиноморфы имеют разную способность к транспортировке и сохранению в осадке.

Абсолютный метод датирования ближайших к местонахождению вулканических отложений калий-аргоновым методом древних вулканов Жуир и Фараон (определения С.В. Рассказова, ИЗК СО РАН) показал временной диапазон данных от 103 ± 4 до 180 ± 5 – 188 ± 6 млн. лет, в зависимости от места отбора пробы (подножие вулкана или ближе к кратеру). Это свидетельствует о возможности накопления туфогенно-осадочных отложений Оловской впадины с привносом пирокластического материала извергающихся вулканов в период от нижнего отдела юры до нижнего мела.

Палеоботанические данные с местонахождения Кулинда свидетельствуют, что осадки всего разреза могли накапливаться в период со среднего отдела юры по ранний мел. Так, отпечатки растений представлены среднеюрскими видами *Hepaticites* cf. *arcuatus*, *Elatides ovalis*, ранне-среднеюрскими *Schizolepis moelleri*, *S. elegans*, *S. levis*, позднеюрскими *Equisetites undense* и раннемеловыми видами *Pterophyllum* cf. *burejensis*. Все приведенные виды семякрылаток характерны для отложений нижней юры Средней Азии. Семена рода *Schizolepis* присущи верхнеюрским отложениям Сибири. Вид *Equisetites undense* впервые был описан И.И. Сребродольской из верхнеюрских отложений ундино-даинской серии одноименной впадины.

Спорово-пыльцевые данные из нижней части разреза свидетельствуют о среднеюрском (батском) возрасте вмещающих отложений. Для спорово-пыльцевого комплекса характерно доминирование мешковой пыльцы древних хвойных плохой сохранности *Dissacites* (35-55%), *Pseudopicea variabiliformis* Bolchovitina (8-12%), небольшое количество пыльцы более современного облика родов *Piceapollenites* (1-1,5%) и *Pinuspollenites* (1%), присутствие видов *Podocarpidites rousei* Pocock, *Eboracia torosa* (Sachanova et Iljina) Timochina. Сходные признаки наблюдаются также в спорово-пыльцевых комплексах верхней части бата на юге Западной Сибири [2] и в Канско-Ачинском бассейне [4].

Список литературы

1. Бардунов Л. В. Древнейшие на суше. Новосибирск: Наука, 1984. 159 с.
2. Ильина В.И. Палинология юры Сибири. М.: Наука, 1985. 237 с.
3. Синица С.М. Переходные горизонты в стратиграфии верхнего мезозоя Забайкалья // Вестник ЧитГУ. Чита, 2011. № 3(70). С. 98-103.
4. Смокотина И.В. Палиностратиграфия юрских отложений Канско-Ачинского бассейна. Красноярск: Красноярскгеолсъемка, 2006. 97 с.
5. Pascal Godefroit, Sofia M.Sinita, Danielle Dhouailly, Yuri L. Bolotsky, Alexander Sizov, Maria Mc Namara, Michael Benton, Paul Spagna. A Jurassic ornithischian dinosaur from Siberia with both feathers and scales // Science. 2014. V. 345. P. 451-455.

PLANT COMMUNITIES OF THE JURASSIC FEATHERED DINOSAUR KULINDA LOCALITY (OLOV DEPRESSION, TRANSBAIKALIA)

Reshetova S.A.¹, Sinita S.M.¹, Peshchevitskaya E.B.², Mashchuk I.M.³, Frolov A.O.³

¹ Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia

² Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia

³ Institute of Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia

e-mail: srescht@mail.ru

Abstract: Dinosaur ecotopes of Olov Depression existed in a fairly humid warm-temperate climate. The watershed areas were covered by coniferous forests; riparian forests consisted of *Czekanowskia*, *Cyathea*, and *Osmundales*, various *Lycopodiophyta*, *Sphagnum* and leafy mosses, liverworts, and horsetails dominated more humid habitats near a lake.

Keywords: pollen analysis, palaeoecology, phytooryctocoenosis, dinosaurs, Jurassic.

ЛИТОРАЛЬНЫЕ БИОЦЕНОЗЫ – ИНДИКАТОРЫ СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОГО ВОДОЕМА

Ташлыкова Н.А., Афонина Е.Ю.

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия
e-mail: NatTash2005@yandex.ru

Абстракт: На основе анализа данных за 2012-2013 гг. по составу и структуре фитоэпифитона и зоофитоса оз. Кенон (Забайкальский край) установлено, что литоральные биоценозы являются наиболее устойчивой частью его экосистемы, которые повышают потенциал самоочищения водоема.

Ключевые слова: фитоэпифитон, зоофитос, литоральный биоценоз, индикатор, озеро Кенон.

Литоральная зона играет важную роль в устойчивости экосистемы водоема, так как именно в ней начинается очищение поступающих с водосбора вод. Особая роль в этом процессе принадлежит высшим водным растениям, поскольку они не только выступают в роли механических фильтров взвешенных примесей и «катализаторов» химических реакций детоксикации и поглощения химических веществ, но и служат своеобразной экологической нишей для водорослей и беспозвоночных [1]. Эти группы гидробионтов утилизируют поступающие в водоем взвешенные и слаборастворимые вещества, так как, обладая огромной суммарной сорбционной поверхностью, способны быстро поглощать и удерживать разнообразные формы загрязнителей.

В последние десятилетия в результате активной деятельности человека усилилась антропогенная нагрузка на большинство водных объектов, при этом, наибольший пресс испытывают водоемы, находящиеся в черте городской территории. На территории Забайкальского края, таким водным объектом является одно из самых крупных бессточных озер верхней части бассейна реки Амур – Кенон. Несмотря на сравнительно небольшие размеры озера, за последние годы заметно возросла площадь зарослей макрофитов (от 44 до 70 %) [2]. Поэтому литораль оз. Кенон является своеобразным центром сосредоточения жизни водоема, где развиваются растительные и животные организмы, являющиеся чувствительными индикаторами состояния экосистемы.

Цель работы – анализ структурных характеристик фитоэпифитона и зоофитоса для оценки состояния экосистемы оз. Кенон.

Озеро Кенон находится в западной части г. Читы (Забайкальский край). Водосборный бассейн расположен в междуречье р. Ингоды и левого притока р. Чита. Площадь водосбора составляет 227 км², площадь водной глади – 16,2 км², длина водоема – 5,7 км, средняя ширина – 2,8 км, средняя глубина – 4,4 м [5] (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема оз. Кенон. На схеме точками обозначена станция отбора проб:

- 1 – ТЭЦ (теплоэлектроцентраль) (глубина 3,5-4,0 м; температура – 26,7 °С);
- 2 – устье реки Кадалинка (глубина 2,0-3,0 м; температура – 23,5 °С).

В июле 2012 г. на станции в районе ТЭЦ (см. рис. 1) были проведены работы по изучению сообществ фитоэпифитона и зоофитоса на пяти видах гидрофитов *Potamogeton crispus* L., *P. pectinatus* L., *Elodea canadensis* Mich., *Myriophyllum sibiricum* Kom., *Chara tomentoza* L. В 2013 г. исследования данных групп организмов были продолжены на станции устье реки Кадалинка. Отбор проб осуществлялся на растениях *Potamogeton pectinatus* и *P. perfoliatus* L. Для оз. Кенон такие виды как *Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. perfoliatus*, *Chara tomentoza* и *Myriophyllum sibiricum* являются аборигенными, в отличие от *Elodea canadensis*, которая сравнительно недавно заселила некоторые участки озера [2].

Отбор и обработку проб эпифитона и зоофитоса проводили с использованием методов, общепринятых в практике гидробиологических исследований [3].

Для оценки видового разнообразия сообществ использовали индекс разнообразия Шеннона-Уивера [6]. Для оценки характера распределения относительного обилия видов в сообществе использовали показатель выравненности – индекс Пиелу [4].

