

УДК 551.5

Г.Т. Сулейменова *

С.Т. Ахметова *

**ЗАСУХИ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО И ЗАПАДНОГО
КАЗАХСТАНА***КОЛИЧЕСТВО ОСАДКОВ, ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА,
АТМОСФЕРНАЯ ЗАСУХА, ИНТЕНСИВНОСТЬ ЗАСУХИ, ИНДЕКС
АТМОСФЕРНОЙ ЗАСУШЛИВОСТИ*

Рассматриваются климатические условия атмосферных засух на территории Северного и Западного Казахстана на примере 10 станций, равномерно распределенных по рассматриваемой территории, за период с 1960 по 2014 годы. Для характеристики интенсивности засух был использован индекс Д.А. Педея (S_i). Установлено, что на рассматриваемой территории случаи со слабыми засухами наблюдались 466, средние – 206, а сильные – 54 раза. Сильные засухи почти повсеместно характеризуются высокими температурными аномалиями и значительными дефицитами осадков. Засушливые годы в основном отмечались на западных станциях.

Цикличность периодов похолодания и потепления уже давно известна ученым. Однако теперь речь идет не столько о предотвращении этого явления, сколько об адаптации человечества к грядущим изменениям и снижению негативных последствий.

Засуха 2010 г. и паводки минувшей весны – предвестники глобального изменения климата персонально для Казахстана.

Глобальное изменение климата и связанные с ним рост температуры и практически неизменное количество осадков для нашего засушливого климата – факт неблагоприятный. Особенно эта тенденция проявляется в летний период, что негативно сказывается на урожаях и на экономике Казахстана.

Как отмечает С. Долгих, национальный эксперт по адаптации к изменениям климата, повышение температуры на два градуса приведет к повышению водообеспеченности в одних регионах и её уменьшению в других. При этом засушливые регионы еще меньше будут обеспечены водой. Это повлияет на рост пожаров и засухи, что приведет к снижению

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

экономического роста [7]. Засуха наносит ущерб не только экономике, при засухе снижается выработка электроэнергии, усложняются речные перевозки и страдают производства, потребляющие большое количество воды. В современных условиях успешный прогноз засух может дать значительный экономический эффект. В сельском хозяйстве, маневрируя культурами, удобрениями, приемами обработки почвы и т.д. можно значительно уменьшить последствия засухи [3]. Засуха, как известно, представляет собой временное явление резкой засушливости в атмосфере и почве, проявляющееся на фоне длительного периода без дождя. Она нередко бывает настолько жесткой, что спорадически нарушает протекающие в природе процессы, как в органическом, так и неорганическом мире. Борьба с засухой остается актуальной и в настоящее время [1].

Засухи наблюдаются при антициклоническом режиме погоды вследствие устойчиво-интенсивного прогрева воздушных масс. Активность трансформационных процессов над территорией Казахстана обусловлена природно-климатическими условиями: направленностью воздушных потоков, его начальными метеорологическими характеристиками, продолжительностью и скоростью переноса, физическими свойствами подстилающей поверхности, радиационным балансом и т.д. Так как засушливый тип погоды определяется крупномасштабными процессами циркуляции в атмосфере, то засухой могут быть охвачены огромные территории. Однако засушливые явления по причине сложности взаимодействия подстилающей поверхности и атмосферной циркуляции над Казахстаном обычно не охватывают большие пространства непрерывно. Чаше засухи чередуются с регионами дождливой погоды. Засуха даже может узко локализоваться и непосредственно примыкать к увлажненным районам. Засухи на более или менее длительное время могут прерываться циклоническими процессами, приносящими осадки, вследствие чего может ослабляться или прерываться их губительное действие. Интенсивные засухи вызываются большими нарушениями нормальной атмосферной циркуляции задолго до их возникновения, например, сильными морозами зимой, ранними и поздними заморозками и другими. Засушливые годы нередко следуют друг за другом или разделяются более или менее длительными периодами удовлетворительного увлажнения, но простой периодичности в проявлении засух не прослеживается [2, 5].

