



https://vk.com/overhear_blg

Макроциркуляционные процессы, определившие изменения режима и изотопного состава атмосферных осадков на Алтае



https://vk.com/overhear_blg

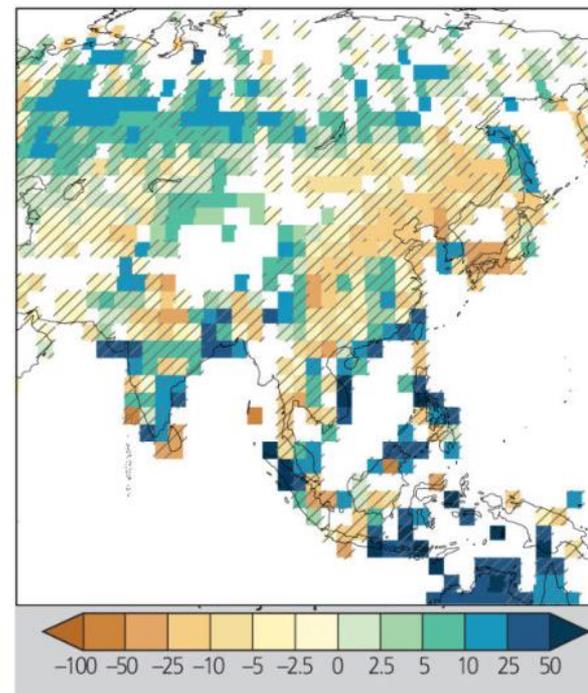
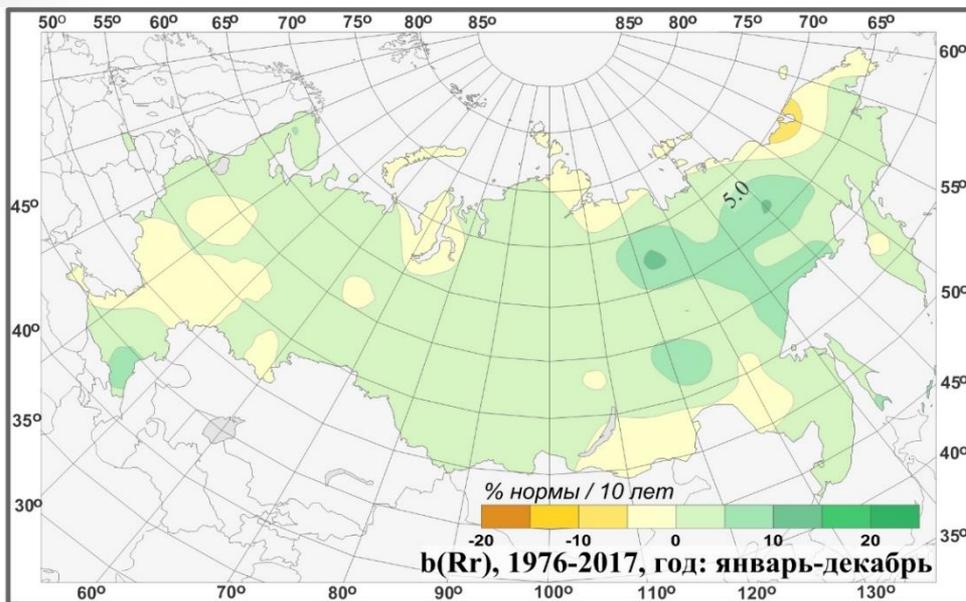
Н.С. Малыгина, А.Н. Эйрих, Т.С. Папина

natmgn@gmail.com

ФГБУН Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия

Мотивация

В Пятом Оценочном Докладе МГЭИК (2014) показано, что с 1900 по 2005 гг. количество атмосферных осадков значительно увеличилось в Северной и Центральной Азии



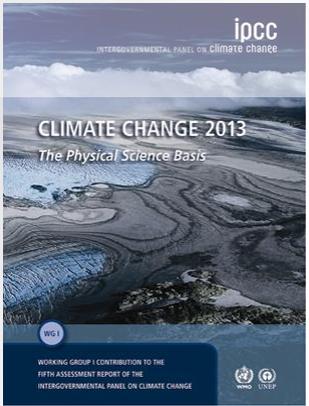
Observed changes in annual average precipitation in Asia. Map of observed annual precipitation change from 1951–2010, derived from a linear trend [IPCC, 2014]

Пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда годовых сумм атмосферных осадков за 1976–2017 гг. на территории России (% от нормы за 10 лет) [Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2017 г.]

