



ВЛИЯНИЕ КОЛЕБАНИЙ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ВОЛГО-КАСПИЙСКОМ РЕГИОНЕ НА ПЕРИОД ДО 2017 г

П.И. Бухарицин¹, А.Н. Андреев²

¹Институт водных проблем РАН, Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия Тел.: +7 8512 716254

E-mail: astrgo@mail.ru

²Гидрометеорологический центр Каспийской флотилии, Астрахань, Россия

Аннотация

При разработке долгосрочного прогноза климатических изменений в северо-каспийском регионе использованы известные на сегодняшний день основные закономерности зависимости климата Земли от циклов солнечной активности и флуктуаций скорости вращения Земли под влиянием гравитационного взаимодействия Земли с Луной, Солнцем и планетами солнечной системы.

Введение

В работе Н.С. Сидоренкова [2] приводятся тесные связи флуктуации вращения Земли с колебаниями климатических характеристик. В период замедлений скорости вращения Земли повторяемость меридиональной формы атмосферной циркуляции (С) в первом секторе Северного полушария (от 50° з.д. до 80° в.д.) увеличивается, а зональной (W и E) уменьшается.

Уменьшаются массы льда в полярных областях и темпы роста глобальной температуры воздуха, общее количество облачности и осадков. Увеличивается средняя скорость ветра в приземном слое и испарение с поверхности суши и моря.

В 1973 г. Начался период ускоренного вращения Земли, который закончится в 2005-2010 гг. и наступит период замедленного вращения Земли, что приведет к началу новой климатической эпохи, которая продлится около 35 лет (до 2040-2045 гг.).

Влияние цикличности процессов солнечной активности на климат Земли установлено более двух веков назад и сейчас ни кем не оспаривается. Основные циклы солнечной активности следующие:

- 11-ти летние циклы (Швабе-Вольфа) определяются количеством пятен на Солнце. За цикл взят промежуток времени между двумя минимумами солнечных пятен. Продолжительность цикла от 7,3 до 17,1 года, в среднем 11,2 года (отсюда название «11-ти летние»). Начиная с 1755 г. каждый цикл имеет порядковый номер. В настоящее время продолжается 23 цикл (начался в 1996 г.);
- 22-летние циклы (Хойла). При переходе от одного 11-ти летнего цикла к другому меняется полярность головного и хвостового солнечных пятен в каждом полушарии Солнца, что позволило Хойлу выделить 22-летний цикл, состоящий из четного и нечетного 11-ти летних циклов;
- 80-летние («вековые») циклы установил А.Л. Ганский. В 1939 г. Глейсберг рассчитал продолжительность вековых циклов в 78 лет. Существование этих циклов подтвердил М.Н. Гневывшев;

• 190-летние циклы («индиктицион»). В 1948 г. Л.Л. Предтеченский установил цикл солнечной активности в 190 лет, который был назван индиктионом - возвращающимся, Д.А. Бонов рассчитал продолжительность индиктиона в 176 лет (8 циклов по 22 года).

Различия в магнитных свойствах четных и нечетных 11-ти летних циклов определяют различия их воздействия на климат Земли. С середины 2007 г. начнется новый 24-ый одиннадцатилетний цикл. Цикл четный. Его влияние на климатические характеристики проявятся в следующем:

- в периоды максимумов солнечной активности цикла атмосферное давление в арктической зоне будет понижаться, а в умеренных широтах повышаться;
- в максимумы солнечной активности будет усиливаться зональный тип циркуляции атмосферы;
- сильно развитые униполярные магнитные поля будут усиливать меридиональный тип атмосферной циркуляции в четный 11-летний цикл;
- обострение меридиональной циркуляции в средних широтах усилит температурные контрасты за счет вторжения арктического воздуха до широты 30-50° с.ш. и приведет к общему понижению температуры воздуха.

Примечание:

с учётом суммарной площади солнечных пятен в 11 -летнем цикле помимо основного выделяют еще три максимума активности:

- за 1-2 года до основного;
- через 1-2 года после основного;
- через 5 лет после основного.

Кроме того:

- униполярные магнитные поля на Солнце наиболее развиты на ветви спада и у минимума солнечной активности 11-летних циклов, что обуславливает наличие двух максимумов в атмосферных процессах, связанных с секторной структурой магнитных полей:

- при максимуме солнечной активности;
- незадолго до минимума солнечной активности.

Основной текст

Влияние солнечной активности на климатические характеристики носит региональный характер, усиливая атмосферные процессы в одних регионах и ослабляя в других. Изменение климата по побережью и акватории Северного Каспия имеют однонаправленный характер. Так, температурный режим по данным МС Астрахань, Тюлений, Кулалы, Ганюшкино, Атырау, Пешной, Форт-Шевченко за 1938-2003 гг. изменяется синхронно и синфазно. Периоды резкого изменения температуры воздуха наступают одновременно и имеют один тренд - повышение или понижение.

