

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ЗАСУШЛИВЫХ ЯВЛЕНИЙ В КАЗАХСТАНЕ

Канд. экон. наук А.М.Шамен

На основе критического анализа исследований многих ученых дано определение понятия засушливых явлений: атмосферной, почвенной засухи и суховеев, гидрометеорологических условий их возникновения и повторяемость. Приведена типизация засух и суховеев по различным признакам. Дан обзор подготовленного к изданию в Агентстве по гидрометеорологии и мониторингу природной среды Минэкобиоресурсов научно-прикладного справочника "Засушливые явления". Сведения, помещенные в Справочнике, помогут специалистам различного профиля при решении практических задач.

Засухи и суховеи относятся к опасным природным явлениям, приводящим к гибели сельскохозяйственных культур на громадных площадях, массовому падежу скота из-за выгорания травостоя, сильной жары и обезвоживания организма животных, что, в свою очередь, вызывает опасную чрезвычайную ситуацию для жизни людей. Во время засух возникают нефтяные и лесные пожары, которые, уничтожая леса, снижают их почвозащитную роль и водоохранное значение, сокращаются запасы древесины для промышленности. Засухи и суховеи способствуют иссушению и измельчению почвы, что приводит к нарушению ее структуры и возникновению ветровой эрозии.

Проблема исследования засух и их прогноз, анализ условий возникновения засушливых явлений и их повторяемость в настоящее время очень необходимы, поскольку сельскохозяйственное производство развивается все более интенсивно. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства, эффективное использование земельных и водных ресурсов тесно связано с изучением природно-климатических явлений, в том числе засух и суховеев. Изучением сущности засушливых явлений, их режима, вероятности возникновения, мерами борьбы с ними занимались ученые различных специальностей: климатологи, агрометеорологи, агрономы, почвоведы и т.д. Поэтому до сих пор нет единого определения понятия "засуха". Однако большинство авторов под засухой понимают явление, обусловленное длительным и значительным недостатком осадков при повышенной температуре воздуха в вегетационный период, когда за счет испарения с поверхности почвы создаются неблагоприятные условия для формирования урожая сельскохозяйственных культур и пастбищной

растительности. Существуют три подхода при классификации засух: агрономический, метеорологический и агроклиматический. При агрономическом или биологическом подходе о засухе судят по снижению урожая зерновых культур, обычно на 20-25 % и более. Хотя нужно отметить, что урожай зерна зависит не только от погодных условий. Так, например, А.С. Утешев [16] к засухам отнес те годы, в которых урожайность яровой пшеницы снижалась до 73 % и ниже. Отклонение на 27 % от нормы он считал средней многолетней изменчивостью урожайности, что вполне соответствует оценкам других авторов. Этот же критерий, но только с той разницей, что он был применен не к абсолютным значениям урожайности, а к их отклонениям от тренда, использован для выделения засух и неурожайных лет.

При метеорологическом подходе используются значения метеорологических величин, таких как температура и влажность воздуха, осадки, а также различные индексы, представляющие собой комбинации этих характеристик за определенные периоды времени. В таком направлении работали Г.Т. Селянинов [15], Д.А. Педь [9], И.Е. Бучинский [3], Б.И. Сазонов [14], О.А. Дроздов [4] и другие.

Из всего многообразия эмпирических методов оценки засушливости в климатическом плане наиболее известны индекс засушливости Д.А. Педя и гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова. Последний довольно успешно применял Ю.Л. Раунер [11, 12] для индексации засух на территории основных сельскохозяйственных районов СССР.

Согласно работе [9], интенсивность атмосферно-почвенной засухи S_i в момент времени τ на i -й станции определяется по формуле

$$S_i = \Delta t_i / \sigma_T - \Delta R_i / \sigma_R - \Delta Q_i / \sigma_Q,$$

где Δt_i , ΔR_i и ΔQ_i - абсолютные отклонения от нормы температуры воздуха, суммы осадков и влажности деятельного слоя почвы; σ_T , σ_R и σ_Q - их средние квадратические отклонения.

По степени интенсивности явления Педь выделяет слабые ($S_i = 1 \dots 2$), средние ($S_i = 2 \dots 3$) и сильные ($S_i \geq 3$) засухи. Первые два члена правой части уравнения характеризуют атмосферную, а последний - почвенную засуху. Обычно ограничиваются определением критериев только атмосферной засухи, так как надежные данные по влагозапасам деятельного слоя почвы, необходимые для выделения атмосферно-почвенных засух, по рассматриваемой территории имеются лишь за последние десятилетия. Данный критерий позволяет объективно классифицировать температурно-влажностный режим изучаемой территории по засушливости и количественно отразить интенсивность, продолжительность и временное распределение засух. Чем больше S_i , тем сильнее засуха и, наоборот, чем S_i меньше, тем сильнее увлажнение. При таком подходе засуха или избыточное увлажнение могут быть в любом физико-географическом регионе, в отличие от климатической

засушливости, которая характерна лишь для малоувлажненных районов. При агроклиматическом подходе составляются и анализируются параллельные ряды метеорологических величин, вероятности их возникновения, фазы развития растений, их сорта, урожайности и т.п. Сведения об этом направлении исследований можно найти в работах [2, 5, 9-14].

Прогнозом синоптических ситуаций, приводящих к возникновению засух и суховеев, занимались Т.В. Покровская [10], М.Х. Байдал [2], Б.И. Сазонов [14]. В результате этих исследований разработана циркуляционная теория формирования засух и показано, что решающее значение для их возникновения имеет не содержание водяного пара в атмосфере (поскольку засухи наблюдаются и в очень влажном климате), а мощные нисходящие потоки воздушных масс, которые препятствуют его конденсации. Подробные сведения об этом можно найти в обстоятельной работе В.Ф. Логинова и его соавторов [5].

