

## О ТЕНДЕНЦИИ В ЭВОЛЮЦИИ СЕЗОННОЙ КРИОЛИТОЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА БЛИЖАЙШИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ

Н. А. Скорбилин

*Институт криосферы Земли СО РАН, 625000, Тюмень, а/я 1230, Россия*

Статья содержит результаты исследований возможной эволюции сезонной криолитозоны Западной Сибири на ближайшие десятилетия на основе изучения многолетних колебаний мощности сезонномерзлого слоя почвогрунтов (СМС) по наблюдениям за мерзлотомерами на 10 метеостанциях Западной Сибири.

По осредненным данным для указанных метеостанций с начала 1950-х гг. в регионе происходило в основном увеличение мощности СМС, сменившееся затем в начале 1970-х гг. ее значительным уменьшением, продолжающимся в целом до последнего времени.

Отмечается, что дата начала периода уменьшения мощности СМС в Западной Сибири, обозначившая четкий перелом тенденции мерзлотного процесса, совпала с датой начала периода потепления во многих регионах Северного полушария, приходящейся по многочисленным данным также на начало 1970-х гг. Из возможных причин этого явления в данной работе рассматриваются определенные изменения в циркуляционных процессах атмосферы, происходившие в этот период в Северном полушарии.

На основании анализа автокорреляционных функций установлено, что наиболее представительными короткопериодными циклами для проанализированных временных рядов мощности СМС в Западной Сибири являются 2—3-, 4—5-, 11-летние.

В результате проведенных исследований дается оценка предполагаемых изменений мощности СМС в Западной Сибири в первые десятилетия следующего столетия.

*Западная Сибирь, сезонная криолитозона, мощность сезонномерзлого слоя почвогрунтов, временные ряды, тренды, циклы, прогноз*

### ABOUT THE TENDENCY IN EVOLUTION OF THE SEASONALLY FROZEN GROUND ZONE OF WEST SIBERIA FOR THE NEAREST DECADES

N.A.Skorbilin

*Institute of Earth's Cryosphere, 625000, Tyumen, P.O. 1230, Russia*

The paper contains results of the investigations of possible evolution of the seasonally frozen ground zone of West Siberia for the nearest decades by learning long-term oscillations of a seasonally frozen layer thickness on observations for 10 meteorostations of West Siberia.

On average data for indicated meteorostations from a beginning 1950-th in region happened in main increase of a seasonally frozen layer thickness, replaced then in the beginning by 1970-th its significant decrease, continued as a whole until recently.

It is marked, that the date started of period of decrease of a seasonally frozen layer thickness in West Siberia, designating a precise fracture of the tendency of the permafrost process, has coincided with date started of warming climatic period in many regions of Northern hemisphere, which had been taking place on numerous data also at the beginning of 1970-th years. From the possible reasons of this phenomenon in the paper defined changes in circulating processes of atmosphere, happening in this period in Northern hemisphere are considered.

Because of the analysis of autocorrelated functions is placed, that the most representative short period cycles for analysed time series of a seasonally frozen layer thickness in West Siberia are 2—3-, 4—5-, 11-year.

In result of conducted researches an evaluation of prospective changes of a seasonally frozen layer thickness in West Siberia for the nearest decades is given.

*West Siberia, seasonally frozen ground zone, seasonally frozen layer thickness, time series, trend, cycles, prognosis*

Говоря об эволюции сезонной криолитозоны Западной Сибири в ближайшие десятилетия, целесообразно остановиться, в первую очередь, на вопросах определения тенденции изменения мощности сезонномерзлого слоя почвогрунтов (СМС) — важнейшей характеристики сезонного криогенного процесса. В основу изучения этой тенденции могут быть положены ее временные ряды, характеризующие изменения максималь-

ной за год глубины сезонного промерзания почвогрунтов по данным метеостанций за репрезентативный период наблюдений. В Западной Сибири мощность СМС обладает значительной временной изменчивостью. Так, по данным метеостанций юга Тюменской области амплитуда ее временных колебаний за период наблюдений достигает 130—140% и более от ее средней многолетней величины [Скорбилин, 1992].

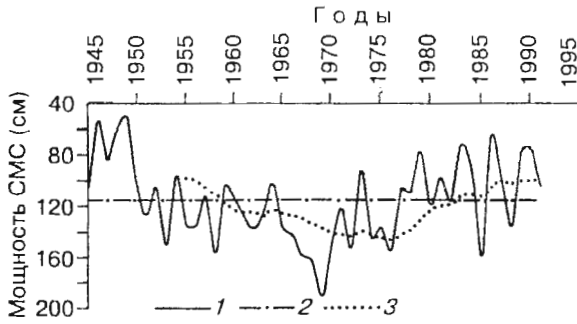


Рис. 1. Временной ряд (1) мощности СМС для метеостанции Тобольск и его линейный (2) и 11-летний скользящий (3) тренды.