Для количественного определения и прогнозирования засух обычно используются специальные характеристики, на пример гидротермиче-

ский коэффициент Селянинова (ГТК), индекс Рочевой, индекс суровости засух Пальмера (Palmer Drought Severity Index, PDSI), стандартизованный индекс осадков (Standardized Precipitation Index, SPI) и т.д. [8, 9, 10]. В данной статье в качестве критерия используется индекс Д.А. Педя. Для описания степени засушливости Педя берет показатель S_i , отражающий атмосферную засуху:

$$S_i = \frac{\Delta T_i}{\sigma_T} - \frac{\Delta R_i}{\sigma_R}, \quad (1)$$

где, ΔT_i и ΔR_i – абсолютные отклонения от нормы температуры воздуха и суммы осадков в i -й год, σ_T и σ_R – средние квадратичные отклонения этих величин [8].

Параметр S_i определялся нами для 10 метеостанций Северного и Западного Казахстана для каждого месяца по данным температуры и осадков теплого полугодия (апрель – сентябрь) с 1960 по 2014 г.

По показателям S_i строятся карты, позволяющие проследить распространение засушливых явлений. Показатель засухи Педя устраняет недостатки ряда предложенных ранее критериев. Отличительной чертой критерия S_i является хорошая связь с урожайностью [6].

В табл. 1 приведены экстремальные значения параметра засушливости (S_{\max}), которые наблюдались на исследуемой территории на примере 10 метеостанций.

Таблица 1
Экстремальные значения параметра засушливости, S_{\max}

Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Петропавловск					
3,22 (2012 г.)	3,17 (1991 г.)	2,76 (1994 г.)	2,87 (1989 г.)	4,46 (1981 г.)	3,54 (1971 г.)
Кокшетау					
3,07 (1995 г.)	3,39 (2004 г.)	3,29 (1991 г.)	3,17 (1989 г.)	3,78 (2003 г.)	3,02 (1971 г.)
Атбасар					
2,78 (2012 г.)	2,86 (1968 г.)	3,26 (2010 г.)	2,94 (1998 г.)	3,48 (1998 г.)	3,32 (1971 г.)
Астана					
2,74 (1995 г.)	2,89 (2001 г.)	3,61 (1991 г.)	3,33 (1965 г.)	2,99 (2014 г.)	3,30 (2011 г.)

Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Павлодар					
3,29 (1997 г.)	2,23 (1965 г.)	2,81 (1981 г.)	3,51 (1965 г.)	3,25 (1998 г.)	2,97 (1966 г.)
Костанай					
3,07 (1975 г.)	3,29 (1991 г.)	3,17 (1991 г.)	3,66 (1989 г.)	3,83 (1981 г.)	3,26 (1971 г.)
Актобе					
3,52 (1995 г.)	2,52 (2010 г.)	3,41 (2010 г.)	3,19 (1984 г.)	3,35 (2012 г.)	3,91 (1971 г.)
Уральск					
2,78 (1975 г.)	2,84 (1979 г.)	3,32 (1998 г.)	3,63 (2010 г.)	3,62 (2010 г.)	4,00 (1971 г.)
Атырау					
4,21 (2012 г.)	3,07 (2014 г.)	3,48 (2010 г.)	3,03 (2011 г.)	3,17 (2014 г.)	3,29 (1971 г.)
Уил					
3,33 (1995 г.)	2,79 (2013 г.)	3,50 (2006 г.)	2,78 (1984 г.)	2,92 (2006 г.)	3,55 (1971 г.)
Среднее					
3,21	2,93	3,26	3,22	3,49	3,42

По данным табл. 1 видно, что экстремальные значения параметра засух колеблются в пределах от 2,23 (Павлодар, 1965 г.) до 4,21 (Атырау, 2012 г.). В апреле в среднем для территории Северного и Западного Казахстана значение S_{\max} равно 3,21, в мае – 2,93, в июне – 3,26, в июле – 3,22, в августе – 3,49 и в сентябре – 3,42. Полученные результаты свидетельствуют о том, что очаги наиболее сильных засух не сконцентрированы в каком либо одном районе, а меняют свое положение в зависимости от месяца. Судя по экстремальным значениям, можно сказать, что за последнее десятилетие наиболее часто засухи отмечались на территории Западного Казахстана (М Атырау). На рис. 1 представлено общее число случаев с засухами за теплый период.

По степени интенсивности различают $S_i = 1,0 \div 2,0$ – слабые, $S_i = 2,0 \div 3,0$ – средние и $S_i \geq 3,0$ – сильные засухи (рис. 2, 3).