Каждый из авторов, занимающийся исследованием засух, дает свое толкование этого явления. На наш взгляд, наиболее полное и емкое с агрометеорологической точки зрения определение засух приведено А.П. Федосеевым, В.М. Пасовым [5]. По их мнению, засуха - сложное явление, обусловленное длительным и значительным недостатком осадков при повышенной температуре воздуха в теплый период года, вследствие чего исчерпываются усваиваемые запасы влаги в почве за счет испарения и транспирации, создаются неблагоприятные условия для развития растений, а урожай культур снижается или гибнет. Б.С. Гуревич [5] рассматривает засуху как явление временной необеспеченности сельскохозяйственных растений водой, возникающее в зависимости от социально-экономических, агротехнических и физико-географических условий в результате определенного макрометеорологического процесса и приводящее к существенному снижению или потере урожая.

Засухи образуются и развиваются при антициклональном 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 из-за сложности взаимодействия подстилающей поверхности и атмосферной циркуляции над Казахстаном обычно не охватывают большие пространства непрерывно. Засухи на более или менее длительное время могут прерываться циклоническими процессами, приносящими осадки, вследствие чего их губительное воздействие может ослабевать.

Ряд авторов, в том числе И.С. Бучинский[3], Д.А.Педь [9], В.Н. Иванова[5], по причине возникновения засух различают два их типа: атмосферную и почвенную. Сущность обоих типов засух, по утверждению авторов, заключается в том, что они вызывают нарушения в водном режиме растений, которые затем отражаются на всех их физиологических процессах. При атмосферной засухе воздействие высоких температур и большой сухости воздуха на надземную часть растений приводит к несоответствию между транспирацией и скоростью поступления влаги через корневую систему.

Сутками с атмосферной засухой считаются такие, когда дефицит влажности воздуха в 13 ч был больше 27 гПа, при этом интенсивность засухи Е.А. Цубербиллер[18], например, ставит в зависимость от сочетания максимальной температуры и дефицита влажности воздуха (табл. 1).

Таблица 1

Интенсивность атмосферных засух

Максимальная температура воздуха, °С	Дефицит влажности в 13 ч, гПа		
	27-40	41-52	53-80
30	средняя	средняя	-
31-35	средняя	интенсивная	-
36-40	интенсивная	интенсивная	очень интенсивная
> 40	очень интенсивная	очень интенсивная	очень интенсивная

Различные растения по-разному реагируют на одни и те же метеорологические условия атмосферной засухи. Сказываются их сортовые особенности, стадия развития, предшествующие погодные условия, плодородие почвы и наличие запасов влаги в ней, уровень культуры земледелия и т.д. Поэтому оценка вредного воздействия засухи должна проводиться применительно к конкретным объектам и за определенный период.

Число суток без дождя - одна из характеристик засух. Отсутствие дождя сказывается на состоянии растений в среднем к десятому дню. Это особенно заметно во время формирования плодоносящих органов и цветения растений, когда наблюдается наибольшая их потребность во влаге. Отсутствие дождя длительное время влечет за собой повышение температуры и понижение относительной влажности воздуха. Обычно большая сухость воздуха и высокая температура воздействуют на растения одновременно.

Другой характеристикой засухи, широко используемой в практике, является гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова [15].

$$\text{ГТК} = 10 \Sigma R / \Sigma t,$$

где ΣR - сумма осадков в мм за период вегетации с температурой воздуха ≥ 10 °С; Σt - сумма температур воздуха в °С за этот же период. По Г.Т. Селянинову, увлажнение вегетационного периода бывает избыточным при ГТК $> 2,0$, засушливым при ГТК $< 1,0$ и сухим при ГТК $\leq 0,5$.

Длительные периоды без дождя, высокие температуры и низкая относительная влажность воздуха приводят к тому, что усваиваемые растениями запасы влаги в почве исчерпываются и наступает почвенная засуха. Причем, если атмосферная засуха возникает быстро и развивается интенсивно, то запасы почвенной влаги истощаются постепенно. Переход от достаточного увлажнения почвы до состояния почвенной засухи совершается сравнительно медленно. По исследованиям С.А. Вериги и Л.А. Разумовой, а также М.С. Кулика, почвенная засуха характеризуется запасами продуктивной влаги в пахотном слое почвы 0-20 см и в слое почвы 0-100 см. Запасы почвенной влаги, исходя из сезонов года и фаз развития растений, оцениваются по-разному. Так, для фазы всходов и кущения зерновых культур за оптимальные принимаются запасы влаги 25-30 мм в пахотном слое почвы; за недостаточные 10-20 мм; запасы влаги ниже 10 мм оцениваются как плохие. В слое почвы 0-100 см весенние запасы влаги оцениваются следующим образом: недостаточные (80-130 мм), плохие (50-80 мм), очень плохие (менее 50 мм).

В период от выхода в трубку до цветения запасы почвенной влаги метрового слоя приобретают решающее значение. Они оцениваются как хорошие при 120 мм и более, удовлетворительные при 80-120 мм, неудовлетворительные при менее 80 мм. На завершающем этапе развития растений (формирование зерна) неудовлетворительными считаются запасы влаги в метровом слое почвы 30-40 мм, плохими 25 мм. По результатам наблюдений метеорологических станций, при высоких влагозапасах интенсивность почвенной засухи заметно ослабевает. Так, если весенние влагозапасы в слое почвы 0-100 см составляют менее 150-200 мм, то с большей вероятностью можно утверждать, что засухи не могут нанести губительных повреждений, и урожайность понизится незначительно.

Вероятность наступления засухи увеличивается, если в предшествующий осенне-зимний период выпало мало осадков или же отмечалось быстрое оттаивание снежного покрова. Влага при этом не успевает впитаться в промерзшую почву и стекает в пониженные участки рельефа. Степень повреждения зерновых культур, зависящая от критических значений дефицита влажности воздуха и запасов продуктивной влаги в почве по Б.А. Цубербиллер, представлена в табл. 2.

