

Исследование предикторов для прогноза атмосферных засух

Для разработки методик прогноза засух применяют различные параметры, идентифицирующие засуху, как метеорологическое явление [1]. В Гидрометцентре России таковыми являются параметры Д.А. Педя (S_i) и Селянинова (ГТК). Опыт использования этих параметров для прогноза засух и потерь урожая, говорит о том, что более эффективно они работают, если их осреднять по большим регионам (экономическим районам).

Для параметра S_i в отдельных пунктах был установлен критерий $S_i \geq 2.0$ [2], при котором считалось, что в данном месяце наблюдалась атмосферная засуха. Естественно предположить, что в среднем по региону эта величина меньше. При этом должно быть определенное соответствие между средним S_i по району (\bar{S}_i) и фактическим распространением засухи ($S_i \geq 2.0$) внутри района.

Располагая ежемесячными данными S_i за май-август 1950-2000 гг. по станциям 7 экономических регионов России (рис.1), анализировались повторяемости средних значений \bar{S}_i , их максимум и территория (%), охваченная атмосферной засухой ($S_i \geq 2.0$). На примере Центрального региона (на рис.1 обозначен цифрой 2), в который входят города: Смоленск, Брянск, Ярославль, Кострома, Иваново, Тверь, Владимир, Москва, Калуга, Тула, Рязань, Орел, были исследованы выше указанные параметры. Проследим поведение средних значений S_i в динамике по времени с мая по август (рис.2-5 верхний график). Оказалось, что если в мае $\bar{S}_i \geq 2.0$ наблюдалось только в 1963 и 1979 г., то в июне - в 1961, 1964, 1995, 1998 и 1999 гг., в июле – в 1951, 1955, 1972, 1985, 1996 и 1997 гг., а в августе – в 1951, 1955, 1972, 1985, 1996 и 1997 гг. Максимальные значения $S_i \geq 2.0$ (рис.2-5 средний график) для всех месяцев отмечались более, чем в 10 годах (11-15 лет). При этом величина параметра S_i достигала значения 4.0 (июнь 1999 г., июль и август 1972 г.).

Анализ также показал, что наблюдаются случаи, когда S_i было более 2.0, а территория, охваченная засухой, составляла менее 50% (рис.2-5 нижний график). Например, в 1981, 1995 гг.

Кроме того, за исследуемый период изучалась продолжительность засух. Так, майская засуха никогда не переходила в июньскую. Июньская засуха переходила в июльскую в 1964 и 1999 гг., а июльская в августовскую – в 1972 и 1997 гг. Три месяца подряд это явление продолжалось в 1995 г. (май-июль), в 1954, 1972 и 1981 гг. (июнь-август).

Если предположить, что модель прогноза S_i построена на регрессии, то, естественно, прогностические значения будут сглажены, и в массиве \bar{S}_i необходимо искать другие критерии наличия засух.