Представленные рисунки показывают, что за рассматриваемый период на территории Северного и Западного Казахстана наблюдалось 1354 случая с засухами, из них 466 (65%) приходится на слабые, 206 (28 %) – на средние и 54 (7 %) – на засухи сильной интенсивности. Наиболее повторяющимися являются слабые засухи, гораздо реже – средние, и

еще меньше – сильные засухи. Причем наибольшая повторяемость слабых засух наблюдается в Петропавловске и Уиле, за весь период наблюдений с 1960 по 2014 г. они встречались 65 и 64 раза соответственно. Средние засухи чаще всего встречаются в Уральске и Астане, за исследуемый период времени они наблюдались 30 и 29 раз соответственно. Сильные засухи в основном наблюдаются в Кокшетау и Актобе (11 и 10 раз).

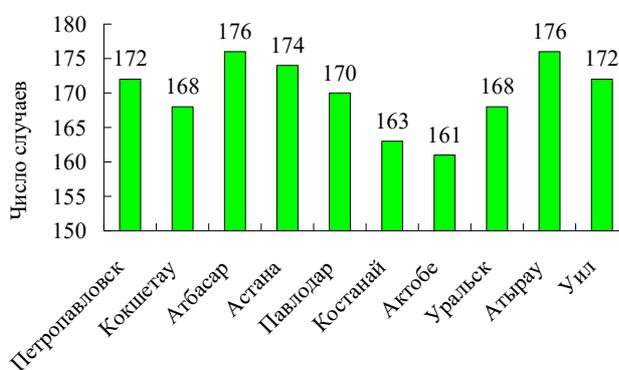


Рис. 1. Общее число случаев с засухами за теплый период.

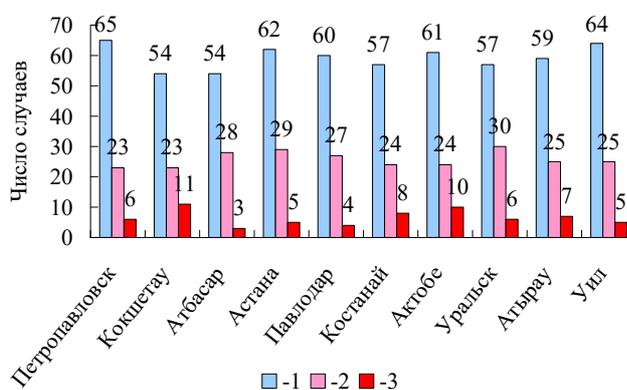


Рис. 2. Число случаев засух различной интенсивности за теплый период для рассматриваемой территории. 1 – слабая, 2 – средняя, 3 – сильная.

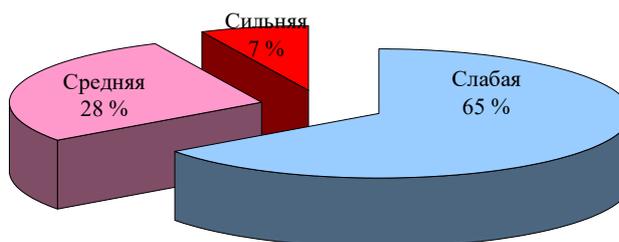


Рис. 3. Число случаев засух различной интенсивности за теплый период (%) на северо-западе Казахстана.

Для сельскохозяйственного производства опасны засухи при $S_i > 1$. Такие засухи наблюдались на исследуемой территории в следующие годы и месяцы (табл. 2).

Таблица 2

Повторяемость атмосферных засух ($S_i > 1$) по месяцам летнего периода на севере и западе Казахстана

Месяц	Год
Апрель	1962, 1967, 1973, 1975 , 1977, 1982, 1983, 1986, 1988, 1991, 1995, 1997, 2000, 2008, 2012 , 2013
Май	1961, 1965, 1968, 1974, 1975 , 1977, 1980, 1987, 1991, 1996, 2001, 2004, 2005, 2010 , 2012 , 2014
Июнь	1963, 1965, 1975 , 1977, 1987, 1988, 1991, 1994, 1995, 1996, 1998, 2006, 2009, 2010 , 2012 , 2014
Июль	1962, 1965, 1966, 1971, 1975 , 1980, 1983, 1984, 1989, 1996, 1998, 2008, 2010 , 2012
Август	1966, 1976, 1981, 1988, 1998, 1999, 2003, 2007, 2008, 2010 , 2012 , 2014
Сентябрь	1971, 1974, 1975 , 1978, 1994, 1997, 2002, 2003, 2004, 2005, 2007, 2009, 2010 , 2011, 2012

Анализ полученных данных показал, что во все месяцы подряд с апреля по сентябрь засухи наблюдались в 2012 г. и с апреля по август 1975 г. и 2010 г., т.е. в течение пяти месяцев подряд.

