

В. П. Садоков, В. Ф. Козельцева, Н. Н. Кузнецова

СТАТИСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ S_a ДЛЯ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ УВЛАЖНЕННОСТИ И ЗАСУШЛИВОСТИ ПО ОСНОВНЫМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ РАЙОНАМ РОССИИ И БЕЛАРУСИ

В данной работе оценены условия атмосферной увлажненности и засушливости при помощи показателя засух и избыточного увлажнения (S_a), предложенного Д. А. Педем [1].

Для рассмотрения указанных условий привлекались данные 23 станций (рис. 1), расположенных в основных сельскохозяйственных районах (17 станций на территории России и 6 — в Беларуси), за апрель—август 1949—2005 гг. (57 лет). Здесь высеивают различные культуры, раз-

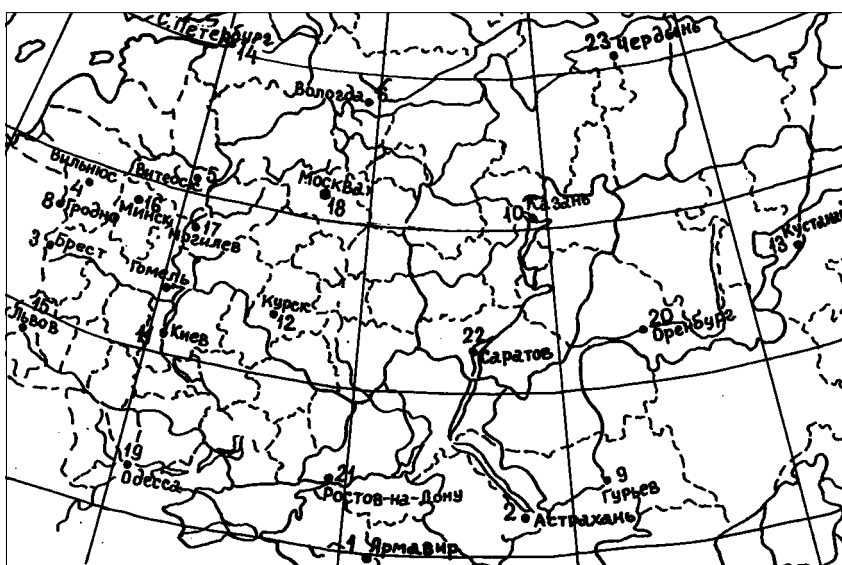


Рис. 1. Станции, привлеченные к исследованиям режима увлажнения.

1 — Армавир, 2 — Астрахань, 3 — Брест, 4 — Вильнюс, 5 — Витебск, 6 — Вологда, 7 — Гомель, 8 — Гродно, 9 — Гурьев, 10 — Казань, 11 — Киев, 12 — Курск, 13 — Кустанай, 14 — Санкт-Петербург, 15 — Львов, 16 — Минск, 17 — Могилев, 18 — Москва, 19 — Одесса, 20 — Оренбург, 21 — Ростов-на-Дону, 22 — Саратов, 23 — Чердынь.

вите и созревание которых зависят от условий увлажнения и засушливости.

Значения средних S_a распределены нами следующим образом:

- в группу увлажненных случаев включены $S_a \leq -0,1$;
- в группу засушливых случаев включены $S_a \geq 0$;
- к избыточному увлажнению отнесены $S_a \leq -2,0$;
- к засухам отнесены $S_a \geq 2,0$.

Привлекая фактические данные S_a [2] по выбранным станциям для каждого месяца в отдельности за май—август 1949—2005 гг., мы определяли:

- средние и экстремальные значения по изучаемой территории,
- распределение по градациям,
- случаи с избыточным увлажнением ($S_a \leq -2,0$) и засухой ($S_a \geq 2,0$).

Эти сводные данные приведены в таблице.

Анализ данных таблицы за апрель показал, что за 57 лет к увлажненным ($S_a \leq -0,1$) относятся 20 случаев, а к засушливым ($S_a \geq 0$) — 37 случаев. При этом лет с избыточным увлажнением (среднее $S_a \leq -2,0$) не отмечено, а засуха (среднее $S_a \geq 2,0$) была в 1951 и 2000 гг. Минимальное среднее значение ($S_a = -1,5$) отмечено в 1958 и 1987 гг., а максимальное среднее ($S_a = 2,5$) — в 2000 г. Абсолютный минимум ($S_a = -5,5$) отмечен в 1958 г. в Оренбурге, абсолютный максимум ($S_a = 6,1$) — в 2000 г. в Гомеле.

В мае по сравнению с апрелем увеличивается число случаев увлажнения (вместо 20 их стало 26) и уменьшается число случаев засух (с 37 до 31).

Средние значения $S_a \leq -2,0$, соответствующие увлажнению, в апреле и мае не отмечаются, а средние $S_a = 2,0$, соответствующие засухе, были в мае 1979 г. Минимальное среднее значение $S_a = -1,5$ отмечено в 1965 г., а максимальное ($S_a > 2,0$) — в 1979 г. Абсолютный минимум ($S_a = -5,1$) наблюдался в 1956 г. в Кустанае и в 2000 г. в Гурьеве, а абсолютный максимум ($S_a = 5,1$) — в 1959 г. в Кустанае.