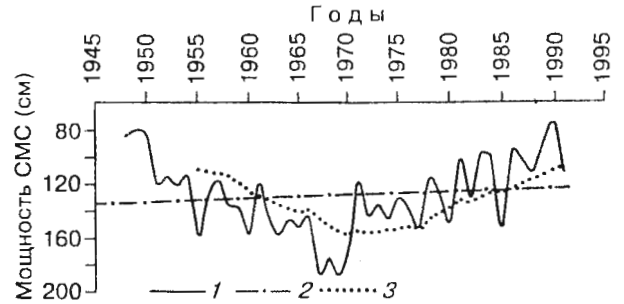


Рис. 2. Временной ряд (1) мощности СМС, осредненной для 10 метеостанций Западной Сибири, и его линейный (2) и 11-летний скользящий (3) тренды.

Для временных рядов многих природных процессов и явлений можно выявить тренд (основную детерминированную тенденцию). Имеются данные о его наличии в рядах показателей различных форм атмосферной циркуляции, экзогенных геологических процессов [Методы долговременных региональных..., 1984], температуры воздуха [Ворончук, 1971; Skorbin, 1994] и др. Наличие тренда обусловлено общими закономерностями изменчивости природных процессов и явлений на Земле под влиянием космических и общепланетарных факторов, прежде всего — солнечной активности. В последние годы все больше возрастает значение антропогенного фактора.

Во временном ряду мощности СМС, измерявшейся с помощью мерзлотометров на метеостанции Тобольск (рис. 1), несмотря на отсутствие какой-либо тенденции в целом для периода наблюдений (1945—1991 гг.), четко выделяются два основных периода. В первый из них (с начала периода наблюдений до конца 1960-х гг.) в основном происходило заметное увеличение мощности СМС, которое с начала 1970-х гг. сменилось ее значительным уменьшением, продолжающимся в целом до последнего времени.

Аналогичная картина наблюдается для временного ряда мощности СМС, осредненного для 10 метеостанций Западной Сибири (Уват, Тобольск, Ярково, Тюмень, Ялуторовск, Вагай ж/д. ст., Ишим, Викулово, Бердюжье и Ильинка), где, кроме того, линейный тренд свидетельствует о некотором уменьшении мощности СМС в последние полвека (рис. 2).

Удивительно точно дата начала периода уменьшения мощности СМС в Западной Сибири, обозначившая четкий перелом тенденции мерзлотного процесса, совпала с датой начала периода потепления во многих регионах Северного полушария, приходящейся по данным ряда исследователей [Lamb, 1972; Lamb et al., 1975]

также на начало 1970-х гг. Среди возможных причин этого значительного перелома, помимо указания на глобальное резкое увеличение концентрации „парниковых“ газов в атмосфере [Будыко, 1972; Будыко, 1987; Broekner, 1975], следует отметить некоторые изменения в циркуляционных процессах, происходившие как раз в этот период. Существовавшее до 1950-х гг. относительное равновесие в соотношении повторяемости всех групп циркуляции было нарушено затем вследствие резкого увеличения повторяемости меридиональной южной циркуляции, приводящей к повышению температуры воздуха. Если в начале века ее продолжительность составляла всего лишь 0,3% от общей продолжительности меридиональной формы циркуляции, то в 1970—1980-е гг. ее доля достигла 36% [Циркуляция атмосферы, 1984]. Это привело к тому, что вклад этой группы циркуляции стал соизмерим с вкладом меридиональной северной циркуляции и теперь оказывает заметное влияние на климатические изменения.

Этот процесс усиления роли меридиональной южной циркуляции с начала 1970-х гг. сопровождается изменением соотношения продолжительности зональной и меридиональной циркуляций в пользу первой [Циркуляция атмосферы, 1984], что в конечном счете ведет к повышению зимних температур воздуха, увеличению количества осадков и, как правило, к уменьшению мощности СМС. Аналогичный вывод можно сделать также при анализе изменений индексов Погосьяна—Павловской и Каца, характеризующих особенности атмосферной циркуляции. Если до начала 1970-х гг. существовала длительная тенденция к ослаблению зональной циркуляции, то в дальнейшем, о чем свидетельствуют оба индекса, в Северном полушарии произошло резкое усиление западного переноса [Родионов, 1989].

В этот же период отмечались изменения атмосферного давления в исландском минимуме. После своего роста на фоне повышенной частоты раздвоения исландского минимума в 1960-е гг. оно достигло в 1969 г. своего наибольшего в текущем столетии значения и затем за пять лет непрерывного понижения приблизилось к своему рекордно низкому значению [Родионов, 1989].