Всего в составе фитоценозов исследуемых гидрофитов обнаружено 75 видов и внутривидовых таксонов водорослей, принадлежащих к 7 отделам, 8 классам, 28 порядкам, 34 семействам и 44 родам. Основу флоры водорослей сообществ фитоэпифитона составляли диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли, на долю которых приходилось 90% от общего видового состава. Разнообразие беспозвоночных животных в зарослях водной растительности слагалось из 35 видов, относящихся к 8 отрядам, 15 семействам и 32 родам. Из них 12 видов Rotifera (34%), 17 – Cladocera (49%), 6 – Copepoda (17%).

Сравнение качественного состава сообществ пелагиали и литорали показало, что в зарослях макрофитов и в непосредственной близости от них водоросли и беспозвоночные заметно разнообразнее и обильнее, чем в пелагиали. Так, видовой состав водорослей и беспозвоночных в исследованных литоральных участках был в 1,5-2 раза богаче и разнообразнее, чем в открытой части озера. Аналогичная картина наблюдалась и для количественных показателей эпифитона, когда их максимальные значения в зарослях были на порядок выше, чем в пелагиали. У беспозвоночных, напротив, численные характеристики в толще воды были в 2 раза выше, чем в литорали. Это, возможно, обусловлено очень густыми зарослями макрофитов, в частности, *Elodea canadensis*, а также типом питания (преимущественно соскребатели) развивающихся здесь беспозвоночных.

По структурным характеристикам сообщества фитоэпифитона и зоофитоса, развивающиеся в зарослях инвазийного вида, несущественно отличаются от такового на коренной растительности оз. Кенон (рис. 2, А, В, С).

Высокий показатель видового разнообразия Шеннона, неоднородность зооценоза и, наоборот, высокая концентрация доминирования одного вида водорослей (*Coconeis placentula* (Ehrenberg) P.Cleve) и высокая выравненность свидетельствуют об устойчивости сообществ и благоприятных условиях существования гидробионтов в зарослях элодеи. Исключение составляют ценозы *Myriophyllum sibiricum*, где отмечается: для фитоэпифитона – наибольшее видовое разнообразие и выравненность, для зоофитоса – наименее богатое сообщество с усилением доминирования одного вида (младшевозрастные стадии копепоид).

Соотнесение значений индекса видового разнообразия Шеннона, в пелагической и литоральной частях озера выявили сходную с качественным составом тенденцию. Значение этого показателя для толщи воды было ниже, как для водорослей, так и для беспозвоночных зарослей макрофитов. Максимальные значения индекса в литорали для водорослей составляли – 3,7 бит, для беспозвоночных – 3,4 бит, в пелагиали – 1,5 бит и 2,9 бит соответственно группам.

Общая численность фитоэпифитона колебалась от 0,02 до 2,3 млн. кл/л, зоофитоса – от 43,46 до 164,39 тыс. экз./м³. Наименьшие значения отмечались в зарослях *M. sibiricum*, наибольшие – в *Elodea canadensis* (рис. 3).

Таким образом, в составе фитоценозов исследуемых гидрофитов оз. Кенон обнаружено 75 форм водорослей и 35 видов беспозвоночных животных. Основу сообществ фитоэпифитона составляли диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли, зоофитоса – ветвистоусые ракообразные и коловратки. Сообщества фитоэпифитона и зоофитоса, развивающиеся в зарослях *Elodea canadensis*, несущественно отличаются по структурным характеристикам от такового на коренной растительности (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. perfoliatus*, *Chara tomentoza* и *Myriophyllum sibiricum*). Однако, полученные высокий показатель видового разнообразия Шеннона,

неоднородность зооценоза и, наоборот, высокая концентрация доминирования одного вида водорослей (*Cocconeis placentula*) и высокая выравненность свидетельствуют об устойчивости сообществ и благоприятных условиях существования гидробионтов в зарослях элодеи.

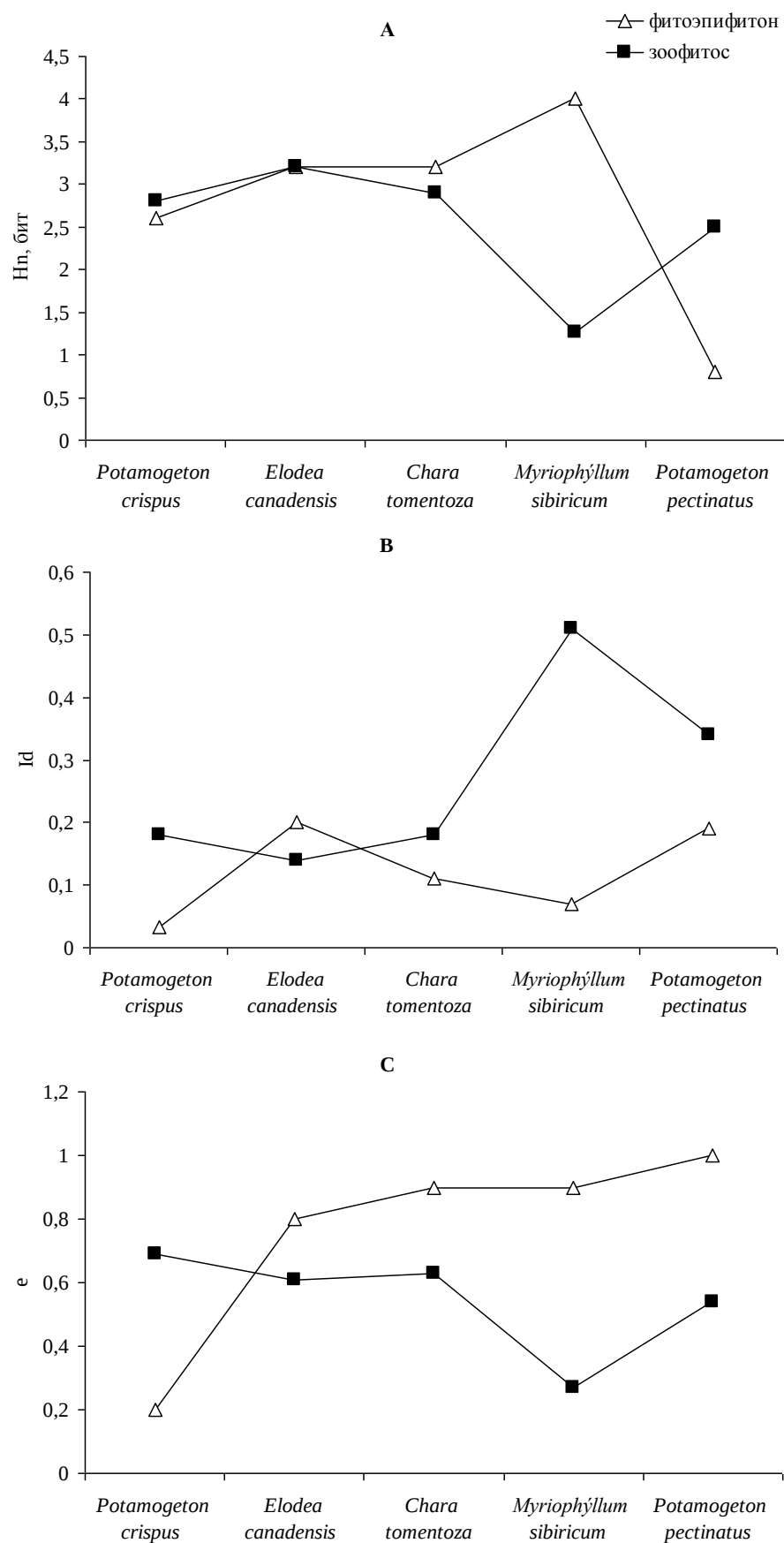


Рис. 2. Структурные характеристики фито- и зооценоза, ассоциированные с высшей водной растительностью оз. Кенон.

(А – индекс видового разнообразия Шеннона по численности (Hn, бит);

В – индекс доминирования (Id); С – индекс выравненности Пielу (e)).

