

8. Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. - Л.: Агропромиздат, 1987.
 9. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. - М.: Мир, 1989.
- Статья поступила в редакцию 10.11.10

УДК 551.336

С.Ю. Самойлова, м.н.с. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул, E-mail: bastet@iwep.asu.ru

ДЕПРЕССИЯ СНЕГОВОЙ ГРАНИЦЫ ГОРНЫХ ЛЕДНИКОВ В МАКСИМУМ ПОСЛЕДНЕГО ПОХОЛОДАНИЯ (ПОЗДНИЙ ПЛЕЙСТОЦЕН), И ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ ОЦЕНКИ

Депрессия снеговой границы – ключевой показатель для реконструкции параметров древнего оледенения. Рассмотрена возможность ее оценки на максимум последнего похолодания с помощью имеющихся данных о современных ледниках, в частности, абляции-аккумуляции на высоте границы питания.

Ключевые слова: ледник, поздний плейстоцен, граница питания, абляция-аккумуляция.

В последние десятилетия особую актуальность приобрели исследования природных процессов, происходящих под влиянием климатических изменений. Ледники и следы их геологической деятельности являются одним из основных объектов исследования при реконструкции палеоклимата.

В основе палеогеографических реконструкций лежит принцип актуализма. В соответствии с ним изменение природной среды в геологическом прошлом было связано с действием тех же природных процессов, которые характерны и для современной эпохи, в связи с этим события и явления прошлого поддаются объяснению на базе тех сил и явлений, которые наблюдаются в настоящее время [1]. Наиболее информативным гляциологическим индикатором климата служит средняя по леднику или их группе высота границы питания, на которой аккумуляция снега, зависящая от твердых осадков и их концентрации ветром и лавинами равна его абляции (таянию и балансу испарение-конденсация). В эпохи глобальных похолоданий обширные территории оказывались выше этой линии, что благоприятствовало формированию ледников значительно больших размеров, чем современные. Положение границы питания, или снеговой линии, древних ледников в периоды похолоданий устанавливается по их следам в рельефе (если возможно уверенно отнести их к той или иной стадии оледенения). Ее высота определяется на основе полевых или дистанционных измерений, но чаще по топографическим картам как средневзвешенная высота ледника (метод Куровского), либо по смене рисунка изогипс, выпуклых в области абляции на вогнутые в области аккумуляции - метод Гефера [1; 2]. Разность высоты древней и современной снеговой линии (депрессия снеговой линии) является ключевым показателем для палеогляциологических реконструкций.

Исходные материалы и методы исследований. Для реконструкции оледенения Алтая на максимум последнего похолодания был предложен метод имитационного моделирования [3]. На основе модели баланса современных ледников, составленной по материалам натурных наблюдений в шести ледниковых долинах рассмотрен баланс ледников периода максимума последнего похолодания и их дегляциации. Были установлены зависимости депрессии снеговой

границы и ледникового коэффициента (отношение площадей фирнового бассейна и языка ледника) от абляции-аккумуляции на высоте современной снеговой границы (рис. 1), что позволило реконструировать параметры других ледников Алтая, в долинах которых подробные гляциологические работы не проводились и интерпретация геоморфологических следов оледенения затруднена.

Наиболее резкую критику данной модели вызвала разная величина депрессии фирновой линии в одной горной стране [4]. Однако еще в 1965 г. Л.Н. Ивановский отметил: «Подобное различие депрессии снеговой линии в разных климатических условиях не является для науки новым. У нас первым на это особое внимание обратил К.К. Марков (1937), который считает, что недоучет местных условий приводит к серьезным ошибкам при реставрации ледников прошлого. В настоящее время весьма интересные сравнения по величинам депрессии снеговой линии для разных горных хребтов Европы и Азии сделал Н.М. Сватков (1962). В приведенных им цифрах, взятых из иностранных и советских работ, ясно видно возрастание депрессии снеговой линии в морском климате и уменьшение её при нарастании континентальности климата» [5, с. 63].

И.М. Лебедевой была проведена реконструкция климата в эпоху последнего похолодания для Высокой Азии (территория, включающая Памиро-Алай, Гиндукуш, Куньлунь, Гималаи, Памирское и Тибетское нагорья). Автором была обоснована зависимость средней летней температуры и депрессии снеговой границы. Оказалось, что коэффициент корреляции линейной связи депрессии и средней летней температуры для Памира равен 0,98, для Куньлунь-Тибет-Гималайского региона – 0,95 [6]. Известно, что средняя летняя температура воздуха на ледниковой поверхности является главным показателем при определении суммарной абляции и, соответственно, аккумуляции на высоте границы питания [2].