Таким образом, отмечающаяся с начала 1970-х гг. в целом для Западной Сибири тенденция к уменьшению мощности СМС вполне увязывается с соответствующими изменениями в этот период многих природных явлений и процессов, определяющих ее временную изменчивость.

Кроме тренда, важное место в исследованиях временных рядов мощности СМС занимает циклическая составляющая. На основании анализа автокорреляционных функций для некоторых метеостанций Западной Сибири установлены следующие короткопериодные (по методическим условиям продолжительностью до 20 лет) циклы:

Уват	— 4 года	Тобольск	— 2, 5, 7, 9, 12, 15 лет
Ярково	— 3, 5, 7 лет	Тюмень	— 3, 9, 12 лет
Ялуторовск	— 2 года	Вагай	— 12 лет
Викулово	— 10 лет	Бердюжье	— 4 года
Осредненный (для 10 станций) ряд			— 3, 5 лет

Наиболее представительными для проанализированных временных рядов мощности СМС в Западной Сибири являются 2—3-, 4—5-, 11-летние короткопериодные циклы. Несмотря на недостаточное количество фактического материала, имеются основания по косвенным данным говорить о наличии в этих рядах признаков 22-, 40-, 80—100- и 300-летней цикличности [Скорбилин, 1992].

Предсказать дальнейший ход эволюции мощности СМС в Западной Сибири весьма сложно. С одной стороны, если учитывать имеющуюся в ее многолетнем ходе 40-летнюю цикличность [Скорбилин, 1992], следует ожидать в ближайшие примерно 15—20 лет ее увеличения, хотя и не такого значительного, как в конце 1960-х гг., из-за тенденции к ее уменьшению, связанной с вековой цикличностью. С другой стороны, если сохранятся современные темпы хозяйственного развития, то в первой половине нового тысячелетия антропогенные изменения климата достигнут таких масштабов [Будыко, 1974], что могут весьма активно влиять на эволюцию мощности СМС, причем, в первую очередь, в сторону ее уменьшения.

Поэтому наиболее приемлемым, на наш взгляд, представляется следующий вариант прогноза. В ближайшие 15—20 лет следует ожидать в целом некоторое увеличение мощности СМС, хотя ее сглаженные значения за этот период вряд ли достигнут средней многолетней величины. На этом фоне будут отмечаться кратковременные периоды более значительного увеличения или уменьшения мощности СМС, связанные с проявлениями 2—3-, 4—5-, 11-летней цикличности. В дальнейшем возможно ее существенное уменьшение, обусловленное естественным трендом, а также последствиями антропогенного потепления климата. Естественно, что в отдельных частях региона эволюция ее величины может иметь другой ход, в зависимости от сложившихся в них природно-климатических условий.

### Литература

- Будыко М.И. Влияние человека на климат. Л., Гидрометеоиздат, 1972, 47 с.
- Будыко М.И. Изменения климата. Л., Гидрометеоиздат, 1974, 280 с.
- Будыко М.И. Причины естественных изменений климата // Достижения в области гидрометеорологии и контроля природной среды. Л., Гидрометеоиздат, 1987, с. 201—229.
- Ворончук М.М. Методика определения оптимальных параметров периода осреднения для расчета погодноклиматических норм предстоящих периодов // Применение статистических методов в метеорологии: Тр. Всесоюз. симпоз. Л., Гидрометеоиздат, 1971, с. 49—56.
- Методы долговременных региональных прогнозов экзогенных геологических процессов. М., Недра, 1984, 167 с.
- Родионов С.Н. Климатологический анализ необычного подъема уровня Каспийского моря в последние годы // Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1989, № 2, с. 73—81.
- Скорбилин Н.А. Временная изменчивость мощности деятельного слоя почвогрунтов Западной Сибири. Автореф. канд. дис. М., МГУ, 1992, 22 с.
- Циркуляция атмосферы. Динамика атмосферных процессов северного полушария в XX столетии: Материалы метеорологических исследований. М., 1984, № 9, 146 с.
- Broekner W.S. Climatic change: Are we on the brink of a pronounced global warming? // Science, 1975, vol. 189, p. 460—463.
- Lamb H.H. Climate: present, past and future // Methuen. L., 1972, vol. I. 613 p.
- Lamb H.H., Malberg S.A., Colebrook J.M. Climatic reversal in northern North Atlantic // Nature, 1975, vol. 256, No. 5517, 479 p.
- Skorbin N.A. Dynamics of Air Temperature Regime by Meteorological Data in West Siberia // Borehole Temperatures and Climate Change: International Workshop: Report. Praga, 1994, p. 95—99.

Поступила в редакцию  
20 января 1997 г.