

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

А.Н. Бармин, М.М. Иолин

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА БИОЦЕНОЗЫ ДЕЛЬТЫ Р. ВОЛГИ

Исследования ведущих климатологов многолетних изменений приземной температуры воздуха показывают, что существует достаточно определенная тенденция, прослеживающаяся на протяжении 400 лет, к постепенному ее повышению [1].

Современное потепление у поверхности земли многие исследователи (М.И. Будыко, Е.П. Борисенков) считают антропогенным и связывают его с увеличением содержания парниковых газов в атмосфере. Современное потепление проходит за счет роста зимней температуры воздуха, это свидетельствует в пользу антропогенного потепления, так как парниковый эффект обычно действует ночью.

По прогнозу ведущих климатологов мира, наблюдавшееся потепление, наиболее заметно проявившиеся в зимние месяцы, продлится с той же скоростью до 2040-2045 гг. Ис-

следования состояния климата в последние десятилетия позволяют утверждать, что глобальное антропогенное потепление ускоряется.

Значительные положительные отклонения температуры воздуха и осадков от многолетних значений в Астраханском регионе связаны с аномальным развитием западной формы атмосферной циркуляции, при которой в последние 30 лет влажные и теплые воздушные массы с Атлантики влияют на погоду Нижней Волги. За период наблюдений 1922-2006 гг. произошло заметное увеличение годовых осадков по Астрахани от 180 мм (1946-1955 гг.) до 230 мм (1983-1992 гг.) и 250 мм (1997-2006 гг.), что больше климатической нормы на 47 мм [2].

Среднегодовая температура за последние 30 лет возросла на 0,6°C. Причем этот рост произошел в основном за счет зимних температур (табл. 1).

Таблица 1

Климатические показатели по данным гидрометеорологической станции г. Астрахани

Годы	Средняя сумма осадков за период с $t > 10^{\circ}\text{C}$, мм	Средняя сумма температур за период с $t > 10^{\circ}\text{C}$, мм	Гидротермический коэффициент по Г.Т. Селянинову	Среднегодовая сумма осадков, мм	Среднегодовая температура
1946-1955	89,5	3626	0,25	179	9,5
1956-1972	99,5	3584	0,28	189	9,7
1973-1982	118,6	3606	0,33	208	9,9
1983-1992	143,9	3736	0,39	235	10,2
1993-2006	155,3	3698	0,42	250	10,5

Увеличение осадков повлияло и на водность р. Волги. В результате анализа многолетних колебаний стока Волги установлено, что с середины 70-х гг. практически по всем гидрометрическим створам наблюдаются однонаправленные и значимые изменения во внутригодовом распределении стока, которые ранее не отмечались. Они связаны с увеличением водности в меженные месяцы (летние и зимние), снижением стока весеннего половодья и увеличением годового стока в бассейне самой Волги и ее основных притоков. За период 1978-2006

гг. увеличение меженного стока в целом достигает 20-40 % от нормы.

Средний многолетний сток Волги составляет 250-300 км³. За инструментальный период наблюдений с 1881 г. максимальная его величина составила 390 куб. км (1926 г.), минимальная – 161 куб. км (1937 г.). За условно естественный период 1946-1959 гг. объем стока составлял в среднем за год 260 куб. км. В первый период зарегулированного стока (1960-1973 гг.) он уменьшился до 228 куб. км, а в следующий период (1974-1987 гг.) годовой сток возрос, а его объем во втором квартале

еще более уменьшился. И, начиная с 90-х годов (1988-2007 гг.), объем стока возрос до 265 куб. км. Возросший сток Волги вызвал подъем Каспийского моря более чем на 2 м (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика гидрологических условий р. Волги

Годы	Объем стока в створе Волгоградской ГЭС, куб. км за год	Объем стока в створе Волгоградской ГЭС, куб. км за 2-й квартал	Доля весенне-го половодья, %	Максимальные уровни воды по рейке водомерного поста Астрахань, (см)
1946-1959	260	141	54	240
1960-1973	228	102	45	251
1974-1987	248	96	39	252
1988-2007	265	116	44	333

Высота подъема полых вод после зарегулирования стока резко уменьшилась, но в последние периоды значительно возросла - до 333 см (1988-2007 гг.) по рейке водомерного поста г. Астрахани.