Для оценки связи абляции-аккумуляции и депрессии снеговой границы в максимум последнего похолодания применялся картографический метод. В качестве исходных данных использовались опубликованные в работе [6] поля депрессии снеговой границы Куньлунь-Тибет-Гималайского

региона и Памиро-Алая, определенной по результатам геоморфологических исследований прошлых лет. Поля абляции-аккумуляции на высоте современной снеговой границы взяты из карт режима ледников, опубликованных в Атласе снежно-ледовых ресурсов [7]. Абляция-аккумуляция на вы-

соте современной снеговой границы и депрессия снеговой границы для Памиро-Алая представлены на рисунке 2, для Куньлунь-Тибет-Гималайского региона – на рисунке 3. Условные обозначения для рисунков 2-3 – общие.

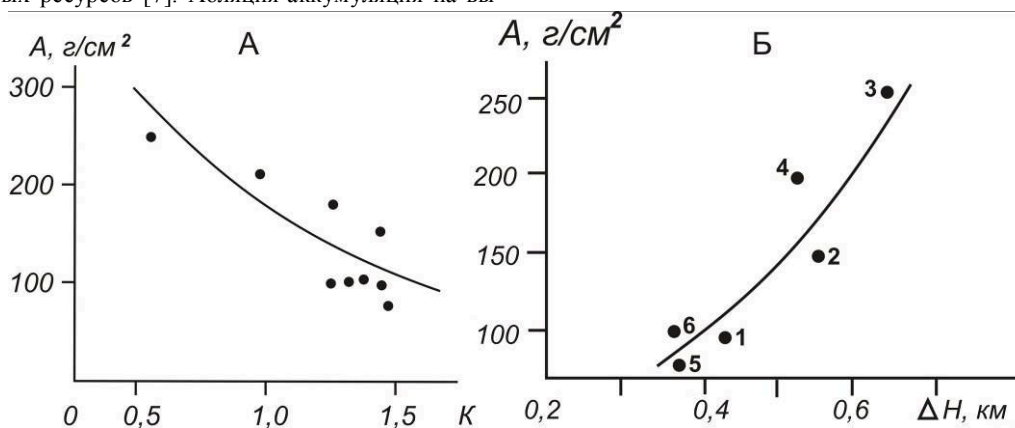


Рис. 1. Зависимость ледникового коэффициента K (А) и депрессии снеговой границы ΔH 18 тыс. лет назад (Б) от величины современной абляции-аккумуляции A , $г/см^2$ [3]

Бассейны: 1 – Актру, 2 – Аккем, 3 – Мульта, 4 – Катунь, 5 – Чаган-Узун, 6 – Машей