Судя по табл. 3, можно сказать, что засушливые годы чаще отмечались на территории Западного Казахстана, нежели на севере.

Таблица 3

Атмосферные засухи с $S_i > 2$ в летние месяцы

Месяц	Регион, год		
	Север и запад	Север	Запад
Апрель	1967, 1975, 1995, 1997, 2012	1995, 1997, 2012	1975, 1995, 2012
Май	1968, 1991, 2004, 2014	1991, 2004, 2014	1968, 2012, 2013, 2014
Июнь	1977, 1988, 1991, 2010	1963, 1977, 1988, 1991, 1994	1977, 1988, 1998, 2006, 2009, 2010
Июль	1965, 1989, 1998	1965, 1989, 1998	1984, 2010
Август	1976, 1981, 1998, 2010, 2014	1976, 1981, 1998, 2010, 2014	1976, 2006, 2010, 2014
Сентябрь	1971	1971	1971, 2005
Всего	22 года	20 лет	21 год

Представляет интерес рассмотреть значения основных метеорологических величин, соответствующих различным типам засух. В табл. 4 приведены отклонения от нормы средней месячной температуры воздуха (ΔT °С) и месячной суммы осадков (ΔR мм) при засухах различного типа по станциям Северного и Западного Казахстана. Здесь же приведено общее для ΔT и ΔR число случаев, за которое производилось их осреднение.

Таблица 4

Отклонения от нормы средней месячной температуры воздуха ΔT и среднего месячного количества осадков ΔR для месяцев с засухами

Станция	Интенсивность засухи								
	слабая			средняя			сильная		
	ΔT °С	ΔR мм	n	ΔT °С	ΔR мм	n	ΔT °С	ΔR мм	n
<i>Северный Казахстан</i>									
Петропавловск	1,5	-14,3	65	2,9	-24,2	23	4,0	-28,5	6
Кокшетау	1,3	-19,9	54	2,6	-19,5	23	3,9	-30,3	11
Атбасар	1,1	-9,7	54	2,8	-10,8	28	5,0	-10,5	3
Астана	2,0	-16,2	62	3,1	-19,7	29	4,6	-32,8	5
Павлодар	1,4	-11,9	60	2,4	-17,5	27	3,4	-24,1	4
Костанай	1,3	-18,7	57	3,0	-22,6	24	4,4	-27,9	8
Среднее	1,4	-15,1		2,8	-19,1		4,2	-25,7	
<i>Западный Казахстан</i>									
Актобе	1,5	-14,4	61	2,8	-27,1	24	3,5	-32,5	10
Уральск	0,0	-0,5	57	0,8	-8,6	30	0,8	-8,0	6
Атырау	1,2	-9,5	59	1,2	-10,8	25	4,3	-11,3	7
Уил	1,7	-11,0	64	3,3	-15,1	25	5,0	-18,5	5
Среднее	1,1	-8,9		2,0	-15,4		3,4	-17,6	

Как видно по данным табл. 4, засухи на территории Северного и Западного Казахстана характеризуются широким спектром отклонений температуры воздуха и осадков от их многолетних значений. На севере Казахстана для засух слабой интенсивности присущи аномалии температуры воздуха от 1,1 до 2,0 °С. Месячные суммы осадков изменяются в пределах -9,7 и -19,9 мм. Обычно для слабых засух характерны или высокие температуры воздуха и увлажнение, близкое к норме, или незначительные осадки и небольшие аномалии термического режима. А для засух средней интенсивности ΔT колеблется в пределах от 2,4 до 3,1 °С, а осадки – от -10,8 до -24,2 мм. Сильные засухи характеризуются высокими температурными аномалиями и значительными дефицитами осадков (от 3,4 до 5,0 °С и от -10,5 до -32,8 мм соответственно).

