

## МИКРОКЛИМАТ ЧУЙСКО-КУРАЙСКОЙ ЛИМНОСИСТЕМЫ В ПОЗДНЕМ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНЕ

П.С. Бородавко

Наличие в природном ландшафте крупных водоемов отражается на климатических условиях местности. В регрессивную фазу позднеплейстоценового оледенения Горного Алтая в Чуйской и Курайской котловинах вследствие ледового подпруживания образовалась система озер. Продолжительное существование больших масс воды, имеющих высокую теплоемкость и пониженное альbedo, оказало влияние на формирование местных климатических условий.

В регрессивную фазу позднеплейстоценового оледенения сложились благоприятные условия для образования крупных озер в ряде межгорных впадин Горного Алтая. В Чуйской и прилегающей к ней Курайской котловине обширная по площади система озер сформировалась вследствие блокады стока пра-Чуи мощным долинным ледником. Последний образовался при слиянии нескольких ледниковых потоков, стекавших с Северо-Чуйского и Курайского хребтов. Пространственное распределение ледниковых отложений в месте предполагаемой подпруды позволяет оценить ее мощность – до 700 м. От места слияния в единый поток ледник-подпряда продвигался вниз по долине Чуи более чем на 15 км.

Длительное существование приледниковых водоемов с площадью, превышающей 2600 км<sup>2</sup> и суммарным объемом около 600 км<sup>3</sup> (параметры максимального заполнения), на наш взгляд, не могло не повлиять на климатические характеристики окружающих территорий, поскольку важная роль при формировании микроклимата отводится местным факторам, в их число входят: рельеф территории (расчлененность, экспозиция и крутизна склонов, высота), характер растительного покрова, наличие большого водоема.

В чем же состоит физический механизм влияния водной поверхности на метеорологический режим прибрежной зоны? Прежде всего, в различиях физических свойств водной поверхности и поверхности суши как деятельных поверхностях, трансформирующих поток солнечной энергии. Альbedo водной поверхности (отношение отраженной радиации к суммарной) при высоте солнца более 20° изменяется от 6 до 12% и всегда меньше альbedo поверхности суши. Наибольшие различия в значениях альbedo наблюдаются в сезоны, когда водоем свободен ото льда. В таежной зоне в среднем за летний период различия в альbedo суши и водной поверхности составляют 2–5%, увеличиваясь в зоне лиственных лесов до 3–7%, в степной – 8–15% и достигают 20–30% в зоне пустынь [3].

Другая причина различий в метеорологическом режиме водоема и суши, особенно значительных по площади, состоит в том, что над акваторией происходит размыв нижней облачности. Это приводит к тому, что в летние месяцы на несколько процентов увеличивается количество ясных дней над водоемом. Как следствие, увеличивается суммарная радиация над ним, которая на 3–10% выше суммарной радиации, приходящей на территорию, лежащую за пределами

воздействия водоема. К примеру, на Новосибирском водохранилище в среднем за безледоставный период суммарная радиация над водоемом на 5% больше, чем над сушей. Анализ многолетних климатологических наблюдений и экспедиционных данных по озеру Байкал позволил выдвинуть и обосновать концепцию об особой структуре климата больших внутриматериковых водоемов озерного типа как многофакторной динамической системе, обладающей достаточной стабильностью против внешних воздействий окружения. Пространственно климат больших озер, или лимноклимат, выражается в виде взаимосвязанных и взаимодействующих климатических комплексов, охватывающих области (зоны) открытой части озера, прибрежной полосы, собственно побережья и склоны котловины [10]. Чем обширнее водоем, тем больше воздействие на озерные процессы через факторы лимноклимата открытой части озера. При этом возрастает роль адвекции с водоема на его побережье, усиливающей влияние озера на климат и ландшафты окружающих пространств. Все озера развиваются в тесном взаимодействии со своим окружением, что находит отражение в термическом режиме их побережий. Для выявления роли водоемов в изменении температурных показателей прибрежной зоны обратимся к результатам исследований термического режима воздуха некоторых озерных районов.