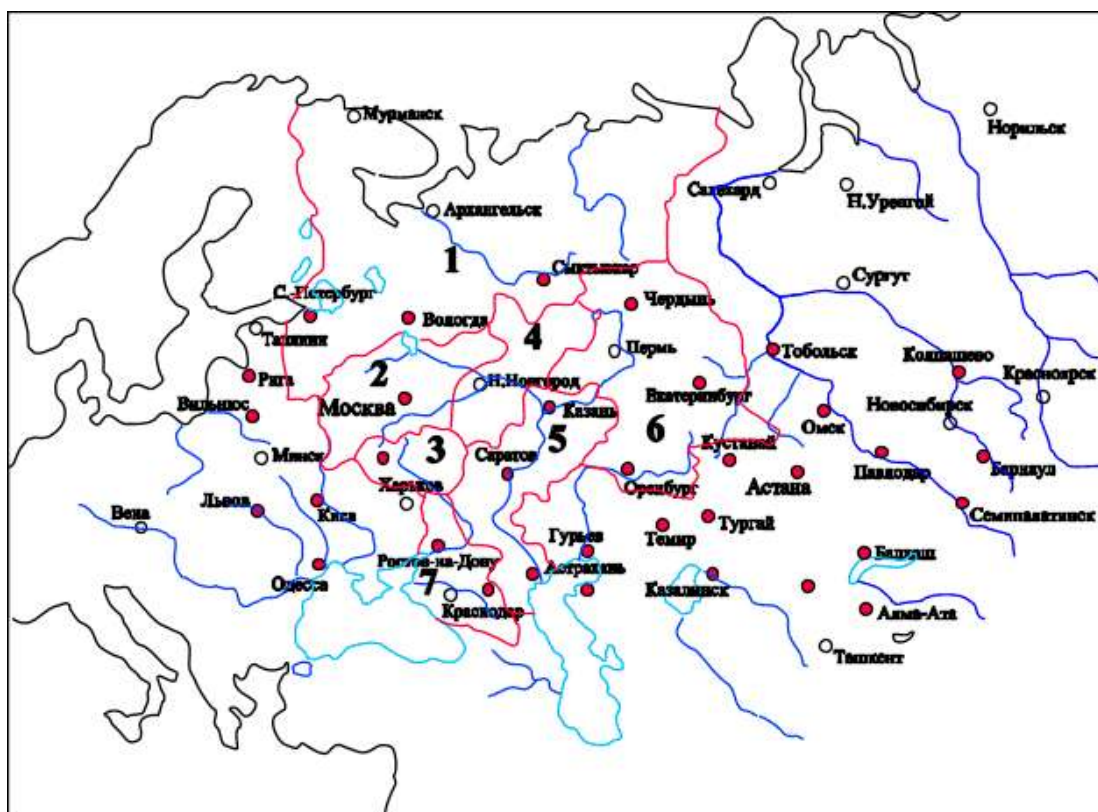


Рис.1. Экономические регионы, привлеченные к изучению атмосферной засухи

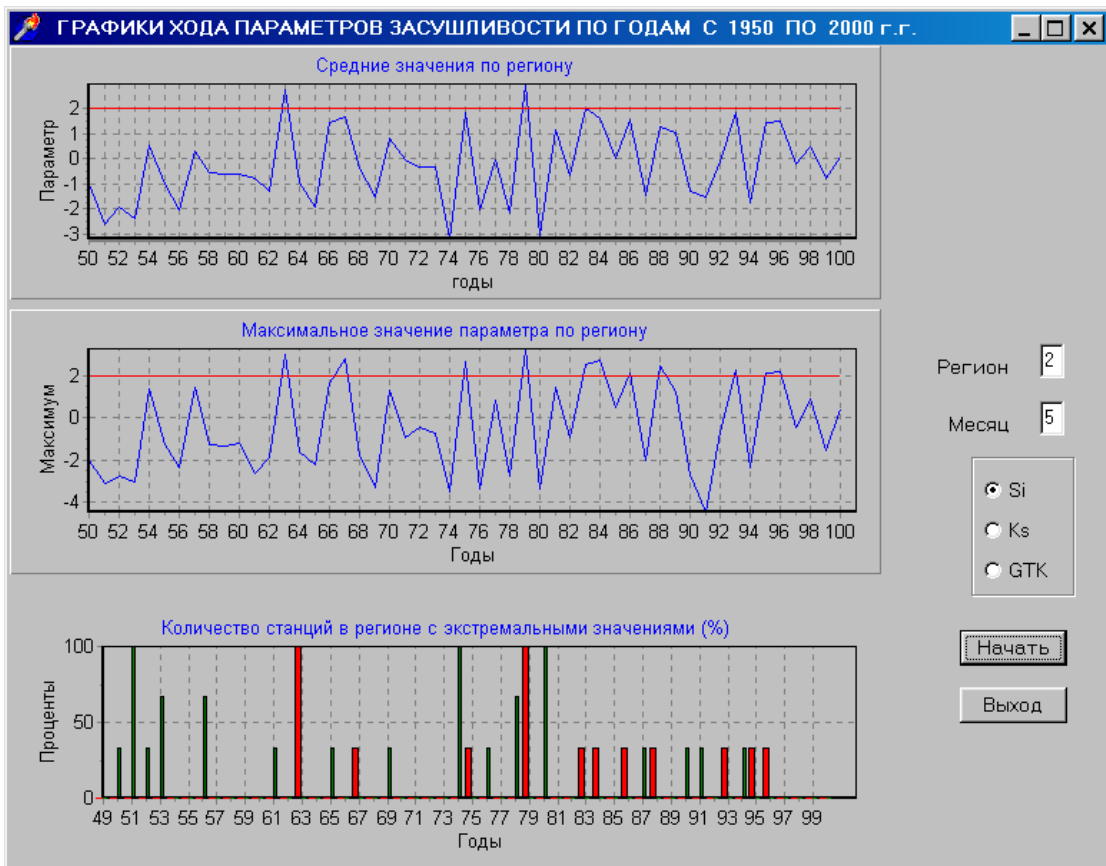