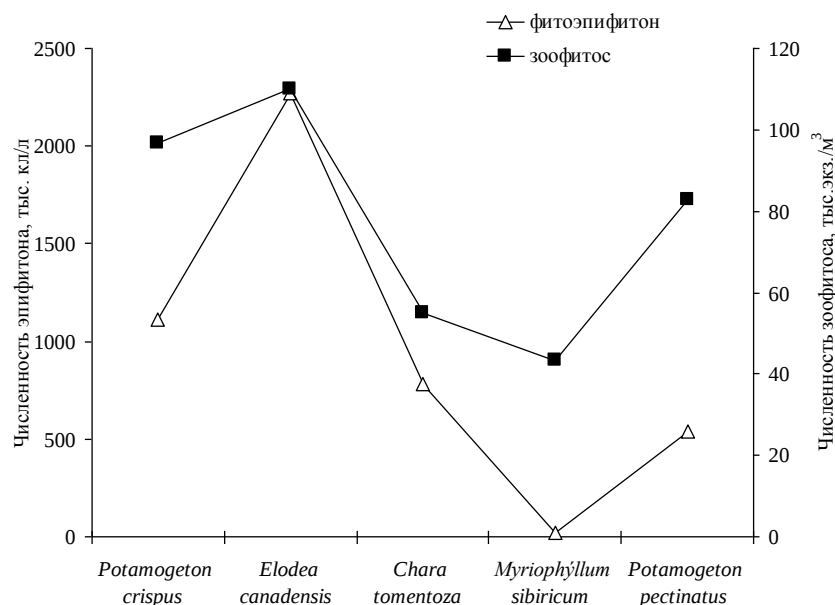


Рис. 3. Численность фитоэпифитона и зоофитоса исследованных растений оз. Кенон.

Основываясь на полученных данных, можно предположить, что высокое видовое разнообразие и обилие гидробионтов в заросшем литоральном биоценозе способствует увеличению скорости переработки поступающих с водосбора загрязнений и повышают потенциал самоочищения водоема.

Работа выполнена в рамках программы ФНИ Гос. задание по теме № 79.1.2. (№ 0386-2014-0002) «Динамика природных и природно-антропогенных систем в условиях изменения климата и антропогенной нагрузки (на примере Забайкалья)».

Список литературы

1. Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб.: Наука, 2000. 147 с.
2. Базарова Б.Б. Многолетние изменения растительности озера Кенон (Забайкальский край) // Известия ИГУ. 2012. Т. 5. № 4. С. 18-23.
3. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Л.: Наука, 1969. 658 с.
4. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.
5. Экология городского водоема. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. 260 с.
6. Shanon C.E., Weaver W. The mathematical theory of communication // Urbana. 1963. 117 p.

LITTORAL BIOCENOSES AS INDICATORS OF THE STATUS URBAN RESERVOIRS

Tashlikova N.A., Afonina E.Yu.

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia

e-mail: NatTash2005@yandex.ru

Abstract: The data on composition and structure of phytoepiphyton and zoophytons in the Kenon Lake (Chita region) during summer 2012-2013 are presented. Littoral biocenoses are the most stable part of lake ecosystem, which increase the potential for self-cleaning of the reservoir.

Keywords: phytoepiphyton, zoophytons, littoral biocenosis, Kenon Lake.

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ УДОКАНСКОЙ БИОТЫ

Попов Н.В.¹, Терлеев А.А.¹, Тимофеев В.Ф.²

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

²Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г. Якутск, Россия

e-mail: PopovNV@ipgg.sbras.ru

Абстракт: Приведены составы минералов, слагающих удокации – своеобразные трубчатые образования, интерпретируемые как органические остатки палеопротерозойского возраста. Их скопления приурочены к строматолитовым карбонатным толщам бутунской свиты удоканской серии. Минеральный состав удоканий: форстерит в центральных частях «трубок» и тонкозернистый агрегат зёрен шпинели, ильменита, магнетита, пирита, брусита и магнезита в «оболочках», свидетельствует об образовании их в условиях метаморфизма амфиболитовой фации. Сохранность морфологических особенностей удоканий объясняется тем, что в процессе литификации и на начальных стадиях метаморфизма сформировались относительно жёсткие конструкции, способные сохраниться при метаморфизме.

Ключевые слова: палеопротерозой, удокации, минеральный состав.

Удоканский комплекс сложенный мощной (до 13 км) толщей метаосадочных пород (рис. 1) является парастратотипом палеопротерозоя [5]. Для этих толщ, считавшихся ранее «немыми», в последнее время описаны следы жизнедеятельности микро- и макрофоссилий [3, 4]. Наиболее интересными и дискуссионными объектами в этом плане являются так называемые удокации [3].

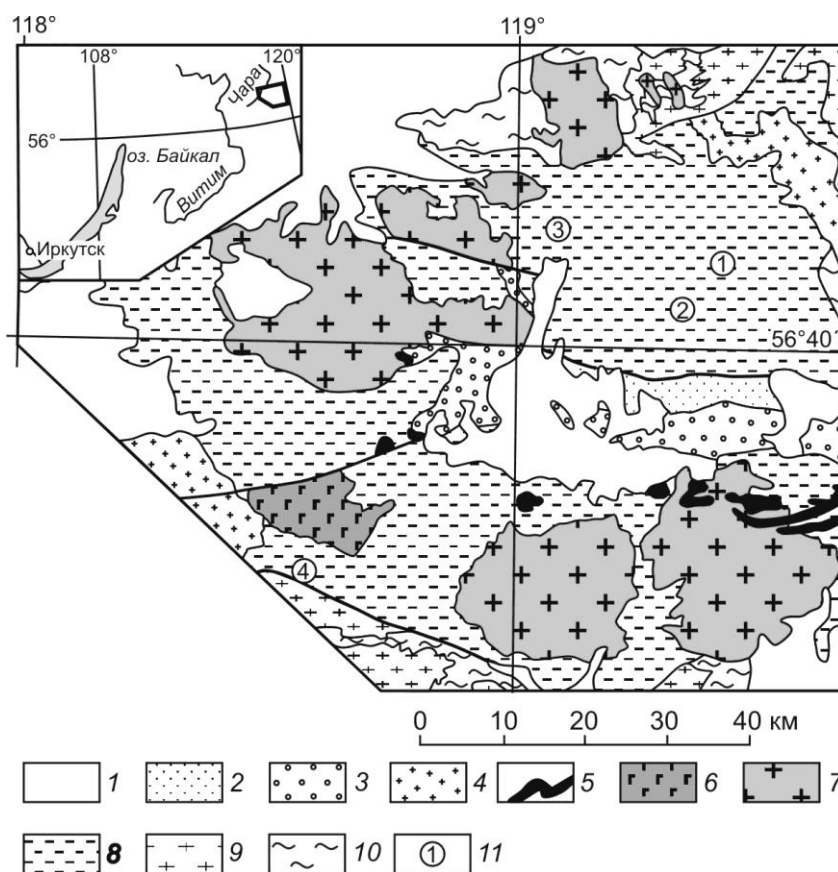


Рис. 1. Геологическая схема Кодаро-Удоканского прогиба (упрощённый фрагмент по В.С. Федоровскому [5]).

1 – четвертичные отложения; 2 – мезозойские угленосные отложения; 3 – вендские и кембрийские толщи; 4 – палеозойские гранитоиды; 5 – габброиды доросского комплекса; 6 – габброиды Чинейского массива; 7 – гранитоиды кодарского комплекса; 8 – неоднородно метаморфизованные отложения удоканской серии; 9 – гнейсограниты и гнейсовидные гранитоиды куандинского комплекса; 10 – метаморфические толщи и гранитоиды архейского возраста; 11 – места находок удоканий:
1 – Бутунский, 2 – Талаканский, 3 – Икабийский и 4 – Ингамакитский районы.