Озеро Байкал – самый крупный водоем Восточно-Сибирского региона. Термический режим изолированной горными поднятиями северной оконечности озера наиболее континентален. Вместе с тем термическое влияние Байкала при таком ограниченном теплообмене с окружающими пространствами приводит к сглаживанию годового хода температуры воздуха в его котловине [11]. Покрываясь льдом в конце декабря – начале января, Байкал продолжает оказывать отопляющее влияние в течение всего холодного периода, повышая температуры воздуха в период наиболее интенсивного теплообмена с атмосферой на 2–3° до высоты 1000 м над урезом воды [1]. Поэтому самая теплая в Восточной Сибири зима отмечается именно в Байкальской впадине. Средняя температура воздуха наиболее холодных месяцев года в прибрежных районах минус 21–23°, а на сопредельных территориях уже к концу декабря она ниже –25°С. [5]. Еще одной особенностью термического режима Байкальской котловины является сравнительно высокая температура августа, в целом же лето на побережье остается прохлад-

ным, примерно таким, как на высоте 1000 м над уровнем моря. На фоне быстроостывающих обширных пространств Восточной Сибири Байкал выделяется более продолжительной осенью. Расходуя огромные запасы аккумулированного водной толщей тепла, Байкал задерживает переход средней суточной температуры воздуха через  $-10^{\circ}$  на 7–13 дней по сравнению с континентальными и горными районами [2].

Баунтовский озерный район расположен в межгорной депрессии в северо-западной части Витимского плоскогорья на высоте около 1100 м. На северо-западе депрессия окаймляется Южно-Муйским хребтом со средними высотами 1800–2000 м, на юге и юго-востоке к ней подступают отроги Витимского плоскогорья и горы Бабанты. Внутри самой депрессии небольшие возвышенности (до 300 м) разделяют широкие понижения с крупными озерами Баунт (площадь 111 км<sup>2</sup>), Бусони и др. [8]. Баунтовский район характеризуется суровыми климатическими условиями с коротким, умеренно теплым летом и продолжительной холодной зимой [15]. Однако, при этом температура наиболее холодного периода в озерном регионе существенно выше по сравнению с близкими по высоте и широте, но расположенными вне влияния озер, котловинными местостанциями [5].

За десять лет после начала заполнения Братского водохранилища (проектный уровень 457 м, площадь водного зеркала 6000 км<sup>2</sup>) произошло заметное уменьшение континентальности климата в его окрестностях в среднем на 5% [6]. В условиях юга Средней Сибири такое уменьшение степени континентальности климата имеет существенное значение для окружающей территории, причем смещение изоконт произошло к правобережью водохранилища, по пути преобладающего в данной местности восточного направления воздушных масс.

Телецкое озеро – один из крупнейших водоемов Южной Сибири (Площадь водного зеркала 223 км<sup>2</sup>, максимальная глубина 325 м, объем около 40 км<sup>3</sup>). Озеро расположено в северо-восточной части Горно-

го Алтая. Режим температуры воздуха в долине Телецкого озера формируется под влиянием общей атмосферной циркуляции, фоновой и бризовой циркуляции, температуры водной массы. Из табл. 1 видно, насколько температурный режим в долине озера мягче по сравнению с удаленными от озера районами. Особенно это различие заметно в холодное время года (с ноября по март), когда средняя месячная температура воздуха на станции Яйло и Беля на 4–10° выше, чем на станции Турачак. Подобный режим температуры воздуха объясняется, прежде всего, влиянием широко развитой фоновой циркуляции в зимний период. Именно благодаря проявлению последней район станции Беля является самым теплым местом Горного Алтая (средняя годовая температура воздуха  $+3,8^{\circ}\text{C}$ ). Протяженность долины Телецкого озера составляет 78 км, но температурный режим долины не одинаков по протяжению. Суровость климата возрастает с юга на северо-запад. В этом же направлении происходит затухание фоновое влияние, понижается высота горного обрамления, уменьшается ширина и глубина озера [13].