Таблица 2

Критические значения дефицита влажности воздуха, вызывающие различные виды повреждений зерновых культур при определенных запасах влаги в почве

Вид повреждения	Критические значения дефицита влажности воздуха, гПа	Запасы продуктивной влаги, мм, в слое почвы, см	
		0-20	0-100
Легкое снижение тургора	20	< 20	< 100
Скручивание листьев	26	< 10	80-90
Значительное снижение тургора	33	10-15	70-80
Пожелтение листьев	33	< 10	< 50
Подсыхание листьев	40	0-5	50
Очень сильное снижение тургора	40	0-5	< 35
Побеление колосовых чешуй и захват зерна	40	< 10	< 35

Влияние засухи на растения проявляется по-разному в зависимости от времени ее наступления. Исходя из этого, А.И.Руденко [13], Ю.А.Израэль, А.Н.Каштанов, Е.С.Уланова и др. [26], Е.К.Федоров [17] различают три типа засухи: весенняя, летняя и осенняя. Весной у большинства растений формируется корневая система, поэтому весенние засухи наиболее опасны. Этот тип засух задерживает развитие растений, а иногда вызывает их частичную или полную гибель. При достаточных запасах почвенной влаги весенняя засуха влияет на растения незначительно. Летняя засуха приостанавливает накопление вегетативной массы и прирост корневой системы растений. Особенно неблагоприятно воздействует на формирование урожайности яровой пшеницы дефицит осадков в фазу "выход в трубку - колошение", приходящийся на июнь - июль. Степень опасности засухи зависит не только от температурно-влажностного режима этого периода, но и предшествующего ей весеннего увлажнения. Летняя засуха особенно опасна, если следует сразу же после весенней.

Зависимость производства яровой пшеницы от погодных условий первой половины вегетационного периода ярко проиллюстрирована в работах [17,20]. В благоприятные годы в северных и западных районах Казахстана урожаи могут достигать 15-18 ц/га. Сильные засухи снижают их до 3 ц/га, а иногда даже ниже при средних значениях 7-9 ц/га. Не менее впечатляющие цифры можно привести и по урожайности пастбищной растительности. Так, в степной зоне при средней урожайности 6 ц/га сильные засухи понижают ее до 2 ц/га и менее. В пустынной зоне в годы сильной засухи урожайность трав падает до 0,5-1,0 ц/га. Отрицательные последствия таких засух особенно сильно начинают сказываться в зимне-весенний период, когда при пастбищном содержании животных происходит их массовый падеж.

Из всех рассмотренных типов засух осенняя хотя и влияет на растения, но не так сильно, как весенняя или летняя. Именно поэтому основным недостатком использования урожайности яровой пшеницы в качестве критерия при выделении засух является то, что она в значительной мере зависит от увлажненности первой половины вегетационного периода. Поясним данный тезис на конкретном примере. Самым неурожайным в последнее десятилетие был 1984 г. (6 ц/га, или 63 % тренда), что послужило поводом для включения его наряду с другими неурожайными годами в каталог засух. Однако по критерию S_i температурно-влажностный режим той части вегетационного периода, от которой значительно зависит состояние пшеницы, мало чем отличается от других лет, хотя средняя урожайность в них была несравненно выше. Осредненные по 30 станциям в мае - августе 1984 г. индексы засушливости $S_i = 1,3, 0,8, 1,8, \text{ и } 1,3$ соответственно. Из них три случая, согласно критерию, следует отнести к слабым засухам, а один - к ее отсутствию. Обращает на себя внимание то, что пространственное распределение S_i имеет ярко выраженный пятнистый характер, когда засуха поражает лишь отдельные, хотя и обширные по площади, районы Казахстана. Даже в наиболее засушливом месяце - июле, когда на северо-востоке Казахстана значения $S_i = 3$ и более (Костанай, $S_i = 3,7$), на крайнем востоке наблюдалась область отрицательных значений S_i (Усть-Каменогорск, $S_i = -2,3$). Тем не менее, как это видно из приведенных данных, вспышка засушливости, наблюдавшаяся на большей части рассматриваемой территории в июле 1984 г., оказалась решающей при формировании урожая. Это могут подтвердить результаты сопоставления урожайности яровой пшеницы с крупными аномалиями температуры, показавшие, что засухи по принятому критерию чаще всего возникают, когда высокие температурные аномалии в июне - июле сопровождаются значительными дефицитами осадков [19, 20]. Им, как правило, сопутствуют низкая относительная влажность воздуха, большая испаряемость и сухие ветры, часто переходящие в пыльные бури. Исключения составили лишь четыре случая, когда засуха была, а круп-

ных положительных аномалий не было. Средняя по Казахстану урожайность в эти годы не превышала 7 ц/га.

По сочетанию нескольких критериев А.И. Руденко [13] условно разделяет засухи на три типа: очень сильная, сильная и средняя засуха. Интенсивность засухи характеризуется нижеследующими критериями и их значениями (табл. 3).

Таблица 3

Сочетание значений критериев для разного типа засух

Критерии	Тип засухи		
	очень сильная	сильная	средняя
Количество осадков за вегетационный период, % нормы	40-50	62-70	69-93
Количество засушливых декад за вегетационный период	4,5-5,4	3,5-4,2	2,8-3,2
Сумма осадков за период всходы-колошение, мм	13-18	28-35	30-42
ГТК за вегетационный период	0,34-0,39	0,46-0,49	0,55-0,56
Превышение температуры воздуха за вегетационный период над нормой, °С	1-4	≥ 2	1-2
Снижение урожая, %	> 50	20-50	< 20

Другим немаловажным фактором, определяющим степень засушливости территории, являются суховеи. Согласно определению Е.А. Цубербиллер и других авторов, суховеи представляет собой сухой и знойный ветер, дующий при высоких температурах, значительном дефиците и низкой относительной влажности воздуха. Суховеи приводят к усилению транспирации растений, нарушению их водного баланса, а иногда, вследствие этого, и к гибели. Суховеи - это та же атмосферная засуха, но более интенсивная, которая, как правило, сопровождается повышенными скоростями ветра. В результате многочисленных исследований установлено, что суховеи преимущественно возникают при антициклоническом типе погоды на периферии антициклонов. Их образование вызвано интенсивной тепловой трансформацией воздушных масс в результате прогресса при перемещении над континентами и вертикального перемешивания. Если атмосферная засуха одновременно охватывает громадное пространство, то суховеи представляет собой преимущественно локальное и кратковременное явление.

