

## АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ОСАДКОВ ОБЬ-ИРТЫШСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ В XX-НАЧАЛЕ XXI ВВ.

*Литвинова О.С., Гуляева Н.В.*

*Институт естественных и социально-экономических наук Новосибирского государственного педагогического университета (г. Новосибирск)*

lit\_o\_s@mail.ru

*На основе статистической оценки среднемесячных сумм осадков за 1936-2006 гг. определены тенденции их изменчивости в холодный и теплый периоды, а так же в целом за год в ландшафтных провинциях Обь-Иртышского междуречья. Используются данные 16 метеорологических станций за 1936-2006 гг., выбранные согласно схеме ландшафтно-климатического районирования А.П. Сляднева. Составлены каталоги аномально влажных ( $\sum O \geq 120\%$ ) и сухих ( $\sum O \leq 80\%$ ) периодов. Проанализирована изменчивость атмосферных осадков за различные периоды: 1936-2006, 1936-1980, 1961-1990, 1981-2006 и 1991-2006 гг. В целом за рассматриваемый период 1936-2006 гг., по сравнению с базовым периодом (1961-1990 гг.) в теплый период установлено уменьшение осадков лишь на севере региона (-18 мм), в холодный период в последние 25 лет (по сравнению с 1936-1980 гг.) отмечается незначительное увеличение в северных провинциях. Определен вклад увлажнения того или иного месяца в формирование влажных и сухих периодов по ландшафтным провинциям. На основе корреляционного анализа определена роль синоптических процессов Г.Я. Вангенгейма – А.А. Гирса в формировании аномальных периодов увлажнения.*

**Ключевые слова:** атмосферная циркуляция, аномалия осадков.

### **Введение и обзор проблемы**

Изучение режима многолетних колебаний атмосферных осадков представляет собой одну из важнейших проблем. Атмосферные осадки, как и другие элементы климата, испытывают значительные пространственные и временные изменения. Изменчивость средних и аномальных величин связана с особенностями атмосферной циркуляции, физико-географическими особенностями и временем года. Эти факторы, действуя в тесной взаимосвязи, определяют особенности распределения осадков в пространстве и во времени, как в течение года, так и от года к году.

Изучение изменчивости осадков позволяет глубже понять статистическую структуру этого важнейшего гидрометеорологического показателя, что в свою очередь позволит определить тенденции изменений и разработать пути снижения негативного воздействия аномальных периодов увлажнения на функционирование природных и природно-антропогенных систем.

Исследованию режима многолетних колебаний атмосферных осадков посвящены работы О.А. Дроздова, А.С. Григорьевой [1971], Ф.З. Батталова [1968], И.Е. Бучинского [1954], Е.И. Борисовой [1975], Л.Ш. Хайруллина [1990], Н.В. Гуляевой, В. В.Костюкова [2003; 2004; 2006], Г. М. Виноградовой с соавт., [1999], Н.К. Барашковой [2002; 2006], Н.Н. Густокашиной с соавт. [2004]. В них анализируются пространственно-временные вариации годовых и месячных сумм осадков, влияние синоптических процессов, особенности образования осадков в засушливые и увлажненные периоды. Результаты, полученные Ф.З. Батталовым, показывают, что в Западной Сибири в первом тридцатилетии XX в. наблюдались преимущественно маловодные, а во втором тридцатилетии многоводные годы. В работе Г.В. Леоновой и Т.А. Богдановой [1975] рассматриваются условия формирования осадков в разные месяцы на юге Западной Сибири и севере Казахстана на основе типизации макропроцессов, и даются указания на прогноз осадков. Н.В. Гуляева и В.В. Костюков [2004] для выявления пространственно-временных закономерностей атмосферного увлажнения на основе рассчитанного индекса  $S_i$  рассматривают особенности формирования атмосферных засух разной степени интенсивности в пределах Барабинской низменности. Большинство исследователей многолетних колебаний осадков, в том числе и над территорией Западной Сибири, обращают внимание на циклический характер этих колебаний (сверхвековые, вековые, внутривековые и малые).

### **Описание используемых данных**

В данной работе рассматриваются многолетние колебания годового количества осадков, теплого (апрель-октябрь) и холодного (ноябрь-март) периодов в ландшафтных провинциях Обь-Иртышского междуречья: Васюганской, Барабинской, Верхнеобской и Кулундинской [Гвоздецкий и Михайлов, 1978].

Для статистических оценок использованы обобщенные материалы многолетних наблюдений ЗапСибНИИГМИ за среднемесячными значениями осадков 16 метеорологических станций за период 1936-2006 гг. (рис.1; табл.1), выбранные согласно схеме ландшафтно-климатического районирования А.П. Сляднева [1965].

Суммы осадков за период с 1936 по 1966 гг. откорректированы по единой методике, т.е. приведены к показаниям осадкомера и исправлены поправкой на смачивание по каждой метеостанции, используя критерии научно-прикладного справочника по климату [1993]. Из-за пропусков в наблюдениях в начале прошлого столетия, оказалось невозможным использовать информацию о режиме осадков первых лет инструментальных измерений. Проблема пропусков решалась в ходе восстановления рядов на основе аналогов с помощью линейной регрессии. В качестве аналога в каждой ландшафтной провинции брался пункт с длинным рядом, не имеющий пропусков за период наблюдения (1936-2006 гг.).