Имея данные наблюдений за температурой воздуха по МС Астрахань с 1836 г., можно выявить особенности температурного режима на протяжении с 8-го по 23-й одиннадцатилетний цикл солнечной активности и распространить их на весь северо-каспийский регион.

Выделен индиктион (1833-2007 гг.). Он состоит из двух вековых циклов (1833-1923 и 1924-2007 гг.) и из восьми 22-летних. Продолжительность цикла 175 лет (что соответствует расчетам Д.А. Бонова). Каждый вековой цикл состоит из восьми 11-ти летних. Продолжительность первого - 91 год, второго - 84 года.

Особенности температурного режима циклов солнечной активности следующие:

- средняя температура воздуха четного 11-летнего цикла холоднее нечетного, в паре составляющих 22-летний цикл Хойла, в среднем на 0,5°C;

- средняя температура холодного сезона года (ноябрь-март) четного цикла холоднее нечетного, в среднем на $0,9^{\circ}\text{C}$;
- средняя температура воздуха марта четного цикла на $0,8^{\circ}\text{C}$, февраля на $1,7^{\circ}\text{C}$, а декабря на $1,1^{\circ}\text{C}$ холоднее соответствующих температур нечетного цикла;
- средняя температура воздуха фазы спада солнечной активности четного 11-летнего цикла холоднее нечетного, в среднем на $1,0^{\circ}\text{C}$;
- наиболее низкую температуру на протяжении «векового» цикла солнечной активности имеет первый и третий 11-летние циклы; с пятого по восьмой 11-летние циклы температура воздуха повышается;
- средние температуры воздуха 22-летних циклов повышаются от первого к четвертому (в составе «векового»);
- средняя температура четных и нечетных 11-летних циклов, в составе «векового» повышается от первого к четвертому;
- наибольший рост температур воздуха в первом и четвертом 22-летних циклах ($0,6^{\circ}\text{C}$).

В целом, на протяжении «векового» цикла солнечной активности (80-90 лет) температурный режим развивается следующим образом: понижение температуры на протяжении первого и третьего 11-летних циклов ниже нормы ($9,6^{\circ}\text{C}$), с пятого по восьмой 11-летних циклов повышение температуры выше нормы.

Существенно различается температурный режим на разных фазах развития 11-летних циклов. На фазу спада солнечной активности приходится около 70% экстремально холодных и теплых лет (зимних сезонов). Повторяемость холодных лет в 3 раза чаще в четных 11-летних циклах, а повторяемость теплых лет (зимних сезонов) в 2 раза чаще в нечетных 11-летних циклах.

Новый, 24-ый четный одиннадцатилетний цикл солнечной активности начнется в середине 2007 г. и продлится до середины 2017 г. (прогноз). Общая продолжительность цикла составит $10,8 \pm 0,7$ лет. Основной максимум солнечной активности первой в половине 2011 г. Максимумы 5-6 летних циклов ожидаются на конец 2009 г. - начало 2010 г. и конец 2014 г. - начало 2015 г. (рис.1.).

Характерное для четных 11-ти летних циклов понижение атмосферного давления в полярных областях в периоды повышения солнечной активности приведет к смещению центра арктического антициклона к северо-востоку. Атлантические циклоны, формирующиеся во влажном морском воздухе, будут проходить севернее обычного, что приведет к уменьшению количества осадков в бассейнах Волги и Камы и уменьшению годового стока реки Волги в Каспийском море.

В северо-каспийском регионе увеличится антициклоничность климата под влиянием гребня Азорского и Сибирского антициклонов. Погода станет засушливее. Количество осадков уменьшится, особенно в осеннее - зимний период и весной. Континентальная арктическая воздушная масса, в которой формируется Сибирский антициклон, в результате интенсивного радиационного выхолаживания в зимний сезон года определит резкое понижение температуры воздуха.

Усиление меридиональной формы циркуляции атмосферы в периоды максимумов солнечной активности приведет к еще большему понижению температуры воздуха в осенний зимней сезон за счет вторжения арктического воздуха по нормальной полярной и ультра полярной осям.

Средняя годовая температура воздуха в 24-ом цикле составит около 9°C , что на $0,6^{\circ}$ ниже многолетней нормы и на $1,8^{\circ}\text{C}$ ниже, чем в 23-ом цикле (1996-2007г.г.). Понижение средне годовой температуры произойдет за счет резкого снижения температуры холодного сезона года (ноябрь-март) до $-3,0-3,5^{\circ}\text{C}$, что $0,7-1,2^{\circ}\text{C}$ ниже нормы и на $3,0-3,5^{\circ}\text{C}$ ниже, 1996-2007 г.г.