На территории России наблюдается выраженный рост годовых сумм осадков со второй половины 1980-х гг. Наиболее значительные тренды наблюдаются в регионах Средняя Сибирь (3.3%/10 лет, вклад в дисперсию 27%), Восточная Сибирь (3.7%/10 лет, 19%), а также СФО (2.2%/10 лет, 23%) и ДФО (3.1%/10 лет, 24%) [Обзор состояния..., 2017]

Мотивация

Во Втором оценочном докладе Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории РФ (2014) и Докладе МГЭИК (2014) показана необходимость четкого понимания влияния изменений атмосферной циркуляции на климатические изменения в конкретном регионе



↓
Необходимость изучения и детальных оценок изменений циркуляционных процессов, обеспечивающих атмосферные осадки, для их прогнозирования

↓
В ряде моделей общей циркуляции атмосферы и океана (ECHAM-wiso, COSMO_{iso}, LMDZ-iso, EMAC и др.) в качестве входных параметров используют стабильные изотопологи HDO (δD) и H₂¹⁸O ($\delta^{18}O$), а именно данные сети Global Network of Isotopes in Precipitation (GNIP)



Исходные данные

Реанализ

NCEP-NCAR (Национальный центр прогнозов окружающей среды - NCEP) и Национальный центр атмосферных исследований – NCAR)

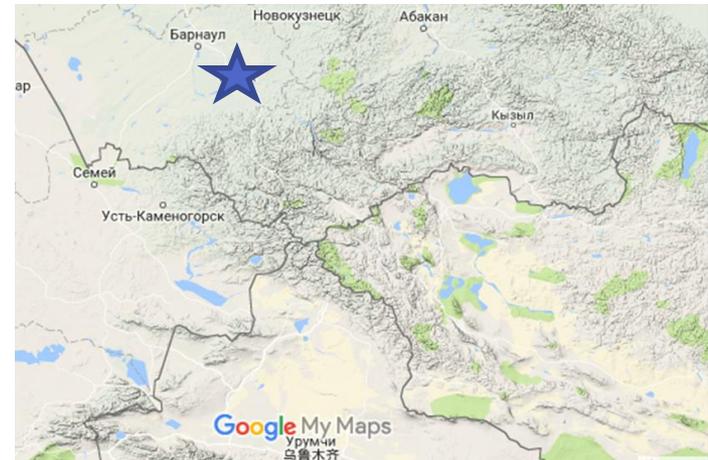
[<http://https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/>]

Ежедневные данные “Календаря последовательной смены элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ)” по Б.Л. Дзержевскому

[<http://www.atmospheric-circulation.ru>]

Изотопный состав атмосферных осадков

Отбор проб атмосферных осадков, выпадающих на севере Алтая, проводили в соответствии с рекомендациями GNIP. Всего за период с 01 января по 31 декабря 2016 г. было отобрано 130 индивидуальных проб атмосферных осадков