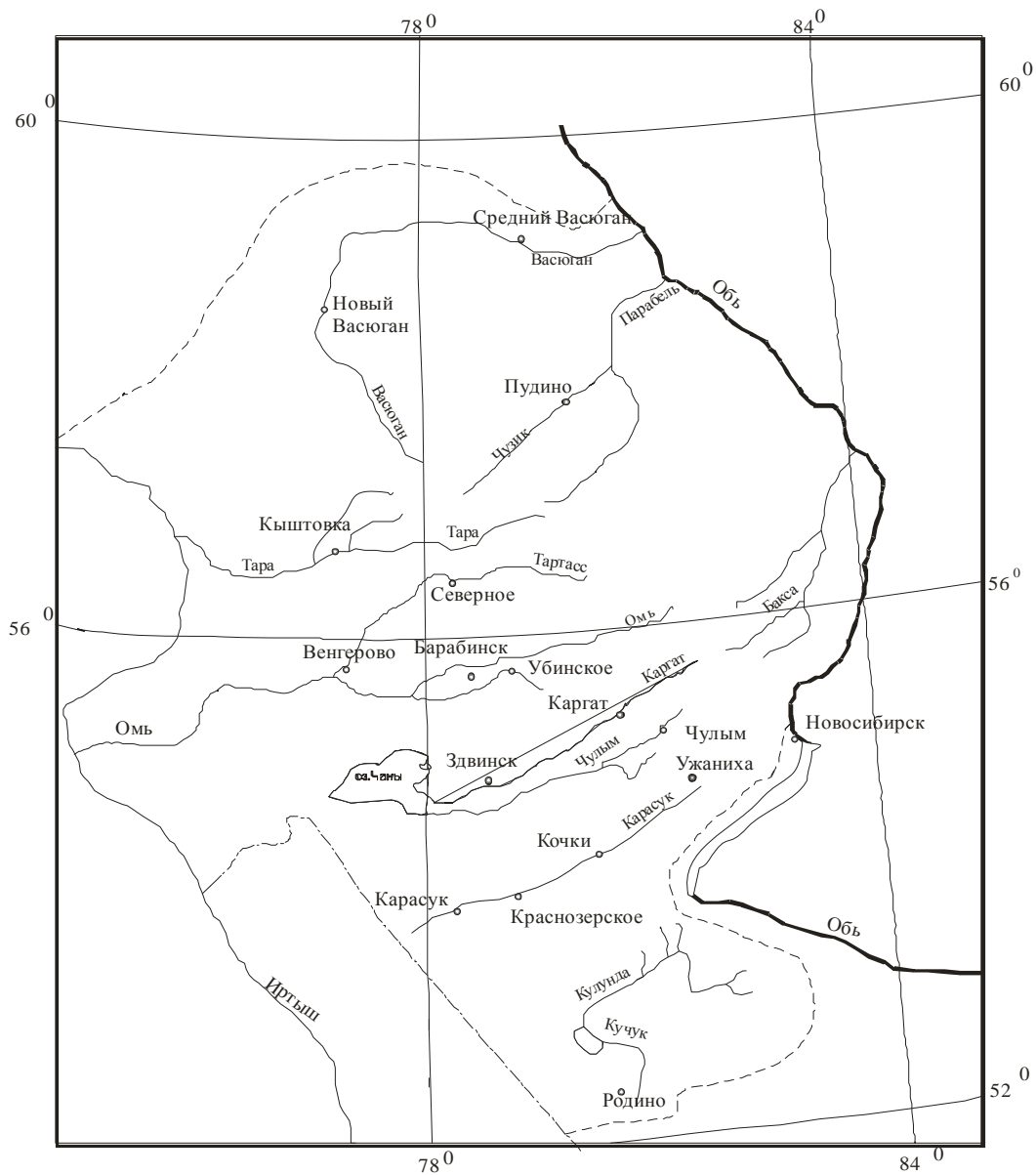


Рис. 1. Метеорологические станции в междуречье Оби и Иртыша.

Таблица 1. Характеристика метеорологических станций ландшафтных провинций Обь-Иртышского междуречья

Ландшафтная провинция	Метеостанция	Широта	Долгота	Высота, м	Период наблюдений	Число лет	Дискретность ряда
Васюганская	Средний Васюган*	59°13'	78°14'	75	1927-2006	79	Среднее месячное значение
	Новый Васюган	58°34'	76°30'	100	1966-2006	40	
	Пудино	57°34'	79°26'	100	1936-2006	70	
	Кыштовка	56°32'	76°38'	121	1936-2006	70	
Барабинская	Северное	56°19'	78°32'	130	1936-2006	70	
	Венгерovo	55°40'	76°44'	112	1933-2006	73	
	Барабинск*	55°21'	78°20'	129	1925-1932, 1934-2006	79	
	Убинское	55°17'	79°40'	140	1949-2006	57	
	Каргат	55°11'	80°17'	134	1931-1934, 1936-1941, 1948-2006	66	
	Чулым	55°05'	80°58'	140	1936-2006	70	
Верхнеобская	Здвинск	54°41'	78°40'	116	1936-2006	70	
	Ужаниха*	54°40'	81°01'	182	1936-2006	68	
Кулундинская	Кочки	54°19'	80°30'	165	1936-2006	70	
	Краснозерское*	53°58'	79°14'	160	1933-2006	73	
	Карасук*	53°43'	78°02'	110	1933-2006	73	
	Родино	52°29'	80°12'	160	1936-2006	70	

Примечание: \* - пункты аналоги в каждой ландшафтной провинции

### Методика анализа временных рядов

Для обработки данных использовался пакет программ Statistica: разделы Описательная статистика, Корреляция, Регрессия [http://www.statistica.ru]. При построении графиков для выявления тенденций изменения в качестве основных методов использовались сравнительный, линейных и кусочно-линейных трендов.