Таким образом, в предстоящие 11 лет (2007-2017г.г.), по Астраханской области и акватории Северного Каспия следует ожидать засушливую, с холодными зимами и

сильными восточными ветрами, погоду. Общее снижение количества осадков по Волго-Камскому бассейну приведет к уменьшению объемов годового стока реки Волги, к низким весенним полноводьям, уменьшению до критических значений глубин в летнюю и зимнюю межень, снижению уровня Каспийского моря. Увеличится продолжительность ледостава в дельте Волги и на Северном Каспии. Продолжительность зимы, вместо привычных за последние 20 лет 80-100 дней, увеличится до 100-120, а в отдельные годы до 120-140 дней. Исходя из имеющегося прогноза солнечной активности на 24-ый цикл и особенностей распределения температурного режима четного 11-ти летнего цикла можно предположить, что холоднее нормы будут зимнее сезоны 2008/2009, 2009/2010, 2010/2011, 2012/2013, 2013/2014, 2015/2016 годов. Очень суровыми, продолжительностью 4,5-5,0 месяцев, следует ожидать зимние сезоны 2008/2009, 2012/2013, 2013/2014 и 2015/2016 годов.

Распределение холодных и теплых зим на протяжении 24 цикла солнечной активности показаны на рисунке 1.

Характеристика зим

Подсчитана повторяемость «очень суровых» и «суровых» зим за период 1924-2006гг. Было зарегистрировано 8 «очень суровых» зим (10%), 9 «суровых» (11%) и 65 - остальные зимы (79%). Таким образом, повторяемость ОС зим составила за весь период наблюдений 1 раз в 10 лет, С зим – 1 раз в 5 лет [1].

В последнее время в низовьях Волги и на Каспийском море происходила существенная перестройка климатических процессов. Сказалась она и на повторяемости суровых зим. Очень суровая (ОС) зима последний раз наблюдалась в зимний сезон 1968/1969гг. В последующие 37 лет «очень суровых», и даже «суровых» зим в низовьях Волги и на Северном Каспии не наблюдалось (табл.1).

Таблица 1: Сумма среднесуточных отрицательных температур воздуха за зиму по Астрахани (с 1984 по 2010 гг.)

Годы	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	Сумма
1984-1985	с 01.11 -50,6	-224,4	-172,0	-178,7	до 21.03 -99,5	-725,2
1985-1986	с 18.11 -31,5	-89,8	-71,1	-153,3	до 25.03 -32,6	-378,3
1986-1987	с 15.11 -37,2	-81,2	-253,3	-187,3	до 29.03 -102,0	-661,0
1987-1988	с 11.11 -28,3	-86,4	-206,4	-223,8	до 11.03 -5,8	-550,7
1988- 1989	с 03.11 -15,7	-60,3	-76,6	до 20.02 -41,8	-	-194,4
1989-1990	с 19.11 -9,5	-49,5	-120,5	-98,3	до 16.03 -1,3	-279,1
1990-1991	-	с 10.12 -93,6	-108,6	-162,9	до 11.03 -24,4	-389,5
1991-1992	с 02.11 -7,6	-111,7	-92,6	-86,6	до 17.03 -13,1	-311,6
1992-1993	с 26.11 -3,0	-122,1	-113,9	-139,7	до 16.03 -52,8	-431,5
1993-1994	с 08.11 -209,2	-116,6	-113,6	-149,7	до 15.03 -53,8	642,5
1994-1995	с 06.11 -30,9	-147,8	-29,2	-14,4	до 17.03 -26,6	-248,9
1995-1996	с 14.11 -1,4	-121,4	-228,3	-134,0	до 29.03 -31,6	-516,7
1996-1997	-	-100,8	-205,2	-133,0	до 8.03 -0,8	-439,8
1997-1998	с 06.11 -17,7	-140,8	-198,5	-201,6	до 26.03 -9,7	-568,3
1998-1999	с 10.11 -59,5	-88,4	-70,2	-31,1	-3,9	-253,1
1999-2000	с 08.11 -95,8	-17,1	-27,8	-12,0	-	-152,7
2000-2001	с 11.11 -21,8	-41,6	-88,8	-68,6	-2,8	-223,6

2001-2002	с 06.11 -3,7	-117,6	-61,7	-13,0	-	-196,0
2002-2003	-11,6	-289,3	-74,5	-155,5	-29,1	-560
2003-2004	-	с 02.12 -21,0	-58,7	до 22.02 -18,7	-	-98,4
2004-2005	с 23.11 -18,5	-7,7	-35,9	-116,5	-	178,6
2005-2006	-	с 22.12 -10,9	-346,7	-129,1	-	-486,7
2006-2007	с 19.11 -34,9	-37,1	-7,9	-84,7	-1,4 по 17.03	-166,0
2007-2008	с 7.11 -28,7	-100,3	-274,9	-141,0 по 22.02	-	-544,9
2008-2009	-	с 14.12 -142,3	-1,3	-60,0	-13,5	-217,1
2009-2010		с 15.12		по 19.02		-407,7 умеренн.