Трубчатые образования удоканий, прекрасно отпрепарированные на выветрелой поверхности (рис. 2) палеопротерозойских кальцит-доломитовых мраморов бутунской свиты удоканского комплекса [3], имеют такой вид благодаря своему минеральному составу. Здесь приведены составы минералов, определённые на микрозонде из двух месторождений удоканий: (1) Бутун (район верховья р. Читканда (Каларская) и его правого притока руч. Бутун) и (2) Ингамакит (район левобережья верхнего течения р. Правый Ингамакит).

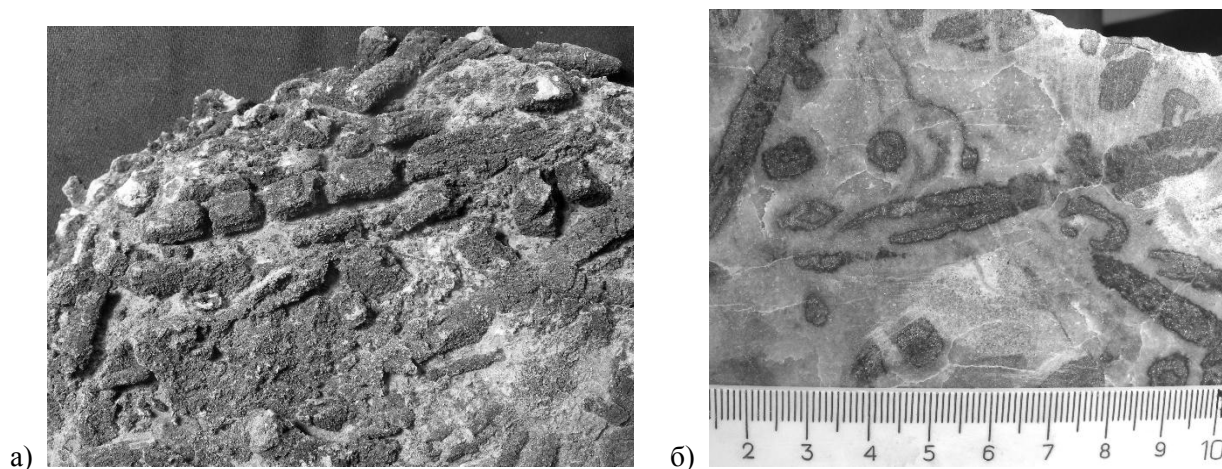


Рис.2. Типичная морфология удоканий на поверхности выветривания (а) и на срезе (б).

Внутреннее выполнение трубок «тело» сложено разноориентированными зёрнами магнезиального оливина и карбоната, интерстиции которых выполнены хлоритом. Оливины представлены практически чистой разновидностью – форстеритом с незначительной примесью FeO, от 2,7 до 5,5 % (табл. 1), также весьма низкие содержания (или вообще ниже предела чувствительности определения микрозонда) Ti, Cr, Ca и Ni – типичных компонентов-примесей магматических оливинов. Железистость хлоритов изменяется от 1,2 до 3,1%, что характерно для магнезиальных разностей, а глинозёмистость варьирует в более широких пределах от 7 до 16 % Al₂O₃.

Оболочки этих образований – «стенки» более разнообразны по набору слагающих их минералов. Здесь, кроме карбонатов присутствует тонкозернистый агрегат зёрен шпинели, ильменита, магнетита, пирита (Бутун); и магнетита, брусита и магнезита (Ингамакит). Содержание FeO в шпинели в ассоциации с магнетитом и ильменитом 2,4 %, а в безмагнетитовом парагенезисе возрастает до 11,6 % (табл. 1).

Вмещающая порода «вал» сложена агрегатом доломит-кальцит (Бутун) или доломит, магнезиальный кальцит с примесью клинохлора (Ингамакит).

Химический состав остатка после растворения в слабой уксусной кислоте пробы (Бутун) карбонатной породы с удоканиями (табл. 2) хорошо соотносится с составом проанализированных на микрозонде минералов и соответствует оливину с примесями хлорита и других минералов. Характерно низкое содержание малых компонентов в этом остатке, что подтверждает преобладание оливина в пробе. Особенно хорошо это иллюстрируется графиком тренда распределения редкоземельных элементов, нормированных по хондриту (рис. 3) – двукратное повышенное содержание лёгких редких земель над хондритом и обеднение (ниже хондрита) остальных компонентов с явно выраженным гадолиний-тербиевым минимумом.

Образование форстерита при метаморфизме в карбонатных породах возможно по двум реакциям: *тремолит + доломит → форстерит + кальцит + H₂O + CO₂*; *доломит + SiO₂ → форстерит + кальцит + CO₂* [2]. Так как в изученных ассоциациях отсутствует тремолит, в том числе реликтовый, скорее всего, имеет место вторая реакция. В этом случае условия метаморфизма оцениваются как верхняя часть амфиболитовой фации [2], то есть температура превышала 600-650°C [1].

В связи с этим необходимо объяснить удивительную сохранность удоканий. Вероятно, внутреннее наполнение «трубок» удоканий содержало какое-то количество кремнезёма, или он попал туда при замещении органического вещества во время диагенеза, что впоследствии при метаморфизме способствовало реакции с доломитом и образованию форстерита.

Таблица 1

Химический состав минералов, слагающих удокании

СМБ-8 Бутун	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MnO	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Сумма	
Оливин	41,38	0,01	0,00	0,00	0,05	2,74	55,56	0,04	0,04	0,00	99,82	тело
Хлорит	33,29	0,11	16,13	0,02	0,01	1,34	33,83	0,30	0,07	1,89	86,98	
Шпинель	0,36	0,06	68,54	0,00	0,05	2,40	26,10	0,33	0,06	0,01	97,89	стенка
Ильменит	0,00	58,25	0,04	0,02	1,92	29,54	10,00	0,75	0,11	0,00	100,63	
Магнетит	0,11	0,02	0,10	0,01	0,09	87,76	1,53	1,35	0,15	0,01	91,12	
Пирит	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	78,25	0,10	0,02	0,17	0,00	78,64	
Доломит	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,38	23,19	30,34	0,06	0,00	54,02	вал
Кальцит	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,08	0,93	56,31	0,06	0,00	57,40	
СМБ-8/2 Бутун												
Оливин	41,67	0,00	0,00	0,00	0,09	5,45	52,63	0,03	0,01	0,00	99,88	тело
Хлорит	36,63	0,03	7,13	0,02	0,00	2,28	39,63	0,01	0,04	0,00	85,77	
Шпинель	0,00	0,06	65,19	0,01	0,07	11,59	21,99	0,14	0,00	0,00	99,06	стенка
Пирит	1,71	0,00	0,00	0,00	0,04	74,11	0,73	0,12	0,14	0,01	76,86	
Доломит	0,28	0,00	0,33	0,00	0,12	0,60	23,25	34,84	0,00	0,00	59,43	вал
Кальцит	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,18	1,36	62,56	0,01	0,00	64,13	
Инг4/1 Ингамакит												
Оливин	41,85	0,02	0,00	0,00	0,08	4,63	52,71	0,08	0,01	0,00	99,37	тело
Хлорит	27,76	0,04	23,06	0,03	0,01	1,09	32,98	0,06	0,06	0,01	85,11	
Магнетит	0,05	0,13	0,05	0,01	0,07	89,65	1,07	1,25	0,15	0,01	92,43	стенка
Брусит	0,23	0,04	3,70	0,02	0,07	1,33	68,92	0,05	0,00	0,01	74,35	
Магнезит	1,05	0,02	0,84	0,24	0,03	0,78	47,88	0,43	0,08	0,01	51,35	
Карбонат	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,30	8,25	55,93	0,01	0,01	64,56	вал
Доломит	2,11	0,00	1,40	0,00	0,45	0,44	21,32	33,56	0,01	0,00	59,30	
Клинохлор	21,75	0,02	18,33	0,03	0,02	1,37	34,32	2,24	0,02	0,00	78,11	
Инг4/2 Ингамакит												
Оливин	42,12	0,03	0,00	0,01	0,08	4,52	52,50	0,02	0,01	0,00	99,28	тело
Хлорит	29,44	0,05	19,72	0,06	0,00	2,62	33,82	0,04	0,07	0,03	85,84	
Магнетит	0,02	0,02	0,00	0,00	0,13	92,29	1,03	0,10	0,14	0,01	93,72	стенка
Брусит	0,00	0,03	0,84	0,00	0,07	1,22	76,95	0,22	0,01	0,00	79,34	
Кальцит	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,11	2,21	51,37	0,04	0,00	53,77	вал
Доломит	0,00	0,01	0,00	0,23	0,05	0,70	21,90	31,15	0,01	0,00	54,04	
Карбонат	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,10	9,39	50,92	0,05	0,01	60,57	
Карбонат	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,09	7,95	60,37	0,00	0,00	68,44	
Клинохлор	23,40	0,02	19,40	0,03	0,01	1,20	36,73	0,06	0,01	0,00	80,85	