Данные зарубежных климатологов, в частности Ландсберга [14], показывают, что на подветренной стороне к северу и к востоку от Великих Американских Озер климат более теплый и влажный, чем на наветренной стороне. Средние минимальные температуры в городах Милуоки и Гранд Хевен, расположенных в 80 км друг от друга на противоположных сторонах озера Мичиган, отличаются на  $5,6^{\circ}$ . Кроме того, г. Гранд Хевен (на восточном берегу озера) не только «теплее» (имеет более длинный безморозный период), но и более влажный.

Испарение с поверхности водоемов в значительной мере зависит от климатической обстановки данной территории, размера акватории и глубины водоема, морфологии берегов. Б.Д. Зайков [9], на основе обобщения материалов по эталонным испарительным бассейнам принял следующие значения испарения с водной поверхности водоемов:

Средняя месячная температура воздуха Прителецкого района (по [13])

Таблица 1

|             | Период<br>наблюдений | I     | II    | III   | IV   | V   | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI    | XII   | год  |
|-------------|----------------------|-------|-------|-------|------|-----|------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| Артыбаш     | 1932–1935            | –14,1 | –10,6 | –5,3  | 2,0  | 8,7 | 13,6 | 16,2 | 14,4 | 9,7  | 2,0  | –7,4  | –14,5 | 1,2  |
| Яйло        | 1931–1975            | –9,2  | –9,1  | –4,0  | 2,5  | 8,7 | 13,7 | 16,5 | 15,1 | 10,0 | 3,2  | –3,3  | –7,6  | 3,0  |
| Беля        | 1931–1975            | –8,9  | –8,0  | –2,7  | 3,5  | 9,7 | 14,7 | 17,1 | 15,6 | 10,6 | 4,1  | –2,9  | –7,7  | 3,8  |
| Турачак     | 1935–1960            | –19,7 | –16,6 | –9,0  | 0,6  | 9,2 | 15,2 | 17,5 | 15,3 | 9,2  | 1,2  | –9,4  | –16,8 | –0,3 |
| Усть-Улаган | 1940–1960            | –25,5 | –21,1 | –12,2 | –1,3 | 6,2 | 12,0 | 13,6 | 11,8 | 5,7  | –3,0 | –14,6 | –22,3 | –4,2 |

Таблица 2  
Величина испарения с поверхности водоемов

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| Побережье арктических морей           | 200–400 мм |
| Средняя полоса европейской части СССР | 500–700 мм |
| Юг Украины, Северный Казахстан        | До 1100 мм |

По ландшафтными зонам автор приводит следующую градацию испарения:

Таблица 3  
Величина испарения с поверхности водоемов различных климатических зон

|                       |              |
|-----------------------|--------------|
| Тундра                | 200–350 мм   |
| Лесная зона           | 350–650 мм   |
| Степная зона          | 650–1000 мм  |
| Полупустыни и пустыни | 1000–1700 мм |

По данным З.А. Викулиной [4], испарение с водоемов возрастает от 300–400 мм в северных и близких к ним районах (Верхнесвирское, Вилуйское водохранилище) до 1300–1600 мм в южных.

Влияние водоема на облачность отражается и на атмосферных осадках. Большинство исследователей приходят к выводу о снижении среднегодовых сумм осадков за теплый период над акваторией и плоскими берегами. Однако, при этом наблюдается увеличение повторяемости числа дождливых дней в ближайшей десятикилометровой зоне. Главной причиной увеличения (либо уменьшения) осадков на берегах водоемов является изменение характеристик воздушной массы при её движении над водой. Регулирующую роль при этом играет разница температур воды и воздушной массы.

Таким образом, наличие крупных водоемов в природном ландшафте оказывает влияние на формирова-

ние местных климатических условий, заметно отличающихся от пространств окружения в показателях влажности, годового хода температур. Радиус влияния водоемов на местный климат достигает 10–20 км в степных и равнинных местностях и уменьшается в горных. Будет правильным, если мы распространим вышеперечисленные выводы и на древние приледниковые водоемы Алтая.