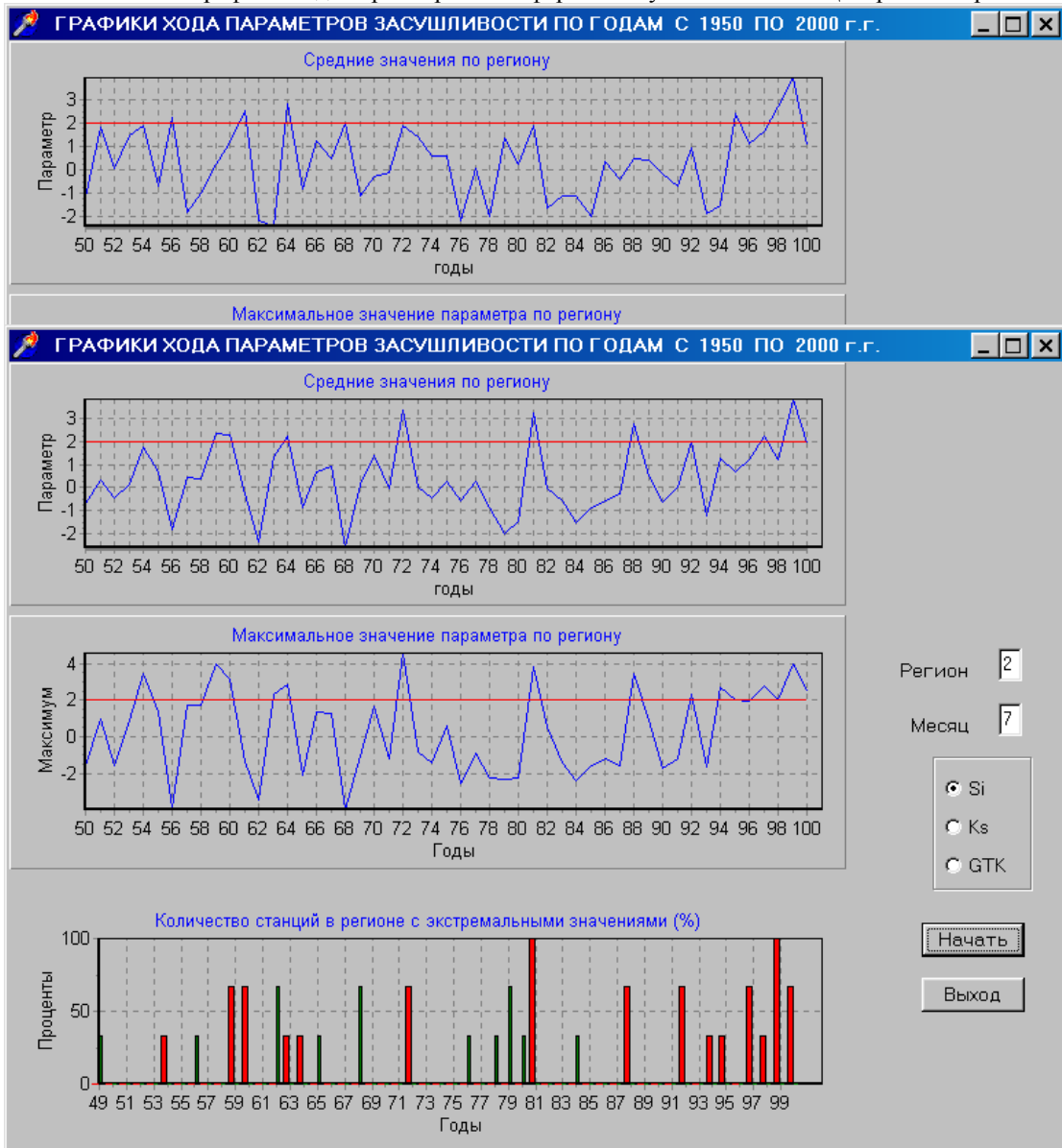


Рис.2. Графики хода параметра атмосферной засушливости Si в Центральном регионе в мае