Условия в июне по распределению рассматриваемых данных близки к апрельским и майским. Увлажненные условия ($S_a \leq -0,1$) отмечены в 23 годах, а засушливые ($S_a \geq 0,0$) — в 34 годах. Избыточное увлажнение ($S_a \leq -2,0$) не отмечалось, а засуха ($S_a \geq 2,0$) была 3 раза (в 1964, 1998 и 1999 гг.). Минимум средних ($S_a = -1,5$) отмечен в 1993 г., а максимум ($S_a = 2,4$) — в 1998 г. Экстремальными по условиям оказались 1979 г. ($S_a = -5,1$ — переувлажнение) и 1981 г. ($S_a = 5,0$ — засуха), оба случая наблюдались в Кустанае.

Увлажненные условия ($S_a \leq -0,1$) в июле отмечены для 16 лет, в августе — для 18 лет. Избыточное увлажнение ($S_a \leq -2,0$) для этих месяцев

Средние и экстремальные значения S_a по 23 станциям России и Беларуси за 57 лет (апрель—август 1949—2005 гг.)

| Характеристика | Число случаев (или значение S_a) | Год | Станция | Характеристика | Число случаев (или значение S_a) | Год | Станция |
|--------------------------------|---|------------|------------------|---------------------------------|---|------------------|----------|
| | | | | | | | |
| Увлажненность | | | | | | | |
| <i>Апрель</i> | | | | | | | |
| Среднее $S_a \leq -0,1$ | 20 | — | — | Среднее $S_a \geq 0$ | 37 | — | — |
| Среднее $S_a \leq -2,0$ | — | — | — | Среднее $S_a \geq 2,0$ | 2 | 1951, 2000 | — |
| Минимум из средних значений | -1,5 | 1958, 1987 | — | Максимум из средних значений | 2,5 | 2000 | — |
| Абсолютный минимум по станциям | -5,5 | 1958 | Оренбург | Абсолютный максимум по станциям | 6,1 | 2000 | Гомель |
| <i>Май</i> | | | | | | | |
| Среднее $S_a \leq -0,1$ | 26 | — | — | Среднее $S_a \geq 0$ | 31 | — | — |
| Среднее $S_a \leq -2,0$ | — | — | — | Среднее $S_a \geq 2,0$ | 1 | 1979 | — |
| Минимум из средних значений | -1,5 | 1965 | — | Максимум из средних значений | 2,0 | 1979 | — |
| Абсолютный минимум по станциям | -5,1 | 1956, 2000 | Кустанай, Гурьев | Абсолютный максимум по станциям | 5,1 | 1979 | Кустанай |
| <i>Июнь</i> | | | | | | | |
| Среднее $S_a \leq -0,1$ | 23 | — | — | Среднее $S_a \geq 0$ | 34 | — | — |
| Среднее $S_a \leq -2,0$ | — | — | — | Среднее $S_a \geq 2$ | 3 | 1964, 1998, 1999 | — |
| Минимум из средних значений | -1,5 | 1993 | — | Максимум из средних значений | 2,4 | 1998 | — |
| Абсолютный минимум по станциям | -5,1 | 1979 | Кустанай | Абсолютный максимум по станциям | 5,0 | 1981 | Вильнос |

Окончание таблицы

| Характеристика | Число случаев (или значение SiУ) | Год | Станция | Характеристика | Число случаев (или значение SiУ) | Год | Станция |
|---|--|--------------|------------|---|--|---|-------------|
| | | | | | | | |
| Увлажненность | | | | | | | |
| <i>Июль</i> | | | | | | | |
| Среднее SiУ $\leq -0,1$ Среднее SiУ $\leq -2,0$ | 16 — | — — | — — | Среднее SiУ ≥ 0 Среднее SiУ $\geq 2,0$ | 41 6 | 1959,1972, 1999,2001, 2002,2005 2002 | — — |
| Минимум из средних значений Абсолютный минимум по станциям | -1,5 -4,6 | 1993 1986 | — Курск | Максимум из средних значений Абсолютный максимум по станциям | 3,5 6,1 | 2002 2002 | — Гомель |
| <i>Август</i> | | | | | | | |
| Среднее SiУ $\leq -0,1$ Среднее SiУ $\leq -2,0$ | 18 — | — — | — — | Среднее SiУ ≥ 0 Среднее SiУ $\geq 2,0$ | 39 4 | — 1951,1972, 2001,2002 1951 | — — |
| Минимум из средних значений Абсолютный минимум по станциям | -1,5 -5,4 | 1987 1987 | — Брест | Максимум из средних значений Абсолютный максимум по станциям | 2,6 5,1 | 1951 1951 | — Брест |

не отмечено. Минимум средних ($S_a = -1,5$) отмечен в июле 1993 и августе 1987 гг. Однако на отдельных станциях абсолютный минимум понижался в июле до $-4,6$ (Курск, 1986 г.), а в августе — до $-5,4$ (Брест, 1987 г.).