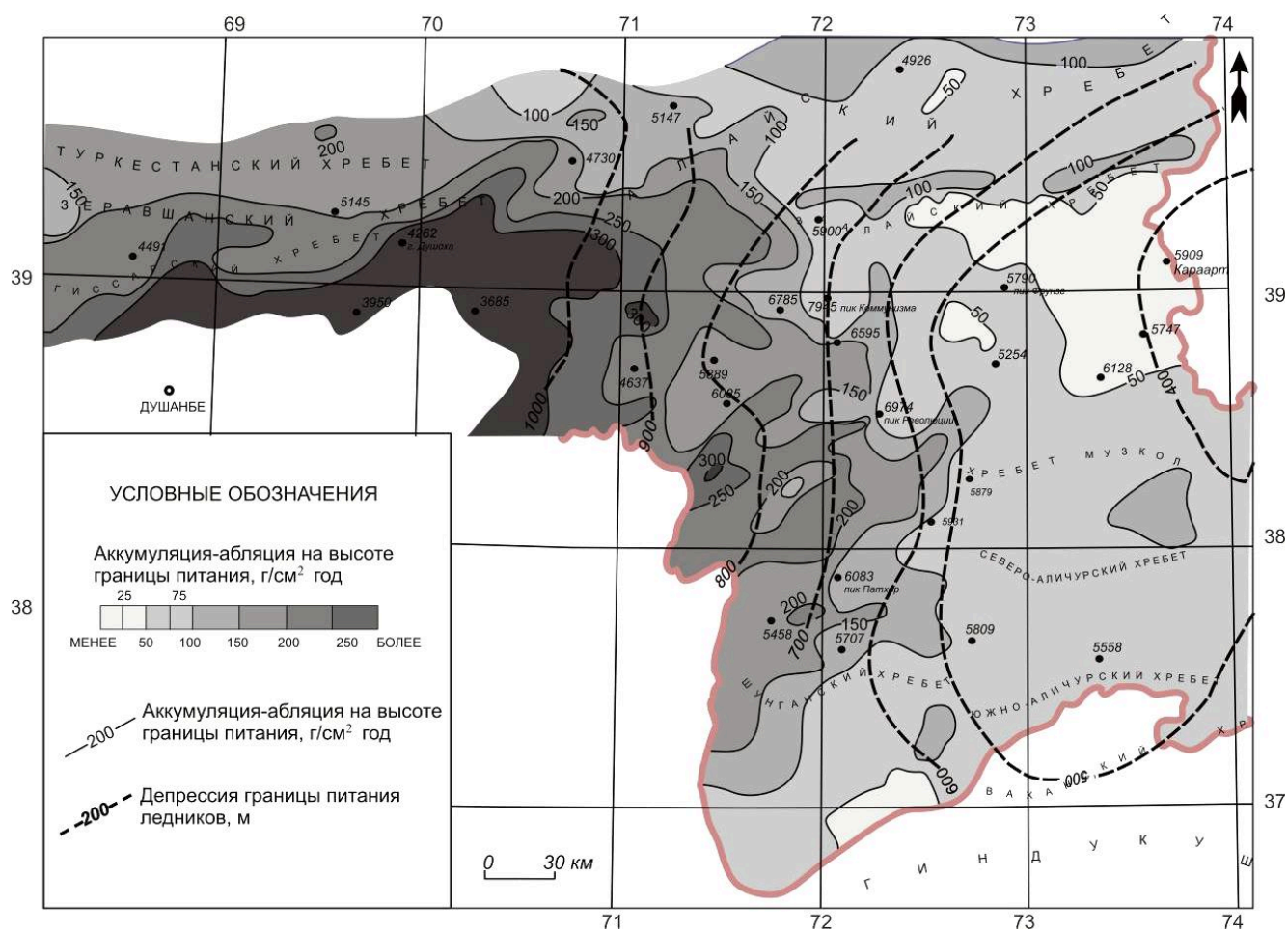


Рис. 2. Абляция-аккумуляция на высоте современной снеговой границы и депрессия снеговой границы на максимум последнего плейстоценового похолодания, Памиро-Алай. (Составлено по материалам [6-7]).

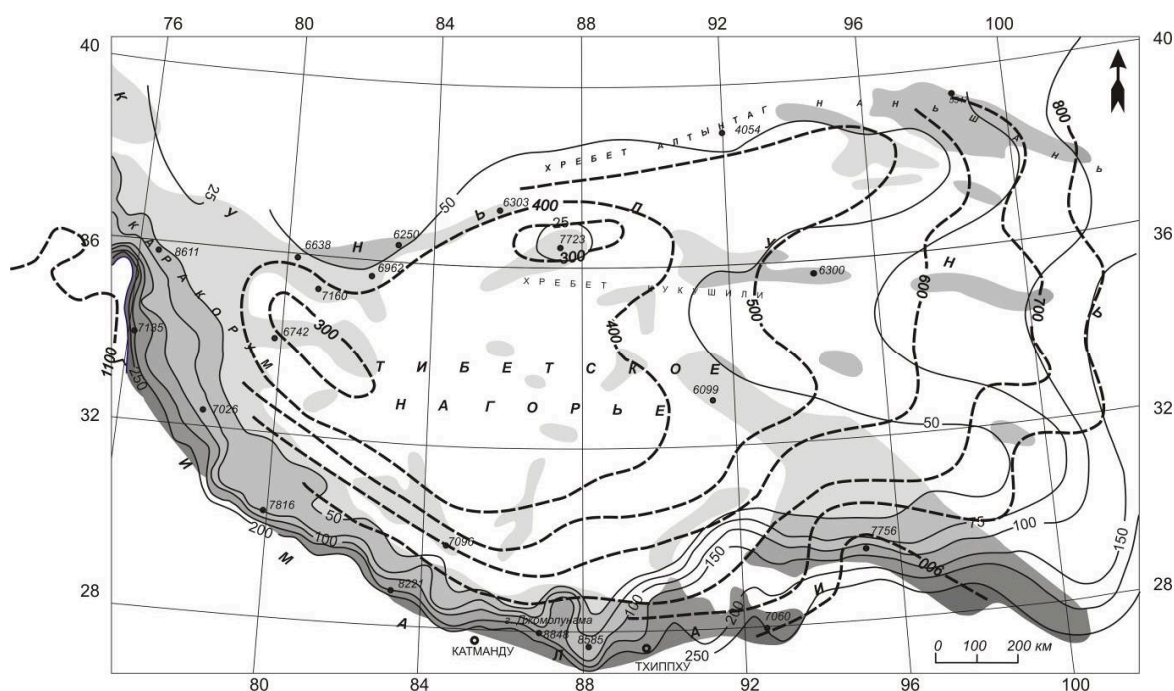


Рис. 3. Абляция-аккумуляция на высоте современной снеговой границы и депрессия снеговой границы на максимум последнего плейстоценового похолодания. Куньлунь, Тибетское нагорье, Гималаи (Составлено по материалам [6-7])