Для характеристики суховея используются сочетания значений температуры, дефицита, относительной влажности воздуха и скорости ветра, которые, в конечном итоге, определяют интенсивность испарения. В количественном выражении суховея представляет собой сочетание одновременно наблюдаемых значений метеорологических величин: относительной влажности воздуха 30 % и ниже, температуры воздуха 25 °С и более, дефицита влажности воздуха 20-22 гПа и более при скорости ветра 5 м/с и более на высоте флюгера. Но существуют и другие критерии. В агрометеорологии, например, в настоящее время широко используются критерии, разработанные Е.А. Цубербиллер. Они включают дефицит насыщения водяного пара в воздухе, равный 15 гПа и более, и силу ветра, измеренные в 15 ч. В табл. 4 приведена типизация суховея в соответствии с критериями Е.А. Цубербиллер.

Таблица 4

Дефицит насыщения водяного пара (гПа) в 15 ч в сутки с суховеями различной интенсивности

Тип суховея	Скорость ветра в 15 ч, м/с	
	≥ 8	< 8
Слабый	15-19	20-29
Средней интенсивности	20-29	30-39
Интенсивный	30-39	40-49
Очень интенсивный	≥ 40	≥ 50

Температурный фактор Е.А. Цубербиллер [18] не учитывала, поскольку в некоторых случаях в ранне-весенний период суховея могут быть относительно "прохладными". В этой связи только сухость воздуха является постоянным и важнейшим признаком этого явления. Такие суховея не могут вызывать большого расхода влаги, но все же длительное действие сухого ветра может погубить или ослабить неокрепшие всходы растений. При слабых суховеях нарушение водного баланса растений выражается в потере тургора листьев и их скручивании. При длительном действии слабых суховея происходят большие потери влаги в почве, что при отсутствии осадков приводит к почвенной засухе. В результате, растения желтеют, а листья подсыхают. При большом недостатке влаги в почве слабые суховея способствуют образованию щуплого зерна. При интенсивных суховеях значительно быстрее нарушается водный баланс растений, у них быстро желтеют и подсыхают листья. Отмечается захват и запал зерна, преждевременное его созревание. При очень интенсивных суховеях растения повреждаются еще быстрее. Степень повреждения растений зависит как от наличия влаги в почве

(достаточные ее запасы снижают вредное действие суховея), так и от закаленности растений к началу действия засухи. Кроме того, степень повреждения растений зависит и от продолжительности суховея, которая может колебаться от одних суток до нескольких недель. Ветер усиливает вредное воздействие как слабых, так и интенсивных суховея.

В связи с усилившимся влиянием антропогенных факторов на природную среду резко возросла частота экстремальных событий [1, 7, 8, 19-21, 25, 33]. Такое положение стимулирует изучение причин формирования крупных экстремумов погоды и создает необходимые предпосылки для активизации исследований по их предсказаниям. Этому же способствует тот факт, что последние годы отличились повышенной повторяемостью засушливых и переувлажненных периодов в различных странах мира, в том числе и в Казахстане [20, 22-24, 27-32]. Тенденция эта полностью проявила себя и в 1995 году в виде сильной летней засухи на территории Северного Казахстана и избыточным увлажнением в Центральной Европе. Все это делает целесообразным подготовку и издание обобщенных материалов справочного характера по засушливым явлениям.

Метеорологическими станциями и постами Агентства по гидрометеорологии и мониторингу природной среды накоплено достаточно материалов наблюдений за различными величинами, позволяющими судить о распределении засушливых явлений по территории Казахстана как во времени, так и в пространстве. Учитывая важность проблемы, в настоящее время в Агентстве готовится к изданию научно-прикладной справочник "Засушливые явления", главным редактором которого является автор данной статьи. В Справочнике обобщены данные по 149 метеорологическим станциям и постам на территории Казахстана с апреля по октябрь за период с 1951 по 1985 гг. Таблицы содержат средние многолетние и вероятностные характеристики максимальных температур воздуха, бездождных периодов, относительной влажности воздуха 30 % и менее, показателя увлажнения Г.Т. Селянинова, суховея, запасов почвенной влаги в слоях почвы 0-20 и 0-100 см под озимыми, ранними яровыми культурами и кукурузой в отдельные периоды их вегетации. Ниже приводится краткая характеристика метеорологических и агро- метеорологических величин, помещенных в таблицах Справочника, которые в комплексе дают представление о засушливых явлениях на территории Казахстана.

Одним из основных элементов засухи является максимальная температура воздуха. Пик ее значений, независимо от территории, приходится на летние месяцы - июнь - август. В подтверждение этому на рис. 1 представлены средние значения из ежегодных максимумов температуры воздуха по метеорологическим станциям, расположенным в разных природно-климатических зонах.

Абсолютный максимум температуры воздуха в северных и центральных областях, за указанный период, отмечался в первой декаде

июля 1975 года. В северных областях значения абсолютного максимума достигали 37-40 °С, в центральных - 43-47 °С. Число суток по декадам с максимальной температурой воздуха 25, 30, 35, 40 °С и выше в северных и центральных областях увеличивается в основном к июлю, когда во все декады этого месяца оно имеет наибольшее значение; в южных областях наибольшее его значение наблюдается как в июле, так и в августе. Наглядно это представлено на примере М Шымкент на рис. 2.