Изменения климата и увеличение водного стока привело к динамическим изменениям биоценозов в дельте р. Волги и в первую очередь к динамике почвенно-растительного покрова.

Ниже приводятся данные о результатах мониторинговых исследований, которые проводятся в дельте р. Волги на стационарном профиле с 1979 г. Данные этих исследований за последние годы опубликованы [3, 4, 5, 6, 7].

Сопоставления ионного состава водных вытяжек из почвенных образцов за наблюдаемый период показало, что от начала наблюдений в 1979 г. и после 1981 г. произошло резкое уменьшение содержания водорастворимых солей на 30%, особенно токсичных ионов Cl и Na. С 90-х годов по настоящее время общее количество солей флукутировало в нешироких пределах, вызванное прежде всего объемом весенне-летних половодий (табл. 3).

В целом по результатам анализов с 1979 по 2006 гг. по 126 почвенным образцам отношение Cl/SO₄ уменьшилось в 2 раза, с 0,6 до 0,3. Если судить по суммарному эффекту токсичных ионов в эквивалентах хлор-иона, то средняя токсичность почвенного раствора на профиле с 1979 к 2006 г. уменьшилась в 2 раза, особенно этот процесс выражен на площадках, представленных на лугах низкого (1,2 м и ниже над меженью) и высокого уровней (2,5 и более) – в 2,4 раза.

На лугах низкого уровня общее количество солей постоянно уменьшалось от 1979 к 2002 г., а затем в 2006 г. произошло небольшое увеличение, которое связано с тем, что половодье в 2006 году было значительно меньше по сравнению с предыдущими годами (76 куб. км), в связи с этим многие участки лугов низкого уровня были затоплены на непродолжительный период и токсичные соли не были вымыты. Токсичность почвенного раствора увеличилась в 2 раза по сравнению с 2002 г., но по сравнению с началом наблюдений она уменьшилась в 2,5 раза.

На лугах среднего уровня в интервале высот (1,3-1,8 м и 1,9-2,4 м) общее количество солей флукутировало, то повышаясь, то уменьшаясь, но при этом и отношение Cl/SO₄, и токсичность почвенного раствора были меньше по сравнению с началом наблюдений в 1,4 раза.

На высотах 2,5 м и более (луга высокого уровня) содержание солей флукутировало, но в 2006 г. достигло наименьших значений, также как и отношение Cl/SO₄, токсичность почвенного раствора осталась на прежнем уровне.

Если на лугах низкого уровня уменьшение общего количества солей можно приписать промывному эффекту весенне-летних половодий, то уменьшение солей на лугах высокого уровня можно объяснить увеличением количества осадков, которые фиксируются в последнее время (2006 г. – за период отрастания трав на лугах количество осадков превысило норму в 10 раз).

Таблица 3

Содержание ионов водорастворимых солей в слое почвы 0-15 см в различных интервалах высот профиля над меженью, мг-экв. на 100 г почвы (126 точек)