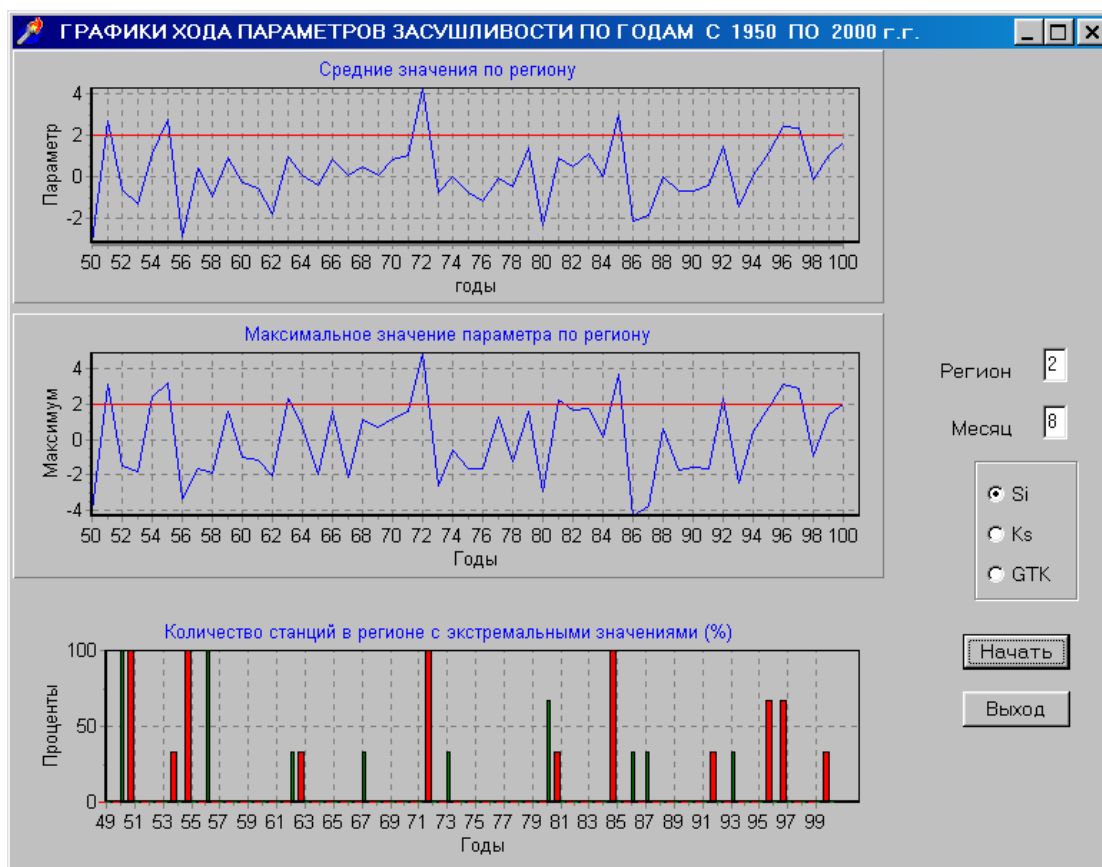


Рис.5. Графики хода параметра атмосферной засушливости Si в Центральном регионе в августе

Перейдем к анализу связи атмосферной засухи ($Si \geq 2.0$) с другими метеорологическими показателями: ГТК; средней месячной температурой воздуха (\bar{T}_m); числом дней в месяце, когда аномалия температуры воздуха была 5°C и более ($\Delta T \geq 5^\circ\text{C}$); количеством осадков в месяце (R_m) и числом дней в месяце с $R=0$. Для исследования были отобраны 24 репрезентативные станции, расположенные южнее 60° с.ш. и к востоку от западной границы бывшего Советского Союза до Енисея, захватывая ряд станций северного Казахстана. Анализ проводился на ряде данных за май-август 1949-2000 гг.

Рассмотрим связь параметра засухи $Si \geq 2.0$ и показателя ГТК, который используется агрометеорологами в оперативной работе, на примере мая. По каждой отобранной станции выявлялось число случаев совпадения атмосферной засухи ($Si \geq 2.0$) с почвенной (ГТК) по трем градациям: 0.1-0.3 – очень сильная почвенная засуха, 0.4-0.6 – сильная почвенная засуха и 0.7-0.8 – средняя почвенная засуха (см.таблицу).