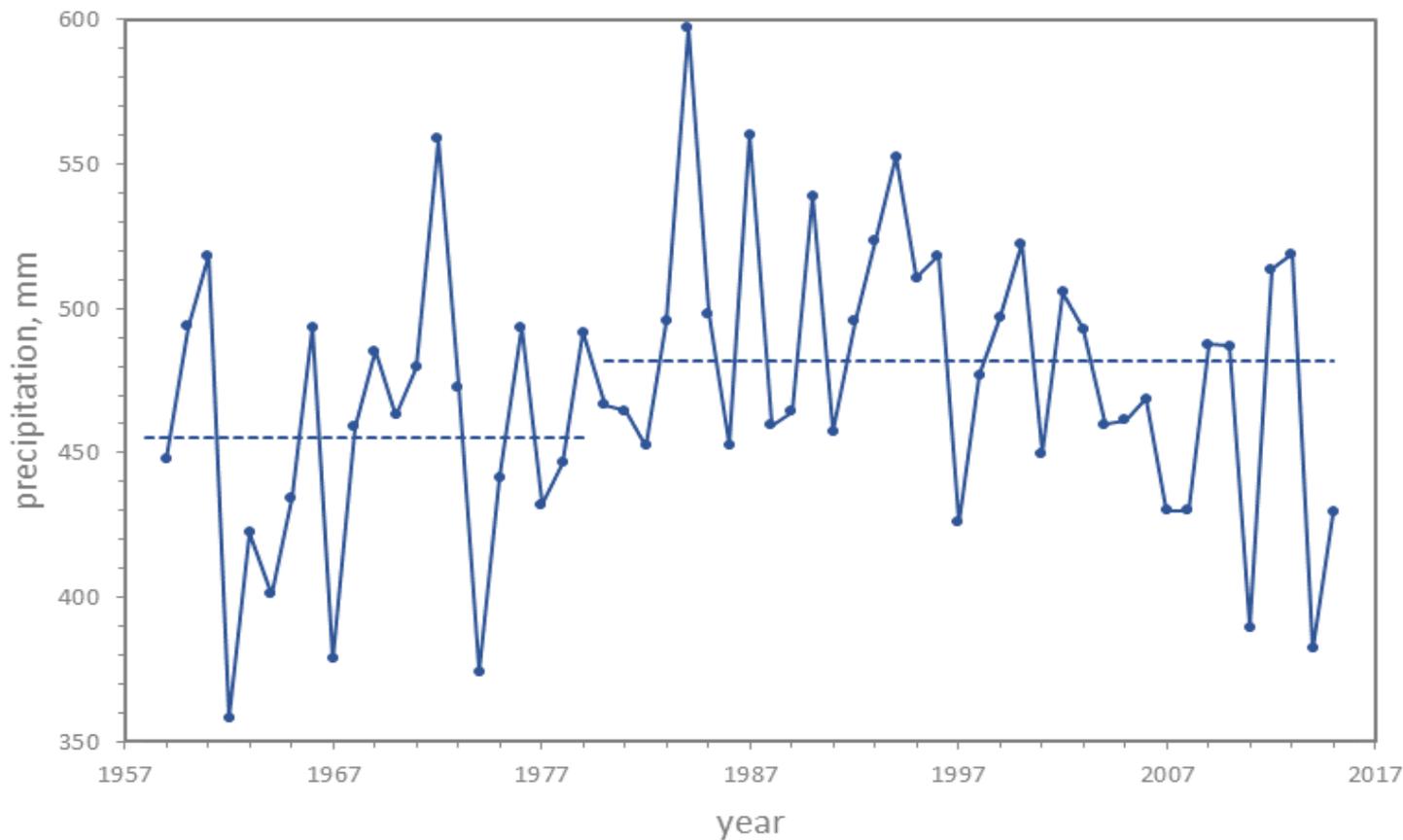
Изотопный анализ

Лазерная абсорбционная ИК-спектрометрия (прибор **PICARRO L2130-i**, оснащенный системой WS-CRDS). Точность измерения $\delta D \pm 0,4 \text{ ‰}$ и $\delta^{18}O \pm 0,1 \text{ ‰}$ (1σ , $n = 5$)



Тренд атмосферных осадков

Mann–Kendall–Sneyers и step change point
(Mann 1945; Kendall 1975; Sneyers 1975; Li et al. 2012)



Результаты согласуется с изменениями режима атмосферных осадков в китайской части Алтая [Dongliang Zhang, Yunpeng Yang, Bo Lan. Climate variability in the northern and southern Altai Mountains during the past 50 years // Scientific Reports - Volume 8 - 2018]

Классификация макроциркуляционных процессов в Северном полушарии по Б.Л. Дзерdzeевскому, одобренная ВМО

(Дзерdzeевский, 1968; Кононова, 2009)

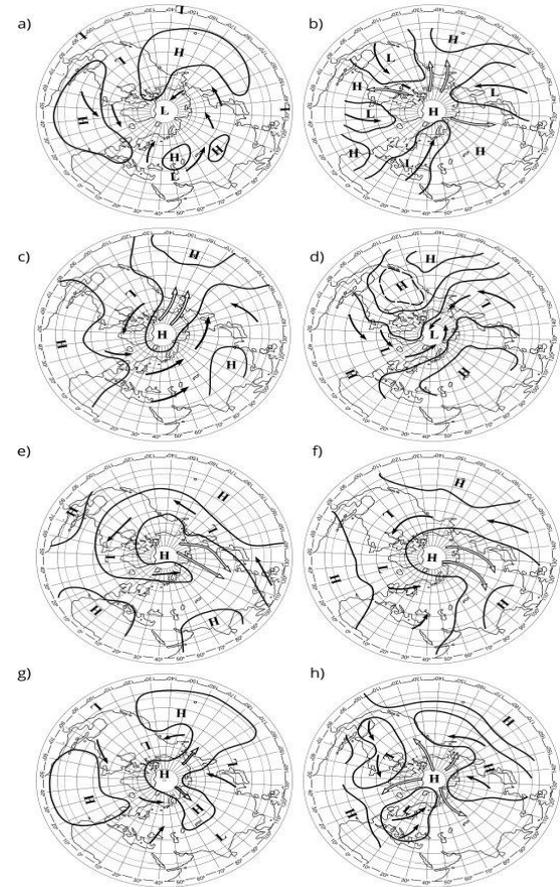
Группа циркуляции	Типы ЭЦМ, входящие в группу	Атмосферное давление в Арктике	Количество блокирующих процессов	Количество выходов южных циклонов
Зональная	1а, 1б, 2а, 2б, 2в	Высокое	0	2–3
Нарушение зональности	3, 4а, 4б, 4в, 5а, 5б, 5в, 5г, 6, 7аз, 7ал	Высокое	1	2–3
Меридиональная северная	8а, 8бз, 8бл, 8вз, 8вл, 8гз, 8гл, 9а, 9б, 10а, 10б, 11а, 11б, 11в, 11г, 12а, 12бз, 12бл, 12вз, 12вл, 12г	Высокое	2–4	2–4
Меридиональная южная	13з, 13л	Низкое	0	3–4