Таблица 2

Химический состав (масс%) удоканий и содержание малых компонентов (г/т)
в них (СМБ-3, Бутун)

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ппп	Сумма		
33,78	0,25	8,76	2,36	0,13	47,05	2,25	0,00	0,08	0,09	5,28	100,04		
V	Cr	Co	Ni	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba	La	Ce	Pr	Nd
49	255	8,1	84	3,0	9,0	0,54	29	2,3	18,5	0,61	1,86	0,25	0,43
Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	Th	U
0,098	0,047	0,082	0,021	0,21	0,050	0,12	0,020	0,14	0,027	0,94	0,29	0,30	0,47

«Стенки» удоканий имели несколько иной состав, что, по-видимому, связано с бактериями, их инкрустирующими различными минералами, а не только карбонатом, как это наблюдается у большинства фанерозойских организмов. Вторичные же изменения привели к искомому составу стенок, возможно в этом процессе принимало участие «очищение» внутренних частей «трубок» при формировании биминеральной ассоциации

карбонат+форстерит с «отгонкой» избыточных компонентов. Таким способом в процессе литификации и на начальных стадиях метаморфизма сформировались относительно жёсткие конструкции, способные сохраниться при метаморфизме.

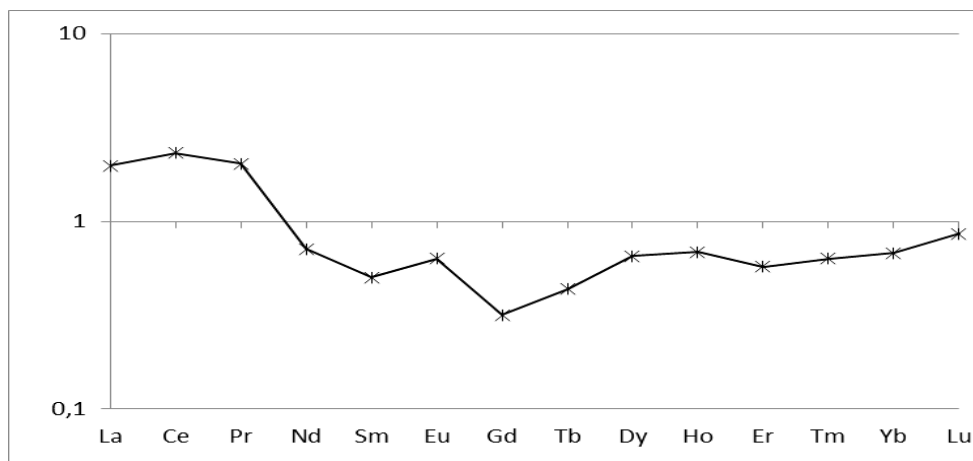


Рис. 3. Нормированное по хондриту содержание редкоземельных элементов в удоканиях, выделенных после растворения в слабой уксусной кислоте.

Список литературы

1. Добрецов Н.Л., Соболев В.С., Хлестов В.В. Фации метаморфизма умеренных давлений. М.: Недра, 1972. 288 с.
2. Кицул В.И. Петрология карбонатных пород ладожской формации. М.: АН СССР, 1963. 172 с.
3. Терлеев А.А., Попов Н.В., Постников А.А., Тимофеев В.Ф., Синица С.М. Следы раннепротерозойской биологической системы западной части Алданского щита (Удоканская биота) // Наст. сборник. 2016.
4. Терлеев А.А., Постников А.А., Кочнев Б.Б. и др. Раннепротерозойская биота из удоканской серии западной части Алданского щита (Россия) // Эволюция биосферы и биоразнообразия. М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. С. 271-282.
5. Федоровский В.С. Стратиграфия нижнего протерозоя хребтов Кодар и Удокан. М.: Наука, 1972. 130 с.

THE UDOKAN BIOTA MINERAL COMPOSITION

Popov N.V.¹, Terleev A.A.¹, Timofeev V.F.²

¹Trofimuk Institute of Petroleum-Gas Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia

²Diamond and Precious Metal Geology Institute SB RAS, Yakutsk, Russia

e-mail: PopovNV@ipgg.sbras.ru

Abstract: Are the compositions of minerals composing udokania - original tubular education, interpreted as fossils mezoproterozoic age. Their accumulation in conjunction with the stromatolitic thick seams of the Butun formation of the Udokan complex retain carbonate series. Mineral composition udokania: forsterite in the central parts of the "tubes" and thin-grains aggregate of spinel, ilmenite, magnetite, pyrite, magnesite and brucite in "shells", attests to their education in conditions of metamorphism of amphibolitic facies. Preservation of the morphological characteristics of udokania due to the fact that in the process of lithification and the initial stages of metamorphism have formed relatively rigid structures capable of continue with lime.

Keywords: paleoproterozoic, udokania, mineral composition.

РАЗВИТИЕ БИОТЫ В ЗОНАХ ДЕЙСТВИЯ ПОДВОДНЫХ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМ ВО ВРЕМЯ «КЕМБРИЙСКОГО ВЗРЫВА»: ДАННЫЕ ПО КЫЗЫЛ-ТАШТЫГСКОМУ КОЛЧЕДАННОМУ МЕСТОРОЖДЕНИЮ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ)

Симонов В.А.¹, Терлеев А.А.², Токарев Д.А.², Ступаков С.И.¹, Сафонова И.Ю.¹,
Котляров А.В.¹

¹Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия

²Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
г. Новосибирск, Россия
e-mail: kotlyarov@igm.nsc.ru

Абстракт: Исследования показали, что во время «Кембрийского взрыва» в зонах действия подводных гидротермальных рудообразующих систем Кызыл-Таштыгского колчеданного месторождения (Центральная Азия) на дне древнего задугового бассейна возникли раннекембрийские – позднекембрийские субмаринные экосистемы. При этом, происходило развитие многочисленной и разнообразной биоты, формирующей фактически представительный палеогидротермальный оазис и имеющей сходные черты с более молодыми пригидротермальными подводными биосистемами.

Ключевые слова: Биота, подводные гидротермальные системы, «Кембрийский взрыв».

Проблемы происхождения и эволюции жизни на Земле являются одними из актуальных и на решение этих вопросов направлены усилия многих ученых. Современные исследования показали, что существуют различные источники возникновения экосистем, среди которых важнейшими являются солнечная энергия и гидротермальные системы. Соответственно выделяются два основных места развития жизни на Земле: на поверхности планеты, где действует Солнце, и в глубоководных условиях, где функционируют гидротермальные системы [5].

В связи с отмеченным выше, важное значение приобретает открытие в конце XX века в рифтовых зонах современных срединно-океанических хребтов и задуговых бассейнов гидротермальных систем «черных курильщиков», формирующих фактически в настоящее время сульфидные руды и окруженных оазисами с многочисленными организмами. Это событие вызвало большой интерес к поиску подобных объектов в древних структурах, что является необходимым для выяснения особенностей эволюции биосферы во времени.