Засушливость (средние значения $S_a \geq 0,0$) отмечалась в июле для 41 года, в августе — для 39 лет. Засухи ($S_a \geq 2,0$) были в июле для 6 лет (1959, 1972, 1999, 2001, 2002 и 2005 гг.), а в августе — только для 4 лет (1951, 1972, 2001 и 2002 гг.). Максимум средних отмечен в июле 2002 г. ($S_a = 3,5$) и в августе 1951 г. ($S_a = 2,6$). Абсолютный максимум увеличился в июле до $6,1$ (Гомель, 2002 г.), а в августе — до $5,1$ (Брест, 1951 г.).

С целью установить свойства временных рядов S_a определялись положение тренда и 95 %-й доверительный интервал. Построены графики трендов распределения S_a за апрель—август по трем периодам:

- 1) 1949—2005 гг. (57 лет),
- 2) 1949—1976 гг. (29 лет),
- 3) 1977—2005 гг. (28 лет).

В большинстве случаев тренды оказались незначимыми. К значимым относятся тренды для июня в 1949—1976 гг.; а для апреля, июня, июля и августа — в 1977—2005 гг.

В качестве примера приведены графики трендов S_a за июнь 1949—1976 гг. и 1977—2005 гг. (рис. 2). Из рис. 2 *а* видно, что с 1949 по 1976 г. засушливость уменьшается, так в 1949 г. значение тренда равно $0,6$, а в 1976 г. — $0,1$. Доверительный интервал колебался в 1949 г. от 0 до $1,3$, а в 1977 г. от $-0,7$ до $0,7$.

Для периода 1977—2005 гг. (см. рис. 2 *б*) в июне отмечена тенденция увеличения засушливости. В 1977 г. значение тренда составило $-0,2$,

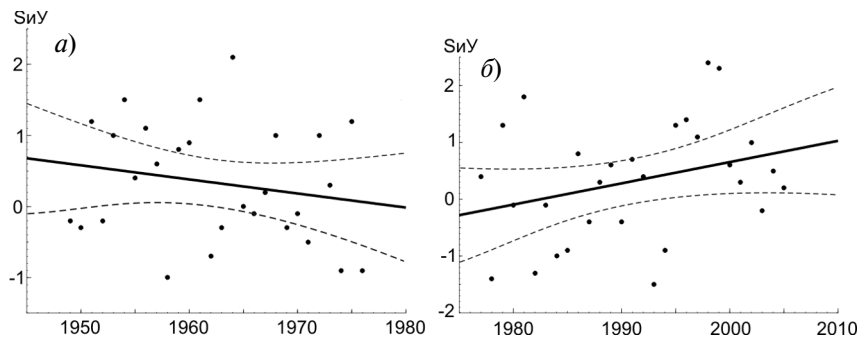


Рис.2. Тренд июньских значений SiУ (сплошная линия) и 95 %-й доверительный интервал (пунктир) для 1949—1976 гг. (а) и 1977—2005 гг. (б).

а в 2005 г. оно увеличилось до 0,8. Доверительный интервал 1977 г. изменялся от $-1,0$ до $0,6$, а в 2005 г. — от $0,1$ до $1,5$.

Таким образом, из данных таблицы следует, что избыточное увлажнение ($S_a \leq -2,0$) не имело места, а засуха ($S_a \geq 2,0$) относится к редкому явлению: от 1 раза (в мае) до 6 (в июле). Тренд и 95 %-й доверительный интервал оказались незначимыми.

В заключение отметим, что в данной работе проведен анализ данных для сравнительно большой территории, на которой установить хорошую связь средних значений S_a с наличием зоны засух или избыточного увлажнения не всегда удается. Для меньших районов такая связь прослеживается более четко.

Обратим внимание на различие числа станций, на которых отмечены значения $S_a \geq 2,0$ и с $S_a \leq -2,0$. В первом случае речь идет об условиях формирования засух, которые связаны, как правило, с возникновением блокирующих ситуаций в нижней тропосфере и у земной поверхности. Такие ситуации обычно наиболее стационарны (охватывают значительный период времени и большую территорию) и поэтому, если засуха возникает, то она регистрируется на 20—30 % станций. Что касается избыточного увлажнения в теплый период года, то оно связано в основном с циклонической деятельностью, динамические характеристики которой неустойчивы и редко охватывают большие районы и длительный период времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Педь Д. А. О показателе засухи и избыточного увлажнения // Тр. ГМЦ СССР. — 1975. — Вып. 156. — С. 19—38.
2. Садоков В. П., Неушкин А. И., Козельцева В. Ф., Кузнецова Н. Н. Летняя засуха (май—август 1949—1999 г.) на территории бывшего СССР// Тр. ГМЦ РФ. — 2001. — Вып. 336. — С. 3—33.