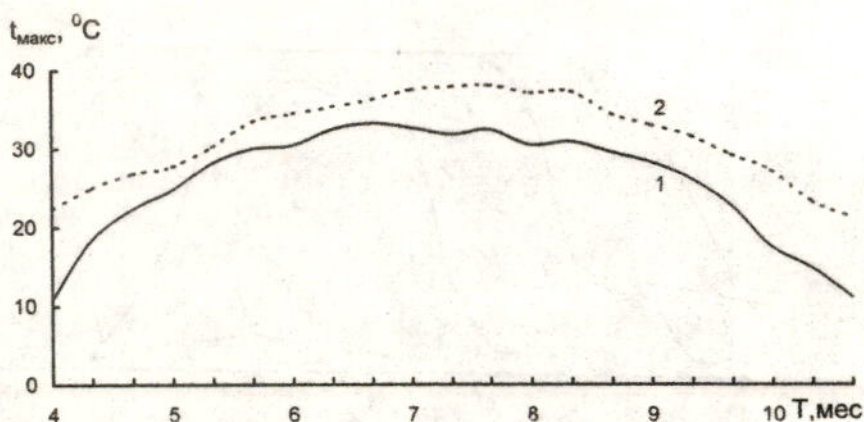


Рис. 1. Средние многолетние значения максимальной температуры воздуха на М Айдарлы (1) и Костанай (2)

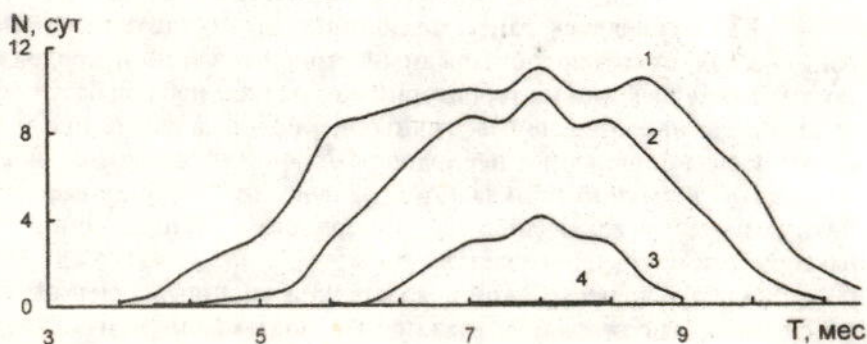


Рис. 2. Число суток с максимальной температурой воздуха по декадам на М Шымкент:
1 - $\geq 25^{\circ}\text{C}$; 2 - $\geq 30^{\circ}\text{C}$; 3 - $\geq 35^{\circ}\text{C}$; 4 - $\geq 40^{\circ}\text{C}$.

Наибольшая вероятность (до 100 %) наступления максимальной температуры воздуха 25 °С и выше почти повсеместно приходится на

летние месяцы, но в южных районах республики 100 % вероятность наступления таких температур отмечается также в мае и сентябре. Здесь же ежегодно во все декады июня, июля и августа имеют место максимальные температуры воздуха 30 °С и выше, а температуры воздуха 40 °С и выше в отдельные декады наблюдаются с вероятностью 20-40 % (рис. 3).

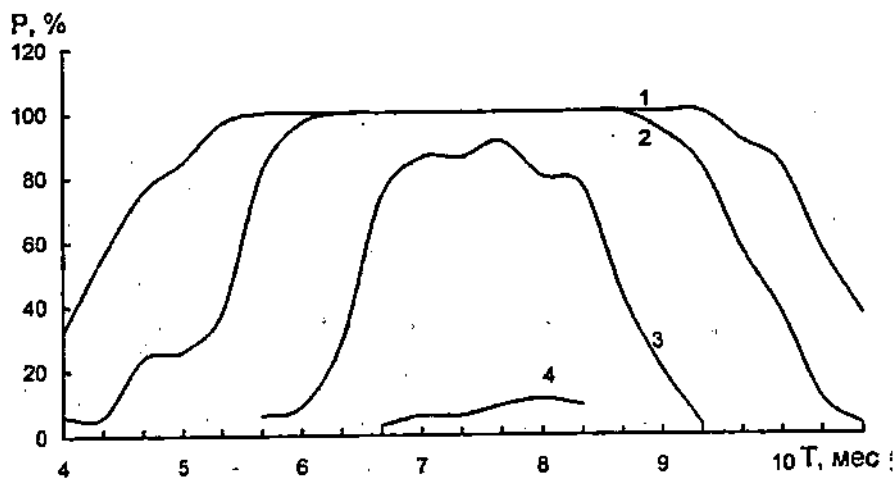


Рис. 3. Вероятность (%) суток с максимальной температурой воздуха 25, 30, 35 и 40 °С и выше по декадам на М Шымкент: 1 - $\geq 25^{\circ}\text{C}$; 2 - $\geq 30^{\circ}\text{C}$; 3 - $\geq 35^{\circ}\text{C}$; 4 - $\geq 40^{\circ}\text{C}$.

Как отмечалось ранее, величиной, способствующей возникновению засух, является и бездождный период различной продолжительности. Такие явления на территории Казахстана наблюдаются повсеместно, но данные о числе бездождных периодов за вегетацию и вероятности начала бездождных периодов различной продолжительности, помещенные в научно-прикладной справочник "Засушливые явления", показывают, что какая-либо закономерность в распределении этих характеристик не прослеживается.

В свою очередь, такой показатель засушливых явлений, как число суток с относительной влажностью воздуха 30 % и менее, имеет сложный характер распределения по территории Казахстана. Так, в теплый период года в северных и центральных областях республики отмечается два максимума числа суток с относительной влажностью воздуха 30 % и менее, (рис. 4а). Первый и более значительный пик наблюдается во второй половине мая, второй приходится на конец августа - начало сентября. На юге республики максимальное число суток за декаду (8-10) с относительной влажностью воздуха 30% и менее наблюдается с мая по сентябрь с некоторым увеличением в июле - августе (рис. 4б).