Исследования колчеданных месторождений Фанерозойского возраста [1, 2], формирование которых связывается с действием палеогидротермальных систем на дне древних бассейнов, позволили реконструировать сульфидные постройки «черных курильщиков». Среди этих структур встречаются оруденелые остатки макрофауны и следы микробиальных сообществ. В то же время, вопросы существования и развития биоты в зонах действия более древних гидротермальных систем на дне морских бассейнов остаются открытыми. В частности большое значение имеют проблемы жизни в ассоциации с подводными гидротермальными системами, действовавшими на границе Фанерозоя и Протерозоя, когда формировались такие суперконтиненты как Гондвана и происходил так называемый «Кембрийский взрыв» [5]. Во время этого «взрыва» жизнь существенно эволюционировала по разнообразным направлениям в связи со значительными изменениями окружающей среды. В данном отношении представляют большой интерес исследования Кызыл-Таштыгского колчеданного месторождения в Восточной Туве (Центральная Азия), сформировавшегося в раннекембрийских (вполне вероятно позднекембрийских) вулканогенно-осадочных толщах на дне древнего задугового бассейна, и имеющего сходные черты с гидротермальными полями в современных океанических областях [1, 3].

Исследования вмещающих Кызыл-Таштыгское месторождение базальтов позволили найти в их миндалинах микробные организмы. **Микрофоссилии** коричневатого-зеленого цвета располагаются равномерно по объему миндалины, часто контактируя одним концом с ее границей. Они обладают нитчатыми формами с диаметром микротрубочек от 5 до 25 мкм, при длине до 500 мкм. Нити встречаются прямые, изогнутые и ветвящиеся. Видно полое строение трубок и тонкие, более темные стенки. В редких случаях наблюдаются пережимы и «сегментированное» строение нитей. Анализ на электронном сканирующем микроскопе

показал, что материал, из которого выполнены трубчатые микроорганизмы по своему химическому составу наиболее близок к эпидоту. Учитывая микроскопические размеры и простую морфологию трубок микрофоссилий, а также сходство с современными трубчатыми микроорганизмами, их можно отнести к роду *Girvanella Nicholson et Etheridge* (Cyanobacteria). Близкие по форме трубчатые организмы, связанные с океаническими комплексами, отмечаются в других публикациях [4].

В туфогенно-осадочных толщах непосредственно вблизи рудных тел месторождения Кызыл-Таштыг найдены фрагменты скелетной фауны, водорослей и строматолитов. **Скелетная фауна** представлена: родом *Namacalathus* sp. – бокаловидные образования с устьевой и боковыми порами; роговидно изогнутыми (под прямым углом) трубками неясного систематического положения; конусовидными формами ассиметричного строения, относимыми к отряду *Cribricyathida*. **Цианобактерии** (водоросли) представлены: *Korilophyton* – мелкие, кустистые формы, *Girvanella* – тонкие слабоизогнутые трубки, *Azyrtalia* – шаровидные образования с внешней оболочкой трубчатого строения, *Renalcis* – облаковидные образования с внешней, темной оболочкой, *Eryphyton* – фрагмент веточек кустистой формы. Среди **строматолитов** преобладают мелкие, столбчатые формы.

Изучение железисто-кремнистых пород показало присутствие в кварц-гематитовых гидротермальных постройках Кызыл-Таштыгского месторождения разнообразной нижнекембрийской биоты. Конические кубки **микрофоссилий** размером до 500 мкм в продольном сечении, в поперечном сечении имеют округлую, овальную форму, диаметром до 400 мкм. Морфология и размеры изученных фоссилий позволяют отнести их к моноциатам. **Цианобактерии** представлены тремя родами: *Renalcis* sp – облаковидные стяжения с четкой черной оболочкой и звездчатой внутренней структурой, образующие колонии размером до 500 мкм; *Botomaella* sp – кустистые ветвящиеся формы, высотой до 300 мкм; *Obruchevella* sp – нитчатые спиралевидные образования, длиной до 500 мкм. **Спикулы губок** относятся к отрядам *Tetraxonida* и *Hexactinellida*. Размеры спикул до 300 мкм. В этих же породах были определены и другие органические остатки: трубчатые организмы мелкораковинной фауны, кривоциаты, столбчатые строматолиты и нитевидные водорослевые трубки рода *Proaulopora*.

В общем, исследования позволили установить многочисленные и разнообразные типы древней биоты, существовавшей в зонах действия подводных раннекембрийских – позднекембрийских гидротермальных рудообразующих систем Кызыл-Таштыгского колчеданного месторождения. Было выяснено, что развитие организмов происходило фактически на трех уровнях: в магматогенных базальтовых породах – среди туфогенно-осадочных толщ – в кварц-гематитовых постройках на поверхности дна древнего бассейна. Во всех случаях источником энергии и химических элементов, необходимых для возникновения и развития биоты, были гидротермальные растворы, формировавшие сульфидные руды месторождения Кызыл-Таштыг. Таким образом, основой этого биоценоза был хемосинтез.

Устанавливаются характерные особенности биоты, существовавшей на различных уровнях. В частности, ограниченное пространство миндалин в базальтах и повышенные температуры позволили выжить только весьма специфической группе микроорганизмов, наиболее приспособившихся к этим экстремальным условиям. Более свободные объемы туфогенно-осадочных толщ дали возможность развития разнообразной скелетной фауны, водорослей и строматолитов. Железисто-кремнистые породы из кварц-гематитовых построек, формировавшиеся в местах непосредственных выходов гидротермальных источников на поверхность дна палеобассейна, представляли собой (также как и в случае современных «черных курильщиков») наиболее благоприятную обстановку для развития биоты, что и показали наши исследования.

В целом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что во время «Кембрийского взрыва» в зонах действия подводных гидротермальных рудообразующих систем Кызыл-Таштыгского колчеданного месторождения (Центральная Азия) на дне древнего задугового бассейна возникли раннекембрийские – позднекембрийские субмаринные экосистемы. При этом, происходило развитие многочисленной и разнообразной биоты, формирующей фактически весьма представительный палеогидротермальный оазис и имеющей сходные черты с более молодыми пригидротермальными подводными биосистемами.

Список литературы

1. Зайков В.В. Вулканизм и сульфидные холмы палеоокеанических окраин: на примере колчедановых зон Урала и Сибири. М.: Наука, 2006. 429 с.
2. Масленников В.В. Литогенез и колчеданообразование. Миасс: ИМин УРО РАН, 2006. 384 с.
3. Симонов В.А., Зайков В.В., Ковязин С.В. Палеогеодинамические условия развития гидротермальных систем Кызыл-Таштыгского месторождения (Восточная Тува) // Металлогения древних и современных океанов. Рудоносность гидротермальных систем. Миасс: ИМин УРО РАН, 1999. С. 16-23.
4. Furnes H., Banerjee N.R., Staudigel H., Muehlenbachs K., McLoughlin N., Maarten de Wit, Van Kranendonk M.. Comparing petrographic signatures of bioalteration in recent to Mesoarchean pillow lavas: Tracing subsurface life in oceanic igneous rocks // Precambrian Research. 2007. V. 158. P. 156-176.
5. Maruyama S., Sawaki Y., Ebisuzaki T., Ikoma M., Omori S., Komabayashi T. Initiation of leaking Earth: An ultimate trigger of the Cambrian explosion // Gondwana Research. 2014. V. 25. N. 3. P. 910-944.

BIOTA ORIGIN IN THE ZONES OF DEEP-SEA HYDROTHERMAL SYSTEMS, ACTED DURING THE “CAMBRIAN EXPLOSION”: DATA FROM THE KYZYL TASHTYG SULPHIDE DEPOSIT (CENTRAL ASIA)

Simonov V.¹, Terleev A.², Tokarev D.², Stupakov S.¹, Safonova I.¹, Kotlyarov A.¹

¹*Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia*

²*Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia*

e-mail: kotlyarov@igm.nsc.ru

Abstract: Experimentation show, that at the time of “Cambrian explosion” in the zones of deep-sea hydrothermal ore-forming systems of the Kyzyl Tashtyg sulphide deposit (Central Asia) Early Cambrian - Late Precambrian submarine ecosystems were appeared on the bottom of ancient back-arc basin. During this processes the origin of numerous and various biota (rather like to more younger near hydrothermal submarine biosystem) was happened and formed representative paleohydrothermal oasis.