### Результаты анализа временных рядов

В работе анализируются изменения средних многолетних значений по основному периоду наблюдений за 1936-2006 гг. Вопрос осреднения данных с целью получения норм при изучении климата рассматривается во многих работах [Ойо и Афиесимама, 2000; Завалишин, 2000; Гуляева и Костюков, 2006]. До последнего времени, Всемирная метеорологическая организация (ВМО) рекомендовала использовать, как базовый, период 1951-1980 гг., но в связи с возросшей изменчивостью климата, за базовый период стали принимать 1961-1990 гг. В ходе работы проводится сравнительный анализ изменения средних многолетних значений основного периода по отношению к базовому. В связи с усилением глобального потепления климата во второй половине XX вв., и особенно в последние два десятилетия (на фоне перелома повторяемости форм циркуляции) анализировалась изменчивость атмосферных осадков в более короткие периоды – 1981-2006 и 1991-2006 гг.

Годовые суммы осадков (в результате осреднения за период 1936-2006 гг.) изменяются в пределах Обь-Иртышского междуречья от 580 мм в южной тайге (с. Средний Васюган) до 310 мм в степи (с. Родино) В их распределении проявляется одна из общегеографических закономерностей – зональность. Наряду с зональностью в пространственной структуре отмечаются региональные особенности, связанные, с одной стороны, преобладающими в регионе синоптическими процессами, а с другой – влиянием местных физико-географических факторов. В частности, увеличение годовой суммы осадков с запада на восток от 340 мм (г. Барабинск) до 405 мм (с. Ужаниха), отмечается в результате подъема воздуха и активизации фронтов на наветренных склонах Приобского плато [Попова и Розова, 1957; Сляднев, 1965].

Тенденции многолетних изменений атмосферных осадков определялись стандартным способом [Шторм, 1970] – путем расчета линейных трендов (рис.2), и анализа коэффициента уравнения линейного тренда (табл.2). Уровень значимости ( $\alpha=0,05$ ) коэффициента корреляции ( $r$ ) для периодов составляет: 1936-2006 гг.  $r = 0,23$ ; 1936-1980 гг.  $r = 0,27$ ; 1960-1991 гг.  $r = 0,35$ ; 1981-2006 гг.  $r = 0,38$ ; 1991-2006 гг.  $r = 0,48$ .

**Таблица 2.** Характеристика многолетней динамики осадков за год, холодный и теплый периоды за различные периоды осреднения в ландшафтных провинциях Обь-Иртышского междуречья

№ ландшафтной провинции*	Год														
	Периоды, гг.														
	1936-2006			1936-1980			1961-1990			1981-2006			1991-2006		
	Норма, мм	Стандартное отклонение	Коэффициент линейного тренда	Норма, мм	Стандартное отклонение	Коэффициент линейного тренда	Норма, мм	Стандартное отклонение	Коэффициент линейного тренда	Норма, мм	Стандартное отклонение	Коэффициент линейного тренда	Норма, мм	Стандартное отклонение	Коэффициент линейного тренда
1	496	64	-0,42	499	68	-1,19	480	52	-0,56	491	58	1,41	495	63	0,22
2	376	59	0,06	378	56	0,29	370	51	-0,15	374	66	1,22	384	54	-1,78
3	386	78	-0,32	387	78	-0,97	368	65	-0,74	382	77	1,29	396	77	-3,9
4	338	63	-0,14	341	62	1,06	344	59	-0,59	333	63	0,53	339	60	0,04
<i>Теплый период</i>															
1	374	61	-0,96	383	66	-1,77	356	46	-0,36	359	50	-0,11	357	48	-0,39
2	286	55	-0,54	293	53	-0,52	277	51	0,12	273	55	-0,2	276	54	-2,87
3	293	72	-0,72	300	74	-1,46	273	57	-0,68	282	70	0,48	292	71	-3,87
4	256	55	-0,25	262	53	0,18	252	50	-0,51	246	59	0,22	252	55	-1,07
<i>Холодный период</i>															
1	122	23	0,5	116	19	0,5	124	21	-0,20	132	24	1,52	138	25	0,61
2	90	27	0,5	85	25	0,8	93	24	0,27	101	27	1,42	108	29	1,09
3	93	26	0,4	87	26	0,6	95	26	-0,46	100	22	0,80	104	24	-0,03
4	82	24	0,3	79	25	0,8	92	24	-0,08	87	20	0,30	87	20	1,11

**Примечание:** \* - № провинций (пункты наблюдений): 1 – Васюганская (Средний Васюган, Новый Васюган, Пудино, Кыштовка, Северное), 2 – Барабинская (Барабинск, Каргат, Венгерovo, Убинское, Здвинск, Чулым), 3 – Верхнеобская (Ужаниха, Чулым, Кочки), 4 – Кулундинская (Краснозерское, Карасук, Кочки, Родино)

Количество атмосферных осадков за различные периоды осреднения (1936-2006, 1936-1980, 1961-1990, 1981-2006, 1991-2006 гг.) изменяются незначительно. Статистически значимые изменения получены для Васюганской провинции в теплом периоде за 1936-2006 и 1936-1980 гг., и в холодном периоде за 1936-2006, 1936-1980 и 1981-2006 гг. В остальных провинциях направленные изменения выявлены в холодном периоде: в Барабинской – за 1936-2006, 1936-1980 и 1981-2006 гг., в Верхнеобской и Кулундинской за 1936-2006, 1936-1980 гг. Сравнение

суммы осадков теплого периода за 1936-2006 гг. с базисным периодом 1961-1990 гг. показывает, что значимое уменьшение отмечается лишь на севере региона (Васюганская провинция, 18 мм). В период 1981-2006 гг., по сравнению с 1936-1980 в Васюганской и Барабинской провинциях наблюдается незначительный рост атмосферных осадков в холодный период на 16 мм (рис.2).