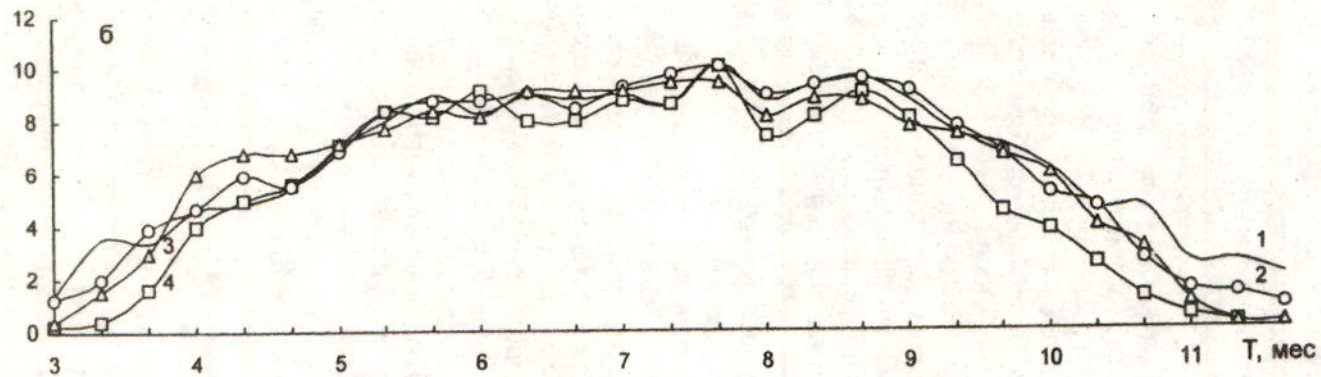
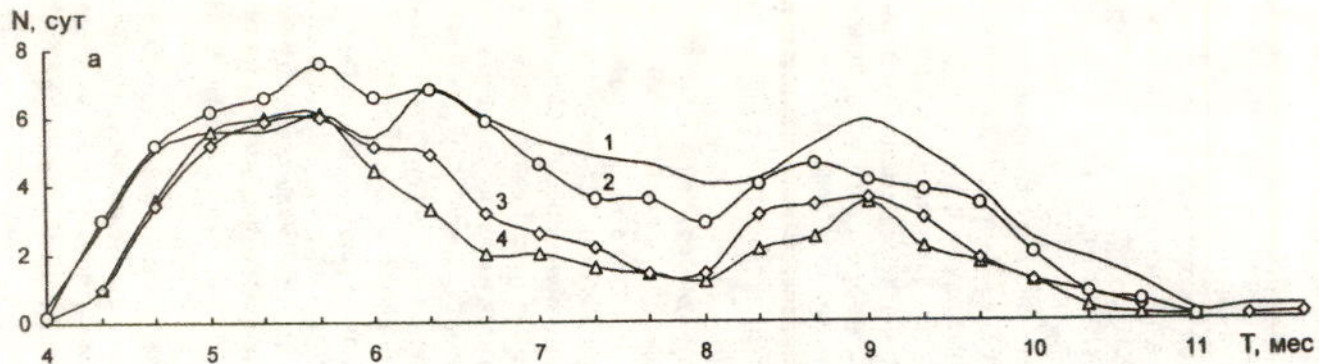


Рис. 4. Число суток с относительной влажностью воздуха 30 % и менее:
 а) метеостанции северных и центральных областей: 1 - Пресногорьевка; 2 - Рузаевка; 3 - Успенка; 4 - Корнеевка.
 б) метеостанции южных областей: 1 - Жамбыл; 2 - Аккудук; 3 - Бетпак-Дала; 4 - Орнбасар.

По показателю увлажнения Г.Т. Селянинова (ГТК) засухи на территории Казахстана приходится на май - август, их интенсивность имеет зональное распределение. Так, в северных областях республики в мае - июне наиболее вероятно наступление полусушливых периодов (ГТК от 0,5 до 0,7). В июле - августе повышается вероятность интенсивных атмосферных засух ($ГТК \leq 0,4$).

В подготовленном к изданию научно-прикладном справочнике "Засушливые явления", помимо сведений об атмосферных засухах, помещены данные и о почвенных засухах, наблюдающихся в различные периоды вегетации кукурузы, озимой и яровой пшеницы. В таблицы включены данные о числе декад с почвенной засухой как по месяцам, так и за отдельные периоды вегетации культур в слоях почвы 0-20 и 0-100 см с учетом различных критериев увлажнения почвы. В связи с физико-географическими особенностями расположения метеорологических станций, микрорельефа местности, большой пестротой почв и рядом других существенных причин закономерность в распределении числа засушливых декад с почвенной засухой по территории Казахстана не прослеживается (аналогично вероятности начала бездождных периодов различной продолжительности). Кроме того, на юге республики вредное влияние засух снижается за счет поливов. Более подробную информацию о почвенных засухах по метеорологическим станциям и постам можно почерпнуть из таблиц научно-прикладного справочника "Засушливые явления".

По сравнению с почвенными засухами суховеи, как это показывают данные, помещенные в Справочник, имеют выраженную закономерность в распределении по территории и во времени. Так, суховеи слабой и средней интенсивности ежелекадно наблюдаются практически повсеместно с апреля по сентябрь, а в южных районах республики и по октябрь включительно. Максимальное число суток за каждую декаду с суховеями различной интенсивности приходится на июнь - начало сентября. Летом в северных областях интенсивные суховеи в среднем наблюдаются сутки за декаду, в центральных и южных 1-2 суток в среднем за декаду. Продолжительность очень интенсивных суховеев незначительная - менее суток за декаду. Максимальная продолжительность интенсивных и очень интенсивных суховеев (4 и более суток за декаду) наблюдается на юге Южно-Казахстанской области. Число суток с суховеями различной интенсивности по двум метеорологическим станциям, расположенным в разных природно-климатических зонах, показано на рис. 5.