Keywords: Biota, submarine hydrothermal systems, “Cambrian explosion”.

СЛЕДЫ РАННЕПРОТЕРОЗОЙСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АЛДАНО-СТАНОВОГО ЩИТА (УДОКАНСКАЯ БИОТА)

Терлеев А.А.¹, Попов Н.В.¹, Постников А.А.¹, Тимофеев В.Ф.², Синица С.М.³

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

²Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г. Якутск, Россия

³Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия

e-mail: TerleevAA@ipgg.sbras.ru

Абстракт: В статье излагаются новые данные о находках микрофоссилий и осадочных текстур микробияльного происхождения из раннепротерозойских отложений удоканской серии и ханинской свиты западного склона Алданского щита. Выделены и описаны различные морфологические типы осадочных текстур микробияльного происхождения, которые интерпретируются как отпечатки колоний одноклеточных организмов, эрозионные останцы, отпечатки и продукты разрушения микробияльных матов. Таксономический состав микрофоссилий, включающий *Eosynechococcus* sp., *Leiosphaeridia* cf. *L. crassa*, *Leiosphaeridia* cf. *L. tenuissima*, *Bavlinella*? sp. не противоречит раннепротерозойскому возрасту вмещающих отложений. Учитывая данные абсолютного возраста (древнее 1870 млн. лет), микробные текстуры из удоканской серии являются древнейшими из известных.

Ключевые слова: нижний протерозой, удоканская серия, микрофоссилии, микробияльные маты.

Удоканская серия представляет особый предмет в раннепротерозойской истории развития Забайкалья. В первую очередь интерес связан с наличием в ней крупных залежей медных руд. Во-вторых, в отложениях серии обнаружен разнообразный комплекс органических остатков – (удоканская биота). Карбонатно-терригенная удоканская серия развита в пределах Кодаро-Удоканской структурно-фациальной зоны Байкало-Вилуйского прогиба и достигает мощности 13 км [1, 4, 8, 12, 17, 18 и др.]. Наиболее распространенной является схема трехчленного строения серии (снизу-вверх) на кодарскую, чинейскую и кеменскую подсерии.

Удоканская ископаемая биота представляет особый предмет в развитии представлений о раннепротерозойском этапе эволюции биосферы. Под этим понимается совокупность организмов, остатки которых обнаружены в метаморфизованной осадочной последовательности удоканской серии раннепротерозойского возраста и одновозрастных отложениях ханинской свиты в пределах юго-западного блока Алдано-Станового щита. Комплекс ископаемых остатков удоканской серии включает в себя микрофоссилии, строматолиты и микрофитолиты, но широкую известность ему придают цилиндрические минерализованные образования *Udokania*, приуроченные к строматолитовым известнякам (бутунская свита чинейской подсерии), а также дисковидные отпечатки и системы ветвящихся валиков, сохраняющиеся на поверхностях напластования песчаников [16]. Определения минимального возраста удоканской серии составили 1867 ± 3 млн. лет по прорывающим габброидам Чинейского массива [10] и 1876 ± 4 млн. лет (по гранитам кодарского комплекса, Кеменский массив) [7], а определение изотопного возраста магматических цирконов из метатупфов читкандинской свиты показало возраст 2180 ± 50 млн. лет [2], что ставит удоканскую биоту в число древнейших известных микро- и макроскопических биот раннего протерозоя в его средней части.

Распознавание многоклеточных организмов с апеллированием на сложность морфологии остатков является частным случаем проблемы различения многоклеточных организмов и колоний микроорганизмов.

Микроорганизмы в условиях недостатка питательного вещества способны к образованию достаточно сложных крупноразмерных колоний дисковидной, сферической и ячеистой формы с четкими морфологическими признаками. В этой связи существенное значение приобретает следующий факт: удоканские отпечатки приурочены к поверхностям напластования, которые образовались в результате биостабилизации песчаного осадка сообществами микроорганизмов. О микробияльной природе субстрата свидетельствуют разнообразные осадочные текстуры, образовавшиеся при колонизации осадка микробным матом (шагреновая текстура), эрозии микробияльного субстрата (уплощенные возвышения) или в процессе разрушения микробного мата (слепки трещин). Таким образом, дисковидные

отпечатки и ветвящиеся валики в удоканских песчаниках, которые часто интерпретируются как остатки многоклеточных животных эдиакарского облика, могут на самом деле представлять собой отпечатки сложноорганизованных колоний микроорганизмов бактерий, протистов, грибов.

Подтверждением этому являются и выделенные из этих же пород в процессе мацерации микрофоссилии различной природы. Объемные колонии с очень мелкими клетками (*Bavlinella?* sp.) и мелкие черные округлые формы, вероятно, являются остатками бактерий. Более крупные формы *Leiosphaeridia* cf. *crassa*, непрозрачные сферические и нитчатые образования по размерам и морфологии, скорее всего, являются остатками коккоидных и нитчатых цианобактерий. Их размерные характеристики свидетельствуют о их вероятном прокариотическом происхождении. Не исключено, что крупные оболочки *Leiosphaeridia* cf. *tenuissima* имеют эукариотическое происхождение.

Наибольший интерес в раннем протерозое Алдано-Станового щита имеют находки трубчатых образований [8] *Udokania leites*, органический генезис которых оспаривался многими исследователями. Впоследствии в работах С.М. Сеницы, Г.С. Вильмовой, Т.А. Саютиной, В.И. Бурмистрова, Ю.А. Розанова [3, 5, 6, 11, 13-16, 19] доказывается биогенная природа этих образований. Эти данные сводятся к следующему: установлено ветвление трубок, обнаружены розетковидные и однорядовые скопления трубок, на поверхности трубок установлена продольная и поперечная гофрировка, по поперечным перегородкам («днищам») удоканий происходило растрескивание и смещение отдельных фрагментов, захоронение которых осуществлялось на месте, стенки пронизаны перпендикулярными порами.

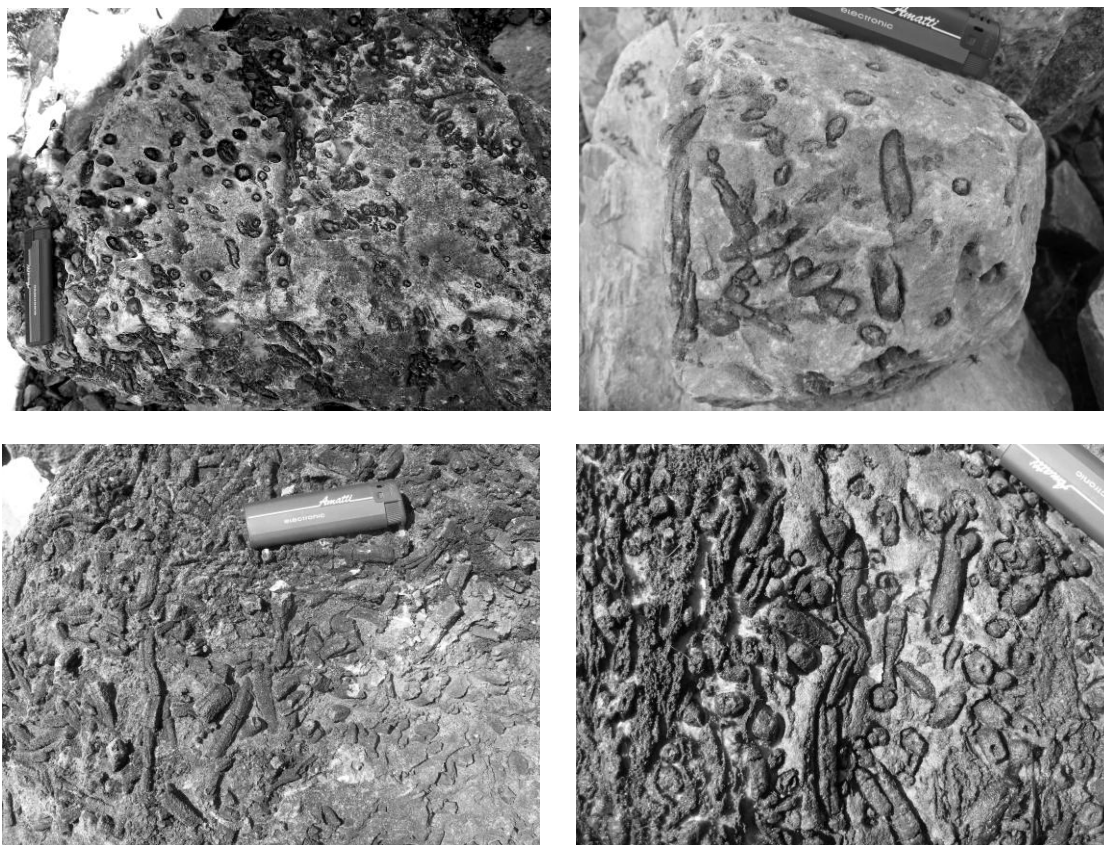


Рис. Типичная морфология удоканий на поверхности выветривания.