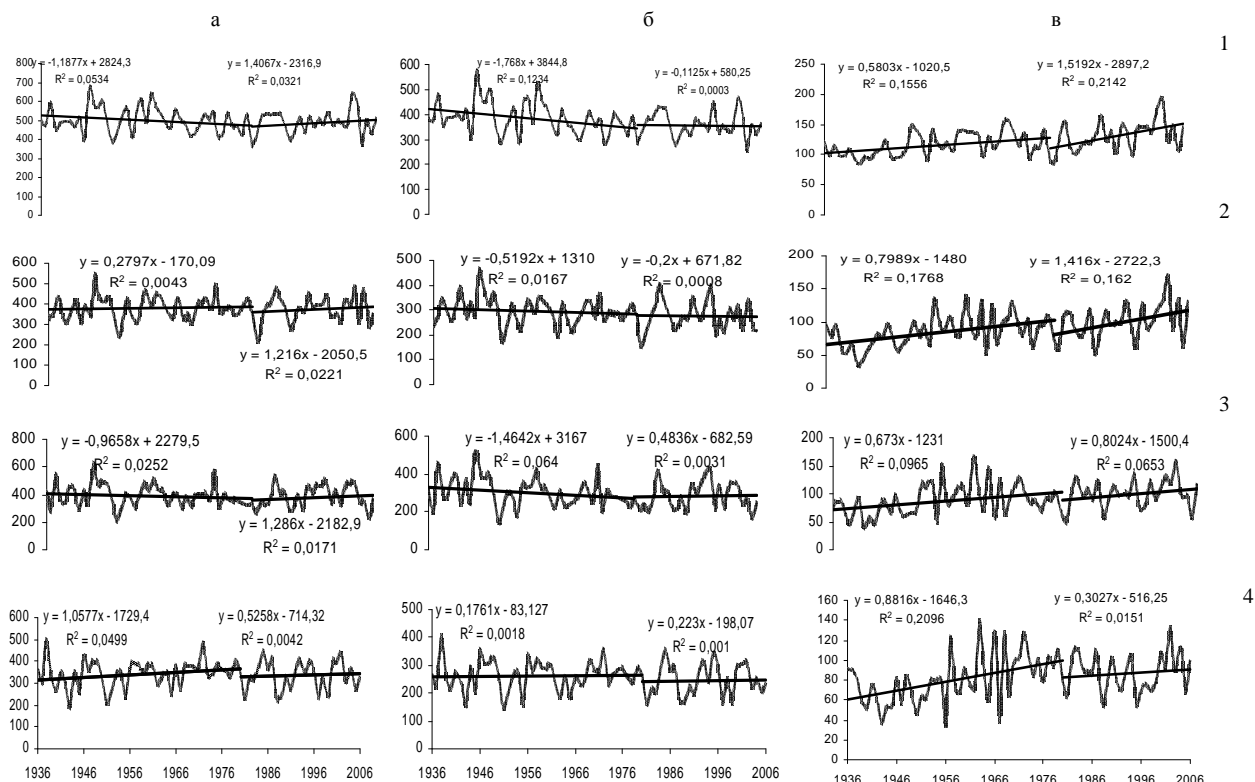


Рис. 2. Динамика и линейные тренды годовых сумм осадков (а), осадков теплого периода (б), осадков холодного периода (в) за периоды 1936-1980, 1981-2006 гг. в ландшафтных провинциях: 1 – Васюганская, 2 – Барабинская, 3 – Верхнеобская, 4 – Кулундинская.

Таким образом, средние многолетние значения годовых норм осадков во всех ландшафтных провинциях практически не изменились, в то же время произошло перераспределение сумм осадков теплого и холодного периодов. Начиная с 1981 гг. возрастают суммы осадков в холодное время года в Васюганской и Барабинской провинциях, а летом снижаются на севере Обь-Иртышского междуречья.

Об изменчивости климата, в том числе и осадков, можно судить по частоте повторяемости аномальных периодов увлажнения – избыточно влажных и сухих. С этой целью были созданы каталоги аномальных периодов по ландшафтным провинциям. Для отнесения года к той или иной группе, использовались критерии Г.В. Леоновой и Т.А. Богдановой [1975], согласно которым, год (и периоды года – теплый, холодный) относился к избыточно влажному, если сумма осадков превышала 120% средней многолетней нормы ( $\sum O \geq 120\%$ ), и к сухому, если сумма осадков составляла 80% и меньше средней многолетней нормы ( $\sum O \leq 80\%$ ). Аномалии осадков рассчитывались по отношению к норме вычисленной за весь исследуемый период – 1936-2006 гг.

В теплый период чаще наблюдаются отклонения сумм осадков в Верхнеобской и Кулундинской провинциях (соответственно 43-36 %). По сравнению с теплым периодом в холодном периоде повторяемость аномального увлажнения увеличивается повсеместно (табл.3).

Таблица 3. Повторяемость влажных ( $\sum O \geq 120\%$ ) и сухих ( $\sum O \leq 80\%$ ) периодов в ландшафтных провинциях Обь – Иртышского междуречья в апреле-октябре и ноябре- марте 1936 – 2006 гг.