Толщина льда

Максимальной толщины ровный лёд естественного нарастания на Северном Каспии достигает в январе — феврале и даже в очень суровые зимы, как правило, не превышает 60 см в северо-западной части моря, и 90 см в северо-восточной (табл. 2.).

Таблица 2: Абсолютные максимумы толщины льда по пунктам дельты Волги и Северного Каспия, см

Пункт	Декабрь			Январь			Февраль			Март	
	1-я декада	2-я декада	3-я декада	1-я декада	2-я декада	3-я декада	1-я декада	2-я декада	3-я декада	1-я декада	2-я декада
Астрахань	32	42	46	49	47	52	60	64	64	62	60
Икряное	19	37	40	41	44	55	66	71	71	67	63
Оля	19	27	29	32	35	45	52	55	55	46	35
о.Искусственный	15	20	21	28	38	49	52	55	55	47	36
о.Тюлений	20	20	20	20	40	45	50	52	50	50	43
о.Чистая Банка	17	22	26	28	42	56	69	70	68	67	59
о.Укатный	28	36	43	46	47	53	53	54	56	60	60
о.З.В Шалыга	35	47	58	61	64	64	64	64	70	74	72
о.Б. Пешной	35	41	60	75	64	72	75	78	75	70	69
Жилая Коса	25	45	60	66	70	73	83	86	88	90	89
о.Кулалы	16	23	26	29	34	46	46	55	56	57	54

Выводы

Столь значительные прогнозируемые изменения климатических и гидрологических условий, безусловно, негативно скажутся на деятельности всех, без исключения, отраслей народного хозяйства не только Астрахани, Астраханской области, но и всего северо-каспийского региона. Это приведет к значительным дополнительным материальным затратам как в теплые, так и в холодные сезоны рассматриваемого периода.

Усиление аридности климата региона отразится на сельском хозяйстве, водном транспорте, затронет рыбную отрасль. В летние месяцы будет происходить интенсивное цветение воды в водоемах Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги. От недостатка воды будет происходить массовое пересыхание малых и средних водотоков в пойме и дельте Волги. Особенно этому будут подвержены водоемы района ЗПИ.

Потребуется выполнение дополнительных объемов дноуглубительных, мелиоративных работ, а, возможно, и реконструкции многих существующих прибрежных морских и речных гидротехнических сооружений и объектов. Резко

возрастут расходы жилищно-коммунального комплекса на обеспечение водой населения, особенно в периоды летне-осенней межени, и на отопление жилых, служебных и производственных помещений в холодные сезоны. Значительно возрастет потребление электрической и тепловой энергии, различных видов топлива.

Понижение уровня Каспийского моря в первую очередь скажется на его мелководной, северной части. В летние, жаркие сезоны это приведет к интенсивному прогреву и испарению воды с обширных мелководий Северного Каспия, возрастанию солености морской воды до опасных значений, возникновению обширных зон с гипоксией.

В холодные сезоны, в результате пониженной теплоемкости мелководий под воздействием низких температур и интенсивного волнового перемешивания в начальный период ледообразования, на Северном Каспии будет образовываться мощный ледяной покров, толщина которого к середине зимы будет достигать своих максимальных, многолетних значений (табл. 2). В связи с падением уровня Каспия и уменьшением глубин в мелководной северной части моря резко возрастет интенсивность процессов торошения льда. Особую угрозу будут представлять сплоченные плавучие льды, выносимые ветром и течениями в глубоководную, среднюю часть моря и дрейфующие вдоль берегов на юг. Дно моря практически повсеместно на всей акватории Северного Каспия будет подвержено выпахивающему воздействию тяжелых дрейфующих льдов. Возрастет повторяемость и интенсивность опасных сгонов воды, что будет приводить к массовой гибели рыб, особенно в зимние месяцы подо льдом и весной, во время ее концентрации на нерест.

Список используемой литературы

1. Бухарицин П.И. Опасные гидрологические явления на Северном Каспии // Водные ресурсы, Том 21, №№ 4-5, 1994. С. 444-452.
2. Сидоренков Н.С. Приливы дирижируют погодой. // «Земля и Вселенная» №5, 2003.