Годы	HCO-3	Cl-	SO2-4	Ca2+	Mg2+	Na+	T	Сумма
1979	0,20	4,82	7,49	4,75	3,35	4,41	5,41	25,02
1980	0,22	5,06	7,36	5,13	3,07	4,44	5,55	25,28
1981	0,26	3,60	5,51	3,46	3,14	2,77	4,06	18,74
1990	0,29	1,38	6,75	3,31	2,85	2,26	2,13	16,84
1991	0,32	1,27	6,26	3,45	2,26	2,14	1,90	15,70
1995	0,16	1,46	4,85	3,16	1,95	1,36	1,83	12,94
1996	0,15	0,70	7,10	4,80	2,50	0,65	1,19	15,90
2002	0,39	0,61	4,04	2,41	0,96	1,67	1,01	10,08
2006	0,37	1,58	6,78	3,88	2,28	2,57	2,23	17,46
1.3-1.8 м –54 площадки								
1979	0,26	8,53	14,20	7,30	7,02	8,68	9,96	46,00
1980	0,31	7,90	13,88	7,12	6,43	8,54	9,31	44,18
1981	0,32	6,00	11,84	5,94	6,08	6,14	7,24	36,32
1990	0,35	2,55	11,70	5,29	4,70	4,61	3,90	29,20
1991	0,27	2,30	10,82	6,16	4,10	3,13	3,29	26,78
1995	0,24	3,72	11,02	5,22	5,26	4,50	4,93	29,96
1996	0,14	2,60	17,75	7,70	8,70	4,09	4,64	40,98
2002	0,40	3,99	12,15	7,68	3,28	5,59	4,90	33,12
2006	0,44	4,9	14,78	7,98	5,75	6,28	6,35	40,13
1.9-2.4 м –34 площадки								
1979	0,33	2,90	11,90	6,36	5,06	3,73	4,07	30,28
1980	0,36	5,48	12,06	6,29	5,23	6,39	6,71	35,82
1981	0,34	2,59	9,81	5,87	4,12	2,75	3,45	25,48
1990	0,23	3,05	11,20	6,04	4,68	3,76	4,11	28,96
1991	0,29	2,99	11,10	6,43	4,24	3,70	3,98	28,75
1995	0,23	3,58	10,82	5,30	5,41	3,92	4,73	29,26
1996	0,15	2,90	15,60	7,30	8,00	3,35	4,59	37,30
2002	0,32	3,08	9,54	5,51	2,54	4,89	3,95	25,91
2006	0,41	1,80	11,54	6,30	3,60	3,90	2,93	27,53
2.5 м и более – 11 площадок								
1979	0,39	6,49	7,98	5,75	3,64	5,47	7,01	29,42
1980	0,50	5,10	7,98	4,38	3,38	5,82	5,92	27,16
1981	0,42	5,24	6,44	4,26	3,52	4,32	5,76	24,20
1990	0,35	4,24	7,81	4,60	3,11	4,69	4,95	24,80
1991	0,30	6,96	10,25	5,57	5,00	6,94	7,95	35,02
1995	0,24	4,91	7,63	3,80	4,23	4,75	5,72	25,56
1996	0,16	3,30	10,60	5,13	5,31	3,62	4,43	28,12
2002	0,47	2,00	7,18	3,95	2,15	3,55	2,74	19,30
2006	0,38	2,4	6,61	3,45	2,11	3,74	3,11	18,70

Увеличение увлажнения в дельте р. Волги повлияло и на продуктивность фитоценозов.

В сравнении с 1982 г. общая надземная масса к 2006 г. увеличилась на всех высотных отметках (табл. 4).

Таблица 4

Величина средней общей надземной массы травостоя, г/м²

Интервалы высот	1982 г.	1991 г.	1996 г.	2001 г.	2006 г.
1,2 м и ниже	720,9	1014,5	964,2	1491,9	1779,4
1,3 – 1,8 м	351,3	368,7	236,3	1147,2	688,4
1,8-2,4 м	255,5	343,9	223,2	757,2	885,0
2,5 м и выше	232,6	480,0	272,4	625,2	472,4

Особенно большое увеличение продуктивности отмечено на высотах 1,2 и ниже (луга низкого уровня) в 2,5 раза. Эти участки стали затапливаться на более длительные периоды, и на них произошло общее уменьшение содержания солей, что индуцирует *Crypsis schoenoides*, уменьшивший общую массу с 1982 по 2006 гг. в 11 раз, а это вызвало перемещение растений гликофитов на ранее засоленные экотопы.

На высотах 1,3-1,8 м над меженью происходит увеличение биомассы, за исследуемые годы, кроме 1996 и 2006 гг. которые были наименьшими по объему половодий (64 и 72 куб. км), и это сказалось на уменьшении продуктивности растительности.

На высотах 1,9 -2,4 м и 2,5 и выше (луга высокого уровня), которые затапливаются 1 раз в 9-10 лет, в 2006 г. по сравнению с 1982 г. произошло увеличение продуктивности в 2-2,5 раза, но за счет увеличения количества осадков.

Из 17 видов растений, которые выделялись при разборке укосов, надземная масса к 2006 году по сравнению с 1982 годом возросла у 11 видов и у 6 видов уменьшилась (табл. 5).

Особенно направленное увеличение массы произошло у крупных растений, отрицательно реагирующих на выпас и сенокосение, таких как *Typha angustifolia*, *Pragmites australis*, *Glycyrriza glabra*, в 8, 49 и 83 раза соответственно.