№ Ландшафтной провинции	Теплый период (апрель-октябрь)						Холодный период (ноябрь-март)					
	$\sum O \geq 120\%$		$81 > \sum O < 119\%$		$\sum O \leq 80\%$		$\sum O \geq 120\%$		$81 > \sum O < 119\%$		$\sum O \leq 80\%$	
	Число случаев	%	Число случаев	%	Число случаев	%	Число случаев	%	Число случаев	%	Число случаев	%
1	9	13	54	75	8	12	8	12	51	71	12	17
2	9	13	51	72	10	15	16	23	35	47	19	28
3	14	20	41	57	16	23	16	23	36	51	18	26
4	11	16	46	64	14	20	18	26	35	49	17	25

Самым влажным повсеместно был 1946 г. Особенно много выпало осадков в Верхнеобской провинции, когда их количество превысило среднюю многолетнюю норму на 217 мм. Больше всего осадков выпало в теплом периоде

(почти две нормы). Самыми сухими были 1951 и 1988 гг. Меньше всего осадков выпало в 1951 г. в Верхнеобской провинции, годовая сумма осадков была ниже многолетней нормы на 174 мм, дефицит осадков отмечался как в теплый, так и в холодный периоды.

Длительное бездожде обусловило формирование обширных атмосферных засух в лесостепных и степных провинциях. Обычно под засухой понимают комплекс метеорологических и биологических явлений, обусловленных длительным и значительным недостатком осадков при высокой температуре воздуха в вегетационный период, когда за счет испарения с поверхности почвы и транспирации исчерпываются запасы влаги в почве и создаются неблагоприятные условия для произрастания сельскохозяйственных культур [Педь, 1975]. При нахождении индекса  $S_i$ , характеризующего засуху или избыточное увлажнение определенного района, учитывают аномалии температуры воздуха, атмосферные осадки и влажность почвы.

Индекс  $S_i$  позволяет характеризовать атмосферную засуху различной степени интенсивности [Гуляева и Костюков, 2003-2004]. Например, засухи средней и сильной степени интенсивности ( $S_i > 2$ ) отмечались в 1951, 1952, 1955, 1965, 1980, 1981, 1997, 1998 гг.

В годовом режиме осадков выражен максимум в теплый период, когда выпадает до 78% годовой суммы осадков.

Основная масса влаги на территорию Западной Сибири поступает в циклонах арктического фронта (58-72 %) [Попова, 1957]. В ноябре-марте роль циклонов арктического фронта в образовании атмосферных осадков возрастает, и они обеспечивают до 92% суммы осадков холодного периода. От 14 до 26% годовой суммы осадков обусловлена циклонами, образующимися на полярном фронте, их роль возрастает в южном направлении и в теплое время года. До половины летней суммы осадков связано с процессами на полярном фронте.

### **Связь с синоптическими процессами**

Все многообразие атмосферных процессов в первом естественном синоптическом районе (45° з.д. – 95° в.д.) северного полушария объединено в три формы циркуляции: западную (W), восточную (E), меридиональную (C) [Гирс, 1974].

Процессы западной формы циркуляции (W) отличаются наличием в тропосфере волн малой амплитуды и смещением барических образований с запада на восток. Циклоны проходят по северу рассматриваемой территории, антициклоны – по югу.

При развитии процессов восточной (E) и меридиональной (C) форм циркуляции в тропосфере образуются стационарные волны большой амплитуды, в результате наблюдается развитие меридиональных составляющих циркуляции. При процессах формы E развивается циклоническая циркуляция и формируется область избытка осадков над рассматриваемой территорией. В результате вторжения масс арктического воздуха над исследуемой территорией начинается понижение температуры воздуха. По западной периферии высотных гребней и восточной части ложбин в тропосфере и у земли формируется область отрицательной аномалии температуры и давления и область положительной аномалии осадков. По восточной периферии гребня и западной части ложбины у земли и на высотах формируется область с дефицитом осадков [Орлова, 1962].

В период активизации процессов формы C над рассматриваемой территорией формируется антициклональное барическое поле. Под восточной частью гребня и западной частью ложбины на высотах и у земли формируется область с положительной аномалией осадков, по западной периферии высотного гребня и восточной частью ложбины – область с дефицитом осадков.

За рассматриваемый период в среднем в течение года преобладают процессы формы E (168 дней). Эта же закономерность характерна как для теплого, так и для холодного периодов (99 и 69 дней соответственно). На основе анализа статистически значимых кусочно-линейных трендов (рис.3) можно отметить, что в период с 1936 по 1980 гг. повторяемость атмосферных процессов форм W и C уменьшалась, как в теплый период, так и холодный, начиная с 1981 г. наблюдается увеличение повторяемости этих форм циркуляции.

В период увеличения повторяемости форм W и C (1981-2006 гг.) отмечается рост осадков в холодный период года на всей территории Обь-Иртышского междуречья.

На основе парной корреляции осадков и форм циркуляции (W, E, C) установлено, что в теплый и холодный периоды наиболее тесные статистически значимые связи отмечаются в Васюганской и Барабинской ландшафтных провинциях (табл.4). В Васюганской провинции аномально влажные холодные периоды чаще формируются при активизации атмосферных процессов формы циркуляции W, аномально влажные теплые периоды – при развитии формы C. Сухие периоды в Васюганской провинции чаще формируются в холодный период, при развитии атмосферных процессов формы C. В Барабинской провинции дефицит осадков отмечается при активизации процессов формы W.

В остальных провинциях, как в теплый, так и в холодный периоды теснота связи уменьшается, что свидетельствует о более сложной природе атмосферных процессов, влияющих на формирование аномально влажных периодов.