Климатические условия позднего плейстоцена (на время развития максимума оледенения) территории Юго-восточного Алтая большинством авторов характеризуются как весьма сухие и холодные. Данные подтверждают анализом спор и пыльцы из ледниковых и водно-ледниковых отложений [12]. Но в отложениях позднеледниковых сухих пролювиальных дельт, привязанных к уровню озерных террас описаны [7] находки раковин моллюсков *Planorbis* sp., *Lymnaea auricularia* L. и части черепа аргали *Ovis ammon* L. с роговыми стержнями. В береговых озерных отложениях близ р. Тынгуярык, имеющих высотную отметку около 2050 м, нами обнаружены зуб лошади (*E. aff. gallicus*) и зуб благородного оленя (определения А.В. Шпанского). Данные споро-пыльцевого анализа отмеченных выше отложений (количество зерен в пробе: *Pinus* sp.-4, *Pinus sibirica*-11, *Abies* sp.-4, *Betula* sp.-17, *Betula nana*-12, *Alnus* sp.-3, *Ephedra*-5, *Chenopodiaceae*-60, *Graminaceae*-10, *Artemisia*-5, по [7]), палеонтологические находки и археологические памятники могут свидетельствовать о том, что по сравнению с соседними приледниковыми пространствами горного обрамления, территория побережий Чуйско-Курайской лимносистемы представляла собой более привлекательную, в климатическом отношении, зону для произрастания растительности, обитания животных и древнего человека.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 01-05-65151)

### Литература

1. Буфал В.В., Визенко О.С. Особенности температурных условий северного Прибайкалья // Климат и климатические условия Байкала и Прибайкалья. М.: Наука, 1970, с. 7–25.
2. Буфал В.В., Визенко О.С., Моложников В.Н. Микроклиматические особенности различных высотных поясов // Природные условия Северо-восточного Прибайкалья. Новосибирск: Наука, 1976. С. 110–143.
3. Вендров С.Л., Дьяконов К.Н. Водохранилища и окружающая среда. М.: Наука, 1976. 138 с.
4. Викулина З.А. Водный баланс озер и водохранилищ Советского Союза. Л.: Гидрометеоиздат, 1979. 174 с.
5. Визенко О.С. Термический режим Южного Байкала. Труды Лимнологического института, 1976. Т. 24(44). С. 121–134.
6. Голько О.Ф. Изменение континентальности климата побережья Братского водохранилища // На встрече молодых ученых. Иркутск, 1972. С. 40–43.
7. Девяткин Е.В. Кайнозойские отложения и неотектоника Юго-Восточного Алтая. Труды ГИН. Вып. 126. М.: Наука, 1965. 285 с.
8. Доманицкий А.В., Дубровина Р.Г., Исасва А.И. Реки и озера Советского Союза (справочные данные). Л.: Гидрометеоиздат, 1971. 104 с.
9. Зайков Б.Д. Испарение с водной поверхности прудов и малых водохранилищ на территории СССР // Труды ГИ. Л.: Гидрометеоиздат, 1949. Вып. 21(75). 54 с.
10. Ладейщиков Н.П. О роли климатических факторов в круговороте вещества и энергии в озерных водоемах. Новосибирск: Наука, 1975. С. 384–394.
11. Климат больших озер Сибири. Новосибирск: Наука, 1984.
12. Разрез новейших отложений Алтая / Под. Ред. К.К. Маркова. М.: Изд-во МГУ, 1978. 208 с.
13. Селегей В.В., Селегей Т.С. Телецкое озеро. Л.: Гидрометеоиздат, 1978. 143 с.
14. Чандлер Т. Воздух вокруг нас. Пер. с англ. Л.В. Ерастовой. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 144 с.
15. Щербакова Е.Я. Восточная Сибирь // Климат СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1961. Вып. 5. 300 с.