Обсуждение результатов. На рисунках 2 и 3 видно, что поля современной абляции-аккумуляции и депрессии границы питания подобны. Для определения связи этих двух параметров были выбраны точки на карте с обозначенными современными ледниками, в которых, очевидно, исходные величины были определены наиболее достоверно. Получены статистически значимые зависимости депрессии снеговой границы и современной абляции-аккумуляции (рис. 4). Ко-

эффициент корреляции линейной связи для Памиро-Алая составил 0,90, для Куньлунь-Тибет-Гималайского региона – 0,87.

Полученные результаты полностью подтверждают приведенное ранее утверждение о зависимости депрессии снеговой границы в ледниковые периоды от континентальности климата, что дает возможность использовать эту связь при палеогляциологических реконструкциях.

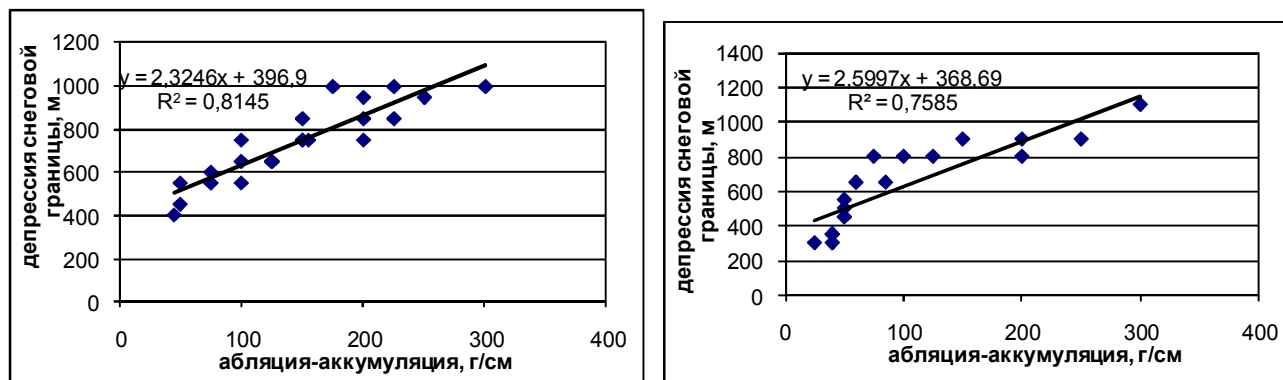


Рис. 4. Зависимость депрессии снеговой границы в максимум последнего похолодания от величины современной абляции-аккумуляции: А – Памиро-Алай, Б – Куньлунь-Тибет-Гималайский регион

Библиографический список

1. Гляциологический словарь. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.
2. Кренке, А.Н. Массообмен в ледниковых системах СССР / А.Н. Кренке. – Л.: Гидрометеиздат, 1982.
3. Галахов, В.П. Имитационное моделирование как метод гляциологических реконструкций горного оледенения (По материалам исследований на Алтае) / В.П. Галахов. – Новосибирск: Наука, 2001.
4. Окишев, П.А. Палеогляциологическое мифотворчество и его апологеты / П.А. Окишев // География и природопользование Сибири. – 2003. – Вып. 6.
5. Ивановский, Л.Н. Вопросы сопоставления конечных морен на Алтае // Гляциология Алтая. – 1965. – Вып. IV.
6. Лебедева, И.М. Палеогляциологическая реконструкция оледенения и климата Высокой Азии в эпоху последнего глобального похолодания в позднем плейстоцене // Лед и Снег. – 2010. – №2 (110).

7. Атлас снежно-ледовых ресурсов мира. – М.: Изд-во РАН, 1997. – Т.1.

Статья поступила в редакцию 10.11.10

УДК 504.453.054.669.018.674

А.Н. Эйрих, канд. тех. наук, н.с. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул; *Т.Г.Серых*, ведущий инженер ИВЭП СО РАН, г. Барнаул,
E-mail: papina@iwep.asu.ru

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ВОДЕ БАСЕЙНА РЕКИ ОБЬ

Рассмотрены особенности распределения микроэлементов в воде бассейна р. Обь. Определены участки реки с превышением ПДК_в и ПДК_{в,р}.