В последнее время все большее внимание уделяется вопросу изменчивости тропосферной циркуляции Северного полушария и влияния переноса над Северной Атлантикой на многолетнюю изменчивость климатических характеристик на территории Западной Сибири.

Понятие «североатлантическое колебание» подразумевает изменение поля давления, и как следствие, интенсивности зонального переноса над внетропической зоной Северной Атлантики; его количественное выражение – индекс  $I_{NAO}$  – определяется как разность нормированных на стандартное отклонение аномалий

приземного давления между Исландией (Рейкьявик или Стиккисхоульмур) и Азорскими островами (Понта-Дельгада) либо югом Пиренейского полуострова (Гибралтар или Лиссабон) [Попова и Шмакин, 2003; Барашкова, 2002 и 2006 ].

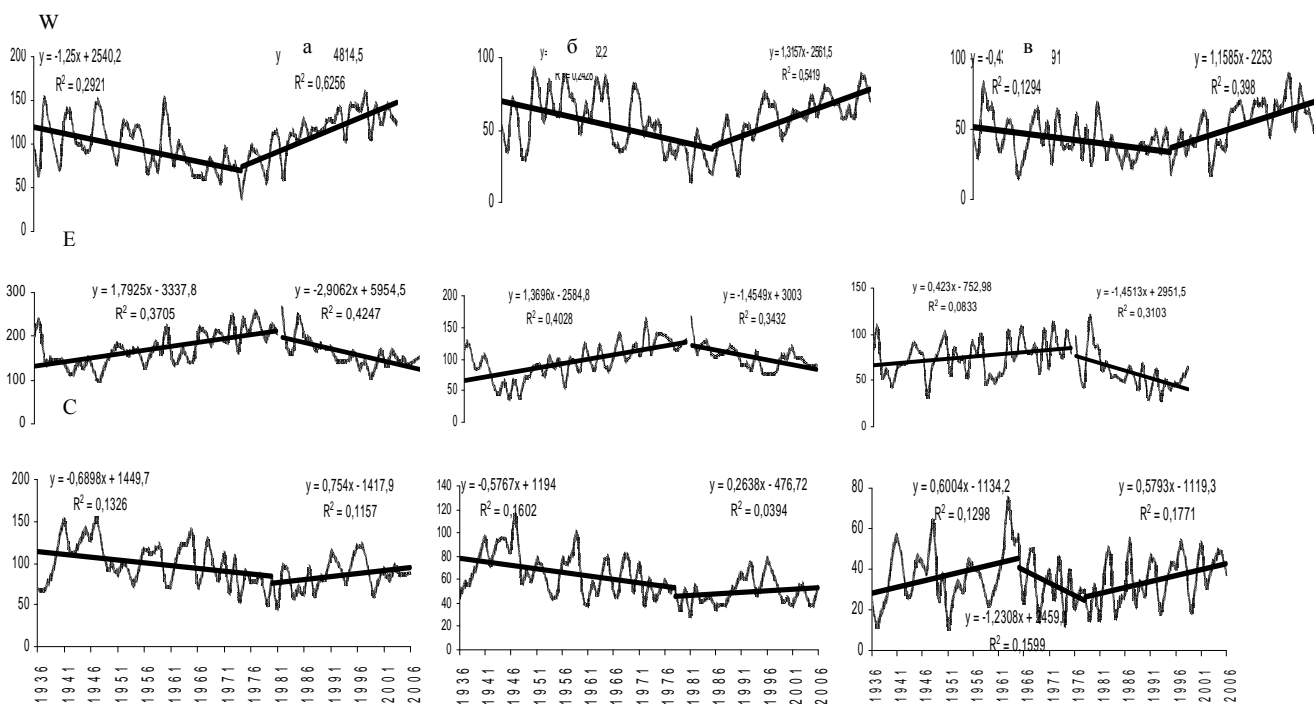


Рис.3. Повторяемость форм циркуляции W, E, C (дни) за периоды 1936-1980, 1981-2006 гг. и линейные тренды: а - год, б – теплый период, в – холодный период

Таблица 4. Матрица коэффициентов парной корреляции anomalно влажных и сухих периодов и форм циркуляции W, E, C за период 1936-2006 гг.\*

№ ландшафтной провинции	Форма циркуляции	Теплый период		Холодный период	
		$\sum O \geq 120\%$	$\sum O \leq 80\%$	$\sum O \geq 120\%$	$\sum O \leq 80\%$
1	W		-0,38	0,63	
	C	0,56			0,42
	E	-0,31		-0,63	
2	W		0,77		
	C		-0,53		
3	W	-0,33			
	E		0,32	-0,34	
4	C			0,28	
	E	-0,24			0,35

\*Примечание: при числе степеней свободы (m = 70) уровень значимости ( $\alpha=0,05$ ) коэффициента корреляции составляет 0,23

Многочисленные исследования североатлантического колебания и его вклада в климатическую изменчивость приводят к выводу о его первостепенной роли как механизма атмосферной циркуляции Северного полушария. Североатлантическое колебание в значительной степени определяет погоду (интенсивность и траектории циклонов, аномалии осадков и приземной температуры воздуха) в большинстве стран Европы и на акватории Северной Атлантики, поэтому тенденции климатических изменений в Европейском регионе невозможно правильно объяснить без этого индекса. Однако, как правило, изучение вклада NAO в изменчивость климатических параметров ограничивается зимним сезоном, когда их корреляция с  $I_{NAO}$  наиболее велика [Попова и Шмакин, 2003].