В вероятности распределения суховеев различной продолжительности и интенсивности по территории также прослеживается определенная закономерность. Так, в умеренно влажной и влажной зонах Северного Казахстана суховеи средней интенсивности продолжаются 2-4 суток в основном в июне - июле. Суховеи продолжительностью 5-7 суток наблюдаются здесь редко, всего 1-2 раза в 20 лет. Интенсив-

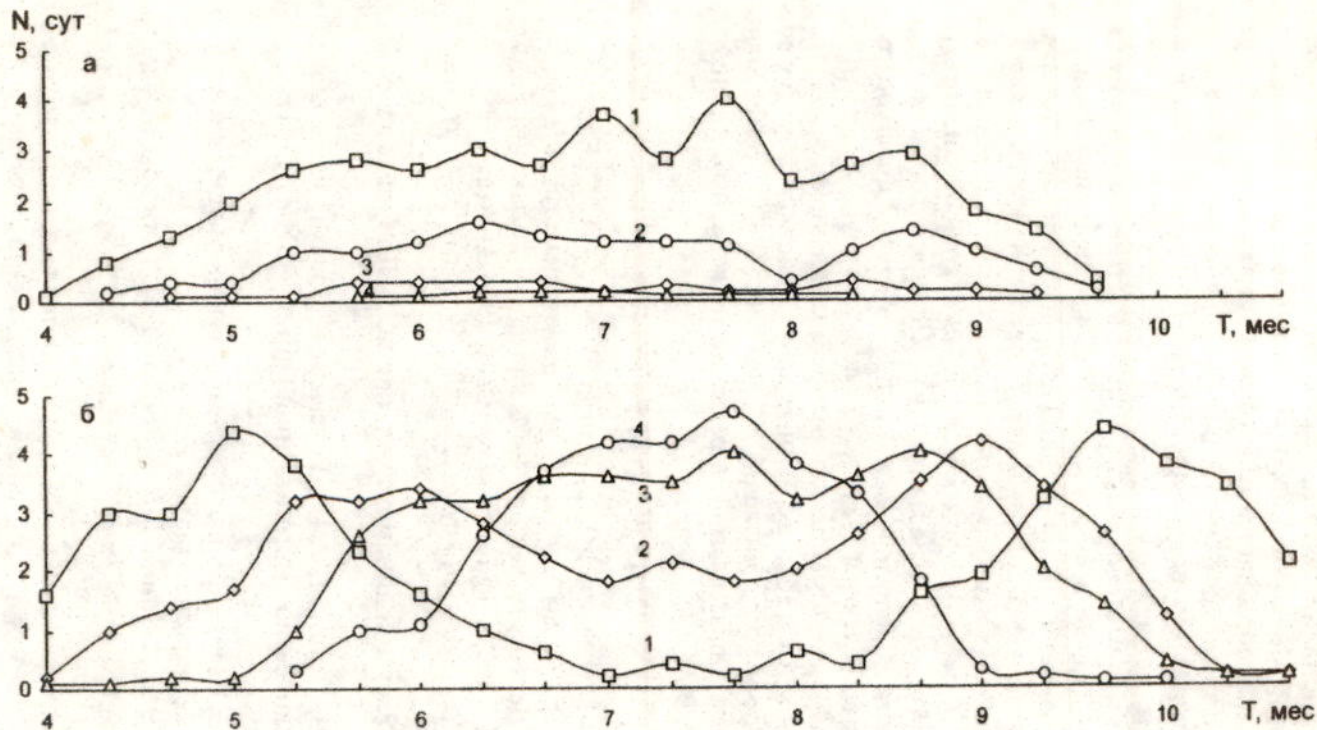


Рис. 5. Число суток с засухами различной интенсивности по данным М Костанай (а) и Байркум (б): 1 - слабый; 2 - средний; 3 - интенсивный; 4 - очень интенсивный.

ные и очень интенсивные суховеи, независимо от продолжительности, наблюдаются в этой зоне исключительно редко. В умеренно засушливой и засушливой зонах повышается вероятность начала периодов с суховеями средней интенсивности на 2-4 суток в июне - июле. Также заметно увеличивается частота появления и продолжительность интенсивных, а в некоторых случаях, и очень интенсивных, суховеев. В зоне пустынь суховеи средней интенсивности и продолжительности 2-4 суток - обычное явление. Также велика вероятность наступления периодов с интенсивными суховеями, 9 лет из 10. Очень интенсивные суховеи могут наблюдаться здесь 1-3 раза в 20 лет. В предгорье южных областей вероятность начала суховеев средней интенсивности и продолжительности 2-4 суток в июне - июле составляет 7-9 лет из 10. Значительно реже, 3-5 раз в 10 лет, наблюдаются интенсивные суховеи такой же продолжительности. Средние и интенсивные суховеи с продолжительностью 5-7 суток встречаются 2-3 раза в 20 лет.

Сведения о закономерностях распределения засушливых явлений по территории и их количественные характеристики помогут специалистам различного профиля, в том числе и оперативно-производственных подразделений, в решении инженерных и прикладных задач [6, 20, 22].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропогенные изменения климата / И.И. Борзенкова, Н.И. Будыко, Э.К. Бютнер и др. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 407 с.
2. Байдал М.Х. Долгосрочные прогнозы погоды и колебаний климата Казахстана. Ч. 1 и 2. - Л.: Гидрометеиздат, 1964. - 446 с.
3. Бучинский И.Е. Засухи и суховеи. - Л.: Гидрометеиздат, 1976. - 214 с.
4. Дроздов О.А. Засухи и динамика увлажнения. - Л.: Гидрометеиздат, 1980. - 96 с.
5. Логинов В.Ф., Неушкин А.И., Рочева Э.В. Засухи, их возможные причины, предпосылки, предсказания: Обзор // ВНИИГМИ - МЦД. - Обнинск, 1976. - 72 с.
6. Монокрович Э.И. Гидрометеорологическая информация в народном хозяйстве. - Л.: Гидрометеиздат, 1980. - 175 с.
7. Монокрович Э.И., Тулина Л.П., Чичасов Г.Н. О проблеме адаптации народного хозяйства Казахстана к изменениям климата // Вестн. АН КазССР. - 1990. - № 10 - С. 44-51.
8. Об исследовании влияния глобального потепления на природные ресурсы и экономику Казахстана и действиях по смягчению негативных последствий возможных изменений климата / И.Б. Есеркепова, О.В. Пилифосова, Г.Н. Чичасов, А.М. Шамен // Гидрометеорология и экология. - 1996. - № 2 - С. 58-75.
9. Педь Д.А. О показателе засух и избыточного увлажнения // Тр. Гидрометцентра СССР. - 1975. - Вып. 156. - С. 19-38.