Циркуляционные эпохи



Группы циркуляций для Сибирского сектора

Группы циркуляций	ЭЦМ
Широтная западная и долготная южная	2а, 2б, 3, 7ал, 8а, 9а, 10а, 13л
Долготная северная	12а
Широтная западная	2в, 4б, 6, 7бл
Широтная западная и стационарное положение	1а, 1б, 4а, 7аз, 7бз, 9б, 13з
Долготная северная и стационарное положение	5а, 5в, 8вз, 8гз, 11а, 11в, 11г, 12бз, 12вз
Долготная северная и широтная восточная	5б, 5в, 11в, 12г
Долготная северная и широтная западная	8бз, 8бл, 8гл, 10б
Долготная северная и долготная южная	4в, 8гл, 12вл, 12гл



Циркуляционные эпохи



ЭЦМ, обуславливающие атмосферные осадки на Алтае

Исходные данные → параллельные ряды данных по временному признаку (соответствию дат) → вклад (%) каждого из 41 ЭЦМ в общее количество осадков

Группа циркуляций	ЭЦМ	1959-2016 гг., %	I период, %	II период, %
Широтная западная	3, 8а, 9а, 13л	43	38	49
Долготная северная	12а	8	7	8
Широтная западная и долготная южная	2в, 4б, 6, 7бл	8	10	6
Широтная западная и стационарное положение	13з	11	11	11
Долготная северная и стационарное положение	5а, 8а, 8 вз, 8гз, 11а, 11г, 12бз,	10	12	7
Долготная северная и широтная восточная	5г, 12г	5	5	5
Долготная северная и широтная западная	8бз, 8бл, 8вл, 10б	5	6	4
Долготная северная и долготная южная	12 бл	10	11	10

Процентный вклад групп циркуляций, выделенных для Сибирского сектора, в общее количество осадков, выпадавших на Алтае в 1959-2016 гг., 1959-1980 гг. (I период) и 1981-2016 гг. (II период)

Средневзвешенные значения изотопного состава атмосферных осадков и их процентный вклад в общее количество осадков, выпадавших на севере Алтая в 2016 г.

Группа циркуляций	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	δD (‰)	d_{exc} (‰)	вклад (в %)
Широтная западная	-9,85	-78,65	0,15	26,8
Долготная северная	-13,78	-104,16	6,12	19,7
Широтная западная и стационарное положение	-19,93	-153,05	6,37	20,2
Долготная северная и стационарное положение	-21,16	-160,26	9,01	15,3
Долготная северная и широтная восточная	-20,92	-159,40	7,97	5,9
Долготная северная и долготная южная	-11,85	-92,11	2,72	12,1

В 2016 году на севере Алтая существенный вклад в поступление атмосферных осадков внесла «Широтная западная» группа циркуляций (26,8%). Атмосферные осадки данной группы циркуляций характеризовались наиболее утяжеленным изотопным составом. При ЭЦМ, входящих в эту группу циркуляций, атмосферные осадки обусловлены южными циклонами с территории Арало-Каспийского региона, воды которого имеют наиболее утяжеленный изотопный состав

Заключение

Выполненная с помощью Манн-Кендалл-Снейрс теста оценка данных по количеству атмосферных осадков, выпавших на Алтае в 1959-2016 гг., показала, что режим осадков характеризуется ступенчатым изменением в начале 1980-х гг.

Временная граница изменения режима атмосферных осадков на Алтае совпадает с началом «Зональной эпохи ЭЦМ» для Сибирского сектора по классификации Б.Л. Дзердзеевского.

Наибольший вклад в изменение режима осадков в период 1980-2016 гг. на Алтае внесли атмосферные процессы «широтной-западной» группы циркуляций ЭЦМ, которые также определили наиболее утяжеленный изотопный состав атмосферных осадков в 2016 г.

Работа выполнена в рамках проекта «Климатические и экологические изменения и региональные особенности их проявления на территории Сибири по данным палеоархивов и атмосферных осадков» (№ 0383-2016-0005) и проекта «Climatogenic transformation of the alpine landscapes in Mongolian and Siberian Altai» (CRRP2016-FP09-Demberel)

Спасибо за внимание!!!