Ключевые слова: микроэлементы, тяжелые металлы.

Большое внимание исследователей уделяется изучению содержания и распределения микроэлементов в природных водах и выявлению физико-химических условий водной среды, влияющих на нахождение загрязняющих элементов в воде. Среди загрязняющих веществ наибольшее влияние на качество природных вод оказывают тяжелые металлы, которые относятся к консервативным загрязняющим веществам, не разлагаются в природных водах и способные мигрировать в водных средах на значительные расстояния [1]. Тяжелые металлы могут быть как нетоксичными, так и проявлять в водных экосистемах низкую, среднюю и высокую токсичность. Токсичными являются металлы (As, Cd, Co, Cu, Ni, Pb, Sb, Cr, Zn), относящиеся к классу В (халькофильные элементы) по шкале комплексных соединений [2]. При экологических исследованиях речных экосистем важным аспектом является изучение содержания растворенных и взвешенных форм микроэлементов в воде.

Река Обь относится к числу величайших рек земного шара. Широкое ее использование в качестве источника водоснабжения для питьевых и промышленных целей требует постоянного контроля качества вод. Промышленные и бытовые сточные воды после обработки сбрасываются в реку. Различия в способах первичной обработки приводят к разнообразию форм нахождения металлов, вследствие чего качество поступающих в реку сточных вод нестабильно.

Для оценки загрязненности р. Обь были проведены экспедиционные работы по изучению химического состава компонентов данной речной экосистемы. Содержание и распределение микроэлементов (As, Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) по абиотическим компонентам (вода – взвешенное вещество) были изучены на примере Средней и Нижней Оби в период летне-осенней межени 2009 г.: от села Дубровино (ниже г. Новосибирска) до пос. Карым-Кары (100 км ниже Ханты-Мансийска). Для учета вклада притоков в загрязнение тяжелыми металлами сеть наблюдения включала створы, расположенные выше, ниже впадения и в устьях основных притоков: Чулым, Кеть, Васюган, Вах, Назым, Иртыш.

Последовательность работ на выбранных контрольных точках наблюдения состояла в следующем: в фиксированных точках реки сначала проводили отбор проб воды, взвешенного вещества и верхнего ненарушенного 10-ти сантиметрового слоя донных отложений. Для раздельного определения растворенной и взвешенной форм тяжелых металлов

пробы воды фильтровали под давлением аргона через мембранные ядерные фильтры с диаметром пор 0,45 мкм. Фильтрацию осуществляли в течение одного часа с момента отбора во избежание перераспределения элементов между фазами. На месте отбора проб проводили измерение температуры, pH и Eh воды (поверхностной и поровой воды донных отложений). Все последующие исследования проводили в лабораторных условиях согласно существующим методикам [3-4].

Концентрации тяжелых металлов определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием пламенного варианта атомизации (ацетилен-воздух) и электротермической атомизации (ЭТА) на приборе SOLAAR M-6. Для градуировки прибора использовали стандартные растворы ГСО определяемого элемента. Контроль правильности определений микроэлементов проводили с помощью метода добавок.

Для оценки уровня загрязненности воды по содержанию микроэлементов в районе Средней и Нижней Оби было проведено сравнение полученных концентраций растворенных форм тяжелых металлов с законодательно регламентированными предельно допустимыми концентрациями для вод хозяйственно-бытового (ПДК_в) и рыбохозяйственного (ПДК_{в,р}) назначения. Полученные результаты показали, что в отобранных пробах воды среди определяемых элементов превышение ПДК_в наблюдается только для Fe в 1,4-5,8 раз. Обнаружено превышение ПДК_{в,р} для Fe в 1,3-17,4 раз, для Mn – в 2 раз, для Cu – в 1,1-2,4 раз, для Ni – в 1,1-1,8 раз. По остальным определяемым элементам превышение ПДК_в и ПДК_{в,р} не отмечено (табл. 1).

Различное содержание микроэлементов прослеживается на всем протяжении изучаемого участка р. Обь. Анализ полученных данных показал, что наибольшие концентрации растворенных форм тяжелых металлов Fe и Mn наблюдаются в створе р. Кеть (п. Нарым); Cu – в створе р. Обь, выше устья р. Назым; Ni – в створе р. Обь выше с. Игловское. Химический состав природных вод зависит от различных факторов и процессов: к основным (определяющим количественные и качественные характеристики микроэлементов) можно отнести гидрологический режим реки, источник поступления, окислительно-восстановительные условия, физико-химический состав взвешенных веществ и донных отло-