10. Покровская Т.В. Синоптико-климатические и гелиогеофизические долгосрочные прогнозы погоды. - Л.: Гидрометеиздат, 1969. - 254 с.
11. Раунер Ю.Л. О периодичности засух на территории зерновых районов СССР // Изв. АН СССР. Сер. геогр. - 1976. - № 6. - С. 37-54.
12. Раунер Ю.Л. Климат и урожайность зерновых культур. - М.: Наука, 1981. - 163 с.
13. Руденко А.И. Типы засух вегетационного периода и их характеристика // Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость и влияние на урожай. - Л.: Гидрометеиздат, 1958. - С. 46-53.
14. Сазонов Б.И. Суровые зимы и засухи. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 240 с.
15. Селянинов Г.Т. Происхождение и динамика засух // Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость и влияние на урожай. - Л.: Гидрометеиздат, 1958. - С. 5-30.
16. Утешев А.С. Атмосферные засухи и их влияние на природные явления. - Алма-Ата: Наука, 1972. - 176 с.
17. Федоров Е.К. Погода и урожай. - Л.: Гидрометеиздат, 1973. - 57 с.
18. Цубербиллер Е.А. Агрометеорологическая характеристика суховеев. - Л.: Гидрометеиздат, 1959. - 119 с.
19. Чичасов Г.Н. О пространственно-временной структуре крупных аномалий термического режима в Казахстане // Тр. КазНИИ Госкомгидромета. - 1987. - Вып. 96. - С. 47-63.
20. Чичасов Г.Н. Технология долгосрочных прогнозов погоды. - СПб.: Гидрометеиздат, 1991. - 304 с.
21. Шамен А. Гидрометеорология и мониторинг природной среды Казахстана. - Алматы: Галым, 1996. - 295 с.
22. Шамен А.М., Чичасов Г.Н. Об основных результатах и перспективах развития исследований в области гидрометеорологии и окружающей среды в Казахстане // Гидрометеорология и экология. - 1996. - № 4. - С. 7-28.
23. Шаменов А.М. Гидрометеорологическое обеспечение хозяйств Казахстана в условиях проведения экономических реформ // Гидрометеорология и экология. - 1996. - № 1. - С. 12-31.
24. Шаменов А.М. Об актуальных проблемах агрометеорологии Казахстана // Гидрометеорология и экология. - 1995. - № 4. - С. 60-75.
25. Шаменов А.М., Кожаметов П.Ж., Власенко Е.Ф. О распределении числа невыпасных суток для овец зимой в Восточном Приаралье // Гидрометеорология и экология. - 1995. - № 2. - С. 78-90.
26. Экология, климат и влияние их изменений на сельское хозяйство СССР / Ю.А.Израэль, А.Н.Каштанов, Е.С.Уланова и др. // Обеспеченность устойчивого развития сельскохозяйственного производства и борьба с засухой: Материалы сессии ВАСХНИЛ, Волгоград, 26-28 мая 1987. - М., 1988. - С. 39-70.

27. Arnigie B. Le point sur les changements climatiques // Acta geogr. (Fr.) - 1995. - № 102. - P. 5-16.
28. Chattopadhyay J., Singh G.P. Trends in surface air temperature over northern tropic and northern hemisphere during the past one hundred years // Indian J. Phys. B. - 1995. - Vol. 69, № 4. - P. 275-281.
29. Erda L. Agricultural vulnerability and adaptation to global warming in China // Water, Air, and Soil Pollut. - 1996. - Vol. 92, № 1-2. - P. 63-73.
30. Hulme M. Recent climatic change in the world's drylands // Geophys. Res. Lett. - 1996. - Vol. 23, № 1. - P. 61-64.
31. Nonhebel S. Effects of temperature rise and increase in CO₂ concentration on simulated wheat yields in Europe // Clim. Change. 1996. - Vol. 34, № 1. - P. 73-90.
32. Pate - Cornell E. Uncertainties in global climate change estimates // Clim. Change. - Vol. 33, № 2. - P. 145-149.
33. Vulnerability and Adaptation Assessment for Kazakstan. / O.V.Pilifosova, I.B.Eserkepova, S.V.Mizina, G.N.Chichasov et. al. / Joel B. Smith et.al. (Ed.) // Vulnerability and adaptation to climate change. A synthesis of results from the US Country Studies Program, 1996. - P. 161-181.

Агентство по гидрометеорологии и мониторингу
природной среды Минэкобиоресурсов

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ҚҰРҒАҚШЫЛЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАРДЫ ЗЕРТТЕУ ТУРАЛЫ

Экон. ф. канд. А.М. Шәмен

Көптеген ғалымдардың зерттеулерін сынды талдау арқасында атмосфералық, топырақтық қуаңшылықтың және аңызак желдің түсініктемелеріне анықтама берілді және олардың гидрометеорологиялық жағдай бойынша пайда болуы және қайталануы қарастырылды. Қуаңшылық пен аңызак желдің белгілеріне байланысты әр түрлері келтірілді. Экобиоресурстар министрлігінің гидрометеорология және табиғи ортаның мониторингі жөніндегі Агенттікте жарыққа шығарылуға дайындалған “Қуаңшылық құбылыстары” атты ғылыми-қолданбалы анықтамаға шолу берілген. Анықтамаға кіргізілген мәліметтер әртүрлі саладағы мамандарға практикалық іс жүргізу кезінде көмегін тигізеді.