На западе Казахстана для засух слабой интенсивности аномалии температуры воздуха колеблются от 0,0 до 1,7 °С. Месячные суммы осадков изменяются в пределах -0,5 и -14,4 мм. А для засух средней интенсивности ΔT колеблется в пределах от 0,8 до 3,3 °С, а осадки – от -8,6 до -27,1 мм. Сильные засухи характеризуются высокими температурными аномалиями и значительным дефицитом осадков, ΔT изменяется от 0,8 до 5,0 °С и ΔR от -8,0 до -32,5 мм.

Таким образом, за рассматриваемый период на территории Северного и Западного Казахстана наблюдалось 6 засушливых лет (1975, 1991, 1998, 2005, 2010, 2012), в которые засухи отмечались почти весь весенне-летний период. Сильные засухи почти повсеместно характеризуются высокими температурными аномалиями и значительными дефицитами осадков. Засушливые годы в основном отмечались на западных станциях. Также, хотелось бы выделить 2012 год, так как за последнее десятилетие он повсеместно характеризуется большими значениями индекса засушливости на рассматриваемой территории.

Проблема исследований засух, их тенденций и прогноза в настоящее время актуальна, так как Казахстан является зерносеющим регионом, а засухи негативно отражаются на урожайности зерновых культур. Поэтому моделирование и прогнозирование засух в этом регионе, физических факторов, их определяющих, в условиях современного изменения климата имеет большое значение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Байдал М.Х., Неушкин А.И. Макроциркуляционные факторы и прогноз засух в основных сельскохозяйственных районах СССР //Тр. ВНИГМИ. – 1979. – Вып. 59. – С. 6-11.
2. Байдал М.Х., Утешев А.С. О сопряженности явлений засух юга европейской территории СССР и северной половины Казахской ССР // Тр. КазНИГМИ. – 1959. – Вып. 11.
3. Клещенко А.Д. Современные проблемы мониторинга засух // Тр. ВНИИСХМ. – 2000. – Вып. 33. – С. 3-13.
4. Педь Д.А. Климатические особенности атмосферных засух и избыточного увлажнения // Труды ГМЦ СССР. – 1975. – Вып. 156. – С. 39-76.
5. Скаков А.А., Туреханова М.А. Об изменчивости среднемесячной температуры воздуха и месячного количества осадков в Казахстане в летний период // Тр. КазНИГМИ. – Вып. 56. – С. 35-40.

6. Уланова Е.С., Страшная А.И. Засухи в России и их влияние на урожайность зерновых культур // Тр. ВНИИСХМ. – 2000. – Вып. 33. – С. 64-83.
7. Чем грозит Казахстану глобальное потепление? [Электрон. ресурс]. – 2011. – URL: http://www.climate.kz/rus/?m=news_one_link&id=444.
8. Черенкова Е.А. Динамика опасной атмосферной засухи в Европейской России // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 11. – С. 30-41.
9. McKee T.B., Doesken N. J., Kleist J. The relationship of drought frequency and duration to time scales, in: Preprints, 8th Conference on Applied Climatology, January 17-22 Anaheim, California, – 1993. – С. 179-184.
10. Palmer W.C. Meteorological Droughts // U.S. Department of Commerce Weather Bureau Research Paper. – 1965. – С. 45-58.

Поступила 31.03.2015

Ғ.Т. Сулейменова
С.Т. Ахметова

СОЛТҮСТІК ЖӘНЕ БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ТЕРРИТОРИЯСЫНДАҒЫ ҚҰРҒАҚШЫЛЫҚ

Бұл мақалада Солтүстік және Батыс Қазақстан территориясында орналасқан 10 метеостанциялардың мәліметтері бойынша 1960 және 2014 жылдар аралығында жылдың жылы мезгілдеріндегі атмосфералық құрғақшылықтың климаттық жағдайлары қарастырылады. Құрғақшылықтың қарқындылығын сипаттау үшін Д.А. Педь индексі (S_i) қолданылды. Зерттелген аймақта ең көп байқалатыны – әлсіз құрғақшылықтар, ал орташа құрғақшылық сирек кездессе, күшті құрғақшылықтар өте сирек байқалатынын көруге болады. Барлық жерде күшті құрғақшылықтар өте жоғары ауа температурасымен және айтарлықтай жауын-шашын тапшылығымен сипатталады. Құрғақшылық жылдар негізінен еліміздің батыс аумағында байқалған.