Таблица 5

Средний вес надземной массы растений, на 126 точках профиля, г/м²

№	Название растений	1982 г.	1991 г.	1996 г.	2001 г.	2006 г.
1	<i>Typha angustifolia</i>	3,1	36,7	39,6	41,4	23,4
2	<i>Bolboschoenus maritimus</i>	2,7	16,6	9,4	15,8	9,7
3	<i>Eleocharis palustris</i>	3,4	6,6	3,5	14,0	8,2
4	<i>Petrosimonia oppositifolia</i>	0,7	6,1	0,6	3,1	1,1
5	<i>Litrum virgatum</i>	0,2	1,4	0,5	2,7	0,8
6	<i>Aeluropus pungens</i>	10,1	5,7	5,2	9,3	6,0
7	<i>Phalaroides arundinacea</i>	10,0	2,9	1,8	7,5	25,1
8	<i>Crypsis schoenoides</i>	5,5	1,3	0,3	0,2	0,3
9	<i>Elytrigia repens</i>	3,6	0,2	1,6	3,1	15,3
10	<i>Inula britannica</i>	2,2	0,1	0,3	0,1	0,2
11	<i>Althaca officinalis</i>	1,7	1,2	2,9	3,4	0,2
12	<i>Suaeda confuse</i>	0,1	0,4	2,2	0,3	0,1
13	<i>Rubia tatarica</i>	1,8	1,5	0,5	0,4	4,8
14	<i>Pragmites australis</i>	1,4	1,1	3,7	15,6	68,6
15	<i>Hierochloe repens</i>	5,4	3,8	3,4	6,5	4,6
16	<i>Glycyrriza glabra</i>	0,6	2,9	4,1	20,0	49,5
17	<i>Atriplex prostrata</i>	1,5	2,6	2,2	0,6	0,1
18	Общая масса	394,3	510,1	368,1	945,0	947,7

После резкого уменьшения представленности к 1991-1996 гг. злака *Phalaroides arundinacea* и *Elytrigia repens* в 2001 году произошло восстановление представленности до значений 1982 года и увеличение в 2,5 раза в 2006 г., что улучшило качество сенокосов в дельте.

Изменения климата в последние десятилетия привели к увеличению среднегодовых температур, росту годового количества осадков и увеличению водности рек, в том числе и р. Волги. Это привело к сукцессионным изменениям в почвенно-растительном покрове низовой Волги. На лугах низкого уровня произошло

уменьшение токсичности почвенного раствора и смена более токсичного хлоридного засоления на сульфатное, что привело к формированию монодоминантных сообществ с *Typha angustifolia* и росту надземной массы от 5 до 8 раз. На лугах среднего уровня произошло увеличение общего содержания солей с уменьшением токсичности почвенного раствора в почве, что также привело к увеличению биомассы, особенно в многоводные годы. На лугах высокого уровня наблюдается увеличение биомассы в связи с увеличением осадков в период вегетации.

Библиографический список

1. Клиге, Р.К. Влияние геодинамики на современный климат и водные ресурсы бассейна Волги [Текст] / Р.К. Клиге // Водные ресурсы Волги: настоящее и будущее, проблемы управления: мат. Всеросс. науч.-практич конф. – Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2007. – С. 140–142.
2. Вознесенская, Л.М. Изменение климата в Астраханской области в XX – начале XXI в. и его природные последствия [Текст] / Л.М. Вознесенская // Водные ресурсы Волги: настоящее и будущее, проблемы управления: мат. Всеросс. науч.-практич. конф. – Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2007. – С. 58–61.
3. Бармин, А.Н. Динамика травянистой растительности дельты р. Волги в условиях возросшего водного стока [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.Н. Бармин. – Воронеж, 1993. – 16 с.
4. Голуб, В.Б. Оценка изменений растительности средней части дельты р. Волги [Текст] / В.Б. Голуб, А.Н. Бармин // Бот. журн. – 1994. – Т. 79. – № 10. – С. 84–90.
5. Голуб, В.Б. Некоторые аспекты динамики почвенно-растительного покрова дельты р. Волги [Текст] / В.Б. Голуб, А.Н. Бармин // Экология. – 1995. – № 2. – С. 156–159.
6. Голуб, В.Б. Дополнительные итоги многолетних наблюдений на стационарном профиле в дельте р. Волги [Текст] / В.Б. Голуб, А.Н. Бармин // Экологические проблемы бассейнов крупных рек – 2. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 1998. – С. 56–59.
7. Иолин, М.М. Динамика экологических характеристик почвенно-растительного покрова южной части Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги [Текст]: автореф. дис. ... канд. геогр. наук / М.М. Иолин. – Ярославль, 2003. – 24 с.