В качестве исходных данных использовались ряды среднемесячных значений  $I_{NAO}$  (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov>). На основе этих данных проанализирована повторяемость аномалий осадков при  $I_{NAO} > 0$ , рассчитаны поля коэффициентов корреляции между формами циркуляции, аномалиями осадков и  $I_{NAO} > 0$  и  $I_{NAO} < 0$  по месяцам для севера (Васюганской провинции) и юга (Кулундинской провинции) рассматриваемой территории за период 1950-2005 гг. Распределение коэффициентов корреляции между аномалиями осадков и  $I_{NAO} > 0$  и  $I_{NAO} < 0$  при развитии разных форм циркуляции в ландшафтных провинциях междуречья Оби и Иртыша значительно меняются от месяца к месяцу. Значимые коэффициенты корреляции между аномалиями осадков и индексом NAO выявлены лишь в отдельные месяцы, тем не менее, вклад этих месяцев в климатический режим может быть существенным.

Поскольку выпадение осадков связано с циклонической деятельностью над данным регионом была рассмотрена повторяемость выхода циклонов разного генезиса на рассматриваемую территорию за период 1976-2004 гг. [Горбатенко с соавт., 2007].

I - циклоны, смещающиеся с западной составляющей вдоль 60-65° с.ш. из центральных районов Европейской России к Восточно-Сибирскому плоскогорью;

II - западные циклоны, образующиеся на волне полярного фронта в районе Свердловска, Самары, Омска. Фронтальные разделы, расположенные в ложбине в широтном или юго-западном направлении, почти всегда имеют волны;

III - юго-западные циклоны, продвигающиеся из районов Каспийского и Аральского морей. С выходом этих циклонов термобарическое поле характеризуется развитием меридиональных процессов;

IV - северные циклоны, смещающиеся из северных районов Западной Сибири к югу или с запада на восток вдоль побережья Северного Ледовитого океана. Характерно быстрое смещение фронтов над рассматриваемой территорией;

V - южные циклоны, образующиеся в районе оз. Балхаш, в междуречье Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи, смещающиеся на северо-восток;

VI - местные циклоны, образующиеся в районе Обь-Иртышского междуречья;

VII - северные циклоны, смещающиеся из районов Кольского п-ва, севера европейской территории России и Северного Урала на юго-восток;

VIII - антициклоны с центром над Алтаем, Тувой, Монголией, смещающиеся с юго-востока на северо-запад России;

IX - антициклоны с центром над Арктикой (Новосибирские острова), перемещающиеся с севера от Арктики или с северо-востока от Новосибирских островов на юг;

X - антициклоны, двигающиеся с севера запада на юго-восток (гребень над Уралом, ложбина – над рассматриваемой территорией);

XI - антициклоны, выходящие с европейской территории России, с запада на восток;

XII - причерноморские антициклоны, образующиеся в районе Черного и Каспийского морей и перемещающиеся с юго-запада на северо-восток.

Количество осадков над рассматриваемой территорией увеличивается с выходом циклонов, образовавшихся в умеренных широтах северного полушария, причем более активным становится местный циклогенез в теплый период (табл. 5). Исключением являются циклоны, образовавшиеся в районе оз. Балхаш, в междуречье Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи, поскольку они сформированы более сухими воздушными массами, то их вклад в количество выпавших осадков невелик ( $r=0.44$ ) и находится в пределах статистической ошибки.

**Таблица 5.** Коэффициенты парной корреляции между аномалиями осадков и суммарным числом циклонов и антициклонов разного генезиса за период 1976-2004 гг. (по Горбатенко В.П. и др. [2007])

<i>Тип циклонического процесса</i>	<i>Аномалии осадков</i>	<i>Тип антициклонического процесса</i>	<i>Аномалии осадков</i>
I	0,68	VIII	0,51
II	0,68	IX	0,87
III	0,79	X	0,61
IV	0,90	XI	0,73
V	0,44	XII	0,69
VI	0,95		
VII	0,56		

**Примечание:** при числе степеней свободы ( $m = 28$ ) уровень значимости ( $\alpha = 0,05$ ) коэффициента корреляции составляет 0,35.

Основной вклад дают циклоны, которые приходят с юго-запада из районов Каспийского и Аральского морей ( $r = 0.79$ ), с севера Западной Сибири, смещающиеся к югу ( $r = 0.90$ ).

По мнению, Т.С. Ситниковой (1967), южные циклоны, смещающиеся с юго-запада из районов Каспийского и Аральского морей, чаще всего приходят на рассматриваемую территорию зимой – в декабре и январе (37%) и весной - в марте (28%).

Количество осадков уменьшается с усилением антициклональной деятельности, причем за счет антициклонов движущихся чаще всего с северо-востока от Новосибирских островов на юг, с Европейской территории России, с запада на восток, и с юго-запада на северо-восток из районов Черного и Каспийского морей ( $r=0.87-0.69$ ).

Выявленные особенности циркуляции атмосферы и наличие определенных связей с особенностями формирования аномальных периодов в ландшафтных провинциях Обь-Иртышского междуречья можно использовать как для понимания и объяснения тенденций современного регионального климата.

### **Выводы**

1. В ландшафтных провинциях междуречья Оби и Иртыша наибольшая повторяемость аномальных периодов увлажнения характерна для степных провинций.

2. Формирование экстремальных периодов (сухих и влажных) отмечается при развитии атмосферных процессов форм циркуляции W и C.
3. В период 1981-2006 гг. увеличение осадков в холодный период года в северных провинциях (Васюганской и Барабинской) отмечается на фоне роста повторяемости форм циркуляции W и C.
4. Увеличение количества осадков наблюдается за счет активизации выхода циклонов образовавшихся в умеренных широтах северного полушария, причем в теплое время года более активным становится местный циклогенез. Количество осадков уменьшается в связи с усилением антициклональной деятельности, особенно с активизацией антициклонов, смещающихся с северо-востока, с запада, и с юго-запада.