Изученные нами удокании представляют собой трубчатые образования, хаотично ориентированные, прямые изогнутые, иногда переплетающиеся. Форма их цилиндрическая, призматическая, коническая. В сечении имеют округлые, реже тетрагональные и гексагональные очертания. Длина до 5-7 см, диаметр до 3-5 мм (рисунок). При растворении в уксусной кислоте в выделенных образцах также наблюдается поперечная, кольцевая гофрировка, говорящая о росте биологического организма. Необычен состав стенок удоканий, который представлен шпинелью и др. минералами, а внутренняя часть выполнена оливином [9].

Немаловажным свидетельством биогенной природы удоканий является их приуроченность к строматолитовым постройкам. В распознавании многоклеточных организмов в раннепротерозойских отложениях значительную роль играет обоснование наличия питательных веществ. Таковыми и являлись придонные микробиальные сообщества, формирующие строматолиты.

Принятие биогенной природы удоканий, позволяет сделать заключение о раннепротерозойском появлении не только многоклеточных животных, но и биологически контролируемой минерализации.

Учитывая раннепротерозойский возраст удоканий и их химический состав в целом можно предположить, что они являются не только сестенофагами (фильтраторами), детритофагами, но, скорее всего, были основными (доминирующими организмами) формами, существующими за счет симбиотических (живущих в теле животных – хозяев) и свободно живущих вокруг автохемолитотрофных бактерий, являющихся источником питания и энергии. В настоящее время это первые древнейшие представители хемотрофной фауны в негидротермальной среде океана.

Список литературы

1. Анашкина К.К., Бутин К.С., Еникеев Ф.И. и др. Геологическое строение Читинской области. Объяснительная записка к геологической карте м-ба 1:500 000. Чита, 1997. 239 с.
2. Бережная Н.Г., Бибикина Е.В., Сочава А.В. и др. Изотопный возраст чинейской подсерии удоканской серии Кодаро-Удоканского прогиба // ДАН СССР. 1988. Т. 302. № 5. С. 1209-1212.
3. Бурмистров В.И. О новых находках Udokania в удоканском комплексе Восточной Сибири // Геология и геофизика. 1991. № 2. С. 85-89.
4. Бурмистров В.И., Апольский О.П., Четкин В.С. К вопросу о внутреннем строении и расчленении удоканского комплекса (Кодаро-Удоканская структурно-формационная зона) // ДАН СССР. 1986. Т. 291. № 6. С. 1432-1436.
5. Вильмова Е.С. Первая находка фауны и следов жизнедеятельности в удоканской серии Удоканского прогиба Восточного Забайкалья // III Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия. Тезисы докладов. Петрозаводск, Участок оперативной полиграфии Карельского филиала АН СССР. 1987. С. 18-19.
6. Вильмова Е.С. Возможная реконструкция колоний удоканий из докембрийских отложений Южного Забайкалья // Актуальные проблемы наук о Земле. Чита: Читинский Политехнический институт, 1990. С. 33-38.
7. Ларин А.М., Котов А.Б., Сальникова Е.Б. и др. Новые данные о возрасте гранитов кодарского и тукурингского комплексов (Восточная Сибирь): геодинамические следствия // Петрология. 2009. Т. 8. № 3. С. 467-479.
8. Лейтес А.М. Нижний протерозой северо-востока Олёкмо-Витимской горной страны. Труды ГИН АН СССР. В. 122. М.: Наука, 1965. 184 с.
9. Попов Н.В., Терлеев А.А., Тимофеев В.Ф. Минеральный состав Удоканской биоты // Наст. сборник. 2016.
10. Попов Н.В., Котов А.Б., Постников А.А. и др. Возраст и тектоническое положение Чинейского расслоенного массива (Алданский щит) // ДАН. 2009. Т. 424. № 4. С. 517-521.
11. Розанов А.Ю. Бактериальная палеонтология, седиментогенез и ранние стадии эволюции биосферы // Современные проблемы геологии / Тр. Геол. ин-та РАН. В. 565. М.: Наука, 2004. С. 448-462.
12. Салоп Л.И. Геология Байкальской горной области. М.: Недра, 1964. Т. 1. 515 с.
13. Саютина Т.А., Вильмова Е.С. Проблематичные ископаемые Udokania Leites из протерозойских отложений Забайкалья // Палеонтологический журнал. 1990, № 3. С. 100-104.
14. Сеница С.М. Проблемы удоканской биоты // Проблемы рудообразования, поисков и оценки минерального сырья. Новосибирск, 1996. С. 177-181.
15. Сеница С.М., Вильмова Е.С., Туранова Т.К. Протерозойские экосистемы удоканского комплекса // Удокан: геология рудогенез, условия освоения. Новосибирск: Наука, 2003. С. 26-42.
16. Терлеев А.А., Постников А.А., Кочнев Б.Б. и др. Раннепротерозойская биота из удоканской серии западной части Алданского щита (Россия) // Эволюция биосферы и биоразнообразия. М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. С. 271-282.
17. Томбасов И.А., Сеница С.М. Стратиграфия удоканского комплекса Икабья-Читкандинского района // Стратиграфия нижнего докембрия Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. С. 56-61.
18. Федоровский В.С. Стратиграфия нижнего протерозоя хребтов Кодар и Удокан. М.: Наука, 1972. 130 с.

19. Burmistrov V.N. Complex organisms from the Udokan Complex of Eastern Siberia with implication for its age // *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*. 1993. V. 104. P. 3-12.

**THE EARLY PROTEROZOIC BIOLOGICAL SYSTEM TRACES OF THE WESTERN
PART OF THE ALDANO-STANOVOGO SHIELD (UDOKAN BIOTA)**

Terleev A.A.¹, Popov N.V.¹, Postnikov A.A.¹, Timofeev V.F.², Sinica S.M.³

¹*Institute of Petroleum-Gas Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia*

²*Diamond and Precious Metal Geology Institute SB RAS, Yakutsk, Russia*

³*Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia*

e-mail: TerleevAA@ipgg.sbras.ru

Abstract: The article presents new data on discoveries mikrofossils and sedimentary textures of microbial origin of sediment Paleoproterozoic Udokan Complex of the western slope of Aldan shield. Highlighted and describes the different morphological types of sedimentary textures of microbial origin that are interpreted as prints colonies unicells erosive inselbergs, prints and debris of microbial mats. Taxonomic composition of mikrofossilij, including *Eosynechococcus* sp., *Leiosphaeridia* cf. *L. crassa*, *Leiosphaeridia* cf. *L. tenuissima*, *Bavlinella?* sp. is not contrary to the Paleoproterozoic Age of the enclosing sediments. In the isotope age (ancient 1,87 Ga), microbial textures from Udokan Complex are the oldest of the known.

Keywords: Early Proterozoic, Udokan Complex, mikrofossil, microbial mats.