### Литература

- Барашкова Н. К. 2002 // География и природные ресурсы. №3. С. 64-68
- Барашкова Н. К. 2006 // Оптика атмосферы и океана. Т. 19. №1. С. 59-63.
- Батталов Ф. З. 1968. Многолетние колебания атмосферных осадков и вычисление норм осадков. Л.: Гидрометеиздат. 183 с.
- Борисова Е. И. 1975 // Тр. Гидрометцентра СССР. Вып. 166. С. 3-16.
- Бучинский И.Е. 1954 // Изв. ВГО. Т. 86, №2. С. 196-201.
- Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. 1978. Физическая география СССР. Азиатская часть. М.: Мысль. С. 188-234
- Гирс А.А. , 1974. Макроциркуляционный метод долгосрочных метеорологических прогнозов. Л.: Гидрометеиздат. 280 с.
- Горбатенко В.П., Ипполитов И.И., Поднебесных Н.В. 2007 // Метеорология и гидрология. №5. С. 28-36.
- Гуляева Н.В., Костюков В.В. 2003 // Метеорология и гидрология. №2. С. 97-102.
- Гуляева Н.В., Костюков В.В. 2004 // География и природные ресурсы. №4. С. 144-146.
- Гуляева Н.В., Костюков В.В. 2006 // Известия РАН, Серия Географическая. №6. С. 106-113.
- Густокашина Н.Н., Латышева И.В., Мордвинов В.И. 2004 // География и природные ресурсы. №1. С. 96-101.
- Дроздов О.А., Григорьева А.С. 1971. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР. Л.: Гидрометеиздат. 158 с.
- Завалишин Н.Н. 2000 // Тр. СибНИИГМИ. Вып. 103. С. 11-17.
- Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер.3. Многолетние данные. Вып.20. СПб: Гидрометеиздат, 1993. С.50-56
- Леонова Г.В., Богданова Т.А. 1975 // Тр. ГМЦ СССР. Вып. 166. С. 17-20.
- Ойо С.О., Афиесимама Е.А. 2000 // Бюл. ВМО. Т. 49. №3. С. 312-315.
- Орлова В.В. 1962. Западная Сибирь. Климат. Л.: Гидрометеиздат. 360 с.
- Педь Д.А. 1975 // Труды ГМЦ СССР. Вып. 156. С. 19-38.
- Попова К.И. 1957 // Труды Томского гос. ун-та. Вып. 147. С. 167-177.
- Попова К.И., Розова А.Д. 1957 // Доклады 7 научной конференции, посвященной 40-летию Великой Октябрьской социалистической революции. Т. 4. С. 80-81.
- Попова В.В., Шмакин А.Б. 2003 // Метеорология и гидрология. №5. С. 62-73.
- Ситникова Т.С. 1967 // Вопросы гидрометеорологии Сибири. Т. 1. Вып. 5. С. 81-88.
- Сляднев А.П. 1965 // География Западной Сибири. Т. 21. Вып. 1. С. 123-125.
- Хайруллин Л.Ш. 1990 // Тр. ЗапСибНИИГМИ. Вып. 91. С. 26 – 33.
- Шторм Р. , 1970. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества. М.:Мир. С. 344

## THE ANALYSIS OF TIME NUMBERS OF DEPOSITS OB-IRTYSH INTERFLUVES IN XX - BEGINNING XXI CENTURIES

*Litvinova O.S., Gulyaeva N.V.*

*According to the data obtained from 16 meteorological stations under the statistic analysis on monthly mean precipitation total during 1936-2006 there have been defined the main trends in precipitation variability in cold, warm and annual periods in landscapes of the Ob-Irtysh interfluves. There have been used data collected by A. P. Slyadnev land-climate zoning scheme based on zonal landscape boundaries determined by optimal conditions of humidity and heat supply. The catalogues of abnormally humid ( $\sum O \geq 120\%$ ) and dry ( $\sum \leq 80\%$ ) periods have been composed. Precipitation variability in different periods: 1936-2006, 1936-1980, 1961-1990, 1981-2006 and 1991-2006 has been analyzed. As a whole for the considered period 1936-2006, in comparison with the base period (1961-1990) during the warm period reduction of deposits only in the north of region (-18 mm) is established, during the cold period in the last 25 years (in comparison with 1936-1980) the insignificant increase in northern provinces is marked. The role of precipitation during different months in the formation of humid and dry periods in various landscapes has been also investigated. The correlation analysis has been conducted to define the role of G. Y. Wangenheim – A.A. Girs circulation forms in the formation of abnormal humidity periods. In landscape provinces interfluves Ob and Irtysh the greatest repeatability of the abnormal periods of humidifying is characteristic for steppe provinces. Formation of the extreme periods (dry and damp) is marked at development of atmospheric processes of forms of circulation W and C. In 1981-2006 the increase in deposits during the cold period of year in northern provinces (Vasjugansky and Barabinsk) is marked against growth of repeatability of forms of circulation W and C. The increase quantity of deposits is observed for the account activization of an exit of cyclones formed in moderate widths of the northern hemisphere, and in a warm season to become more active local cyclogenesis. The quantity of deposits decreases in connection with strengthening anticyclonic activity, especially with activation of the anticyclones displaced from the northeast, west, and southwest.*

**Key words:** anomalies of deposits, the atmospheric circulation.

Поступила в редакцию: 02.11.2009  
Переработанный вариант: 05.05.2010