**Совпадение (число лет) атмосферной засухи ($Si \geq 2.0$) с засухой по ГТК
для мая за 1949-2000 гг.**

Станция	Σ лет с $Si \geq 2.0$	Градации ГТК		
		0.1-0.3	0.4-0.6	0.7-0.8
Армавир	8	4	3	1
Астана	11	11	-	-
Астрахань	5	5	-	-
Вильнюс	5	1	4	-
Вологда	7	2	2	3
Гурьев	5	4	1	-
Екатеринбург	6	1	3	2
Казань	8	8	-	-
Киев	7	4	3	-

Колпашево	-	-	-	-
Курск	6	5	1	-
Кустанай	9	9	-	-
Львов	4	-	4	-
Москва	5	3	2	-
Одесса	7	4	3	-
Омск	7	6	1	-
Оренбург	7	7	-	-
Рига	6	2	3	1
Ростов	7	6	1	-
С.-Петербург	7	2	3	2
Саратов	7	7	-	-
Семипалатинск	9	9	-	-
Сыктывкар	-	-	-	-
Тобольск	-	-	-	-

Полное совпадение $Si \geq 2.0$ с первой градацией ГТК отмечалось на 7 станциях: Астана, Астрахань, Казань, Кустанай, Оренбург, Саратов и Семипалатинск. Для других станций наблюдается частичное совпадение количества засух ($Si \geq 2.0$) не только с первой градацией ГТК, но и со второй. К ним относятся станции: Вилуйск, Гурьев, Киев, Курск, Москва, Одесса, Омск, Ростов. Среди последних в Курске, Гурьеве и Ростове вторая градация ГТК отмечалась один раз, в остальных – распределение между первой и второй градациями были равновероятны, за исключением Вилуйска, где преобладала вторая градация ГТК. На остальных станциях присутствуют все три градации. Это в основном станции северной части рассматриваемого района: Вологда, Екатеринбург, Рига, С.-Петербург.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что для южной части изучаемого региона в мае имеется хорошее согласование между числом случаев с $Si \geq 2.0$ и первой градацией показателя ГТК (очень сильная почвенная засуха).

Важной характеристикой атмосферной засухи является температура воздуха. Считается, что засуха наступает при устойчивом переходе температуры воздуха через $+10^{\circ}\text{C}$, поэтому анализировались данные станций со средней месячной температурой воздуха (норма) выше $+10^{\circ}\text{C}$. Таких станций в мае оказалось в изучаемом районе 22, а указанная норма (1961-1990гг.) находится в пределах от $+10^{\circ}$ до $+19^{\circ}\text{C}$ (рис.6). На рис.7 представлено распределение по территории максимального числа дней с $\Delta T \geq 5^{\circ}\text{C}$ при $Si \geq 2.0$ в мае. Из рисунка видно, что в Саратове таких дней 21, а в центральной части региона – 15-20. Это объясняется значениями норм температуры воздуха на этих станциях в рассматриваемом месяце. В Западной Сибири $\Delta T \geq 5^{\circ}\text{C}$ бывает гораздо реже (13-15 дней), т.к. здесь норма $\approx +12^{\circ}\text{C}$. На юге месячные температуры воздуха довольно высокие ($15-19^{\circ}\text{C}$) и вероятно, более устойчивы. Число дней с $\Delta T \geq 5^{\circ}\text{C}$, естественно, уменьшается до 6-12, а в Астрахани до 3. Очень часто они формируют засушливость. Поскольку нормы у них высокие, то аномалии температуры воздуха невелики, а следовательно, и Si менее 2.0.

Рис.7. Максимальное число дней с $\Delta T \geq 5^\circ\text{C}$ при $Si \geq 2.0$ в мае за период 1949-2000 гг.

Распределение среднего многолетнего количества осадков (мм), вычисленного за май 1961-1990гг., представлено на рис.8. Наибольшее количество осадков (более 50 мм) в мае выпадает на юге европейской территории России. К северу и востоку их величина уменьшается до 30 мм, а на станциях северного Казахстана менее 30 мм.

Важно знать число дней без осадков при засухе (рис.9). Оказалось, что при $Si \geq 2.0$ часто в мае осадки отсутствовали целый месяц. Минимальное число дней без осадков при засухе в центральной части изучаемой территории равно 25-29 и только во Львове – 18, а в Барнауле – 14 дней. На остальной территории оно колеблется от 20 до 25 дней.

Исследование показателя ГТК для мая показало, что при атмосферной засухе ($Si \geq 2.0$) параметр ГТК также указывает на очень сильную и сильную почвенную засуху ($ГТК=0.1-0.6$). Средняя месячная температура воздуха в это время была выше нормы, а число дней с $\Delta T \geq 5^{\circ}C$ (по ежедневным данным) не превышало 15. Осадки были меньше нормы, а минимальное количество дней без осадков составляло 25-29 дней.

Аналогичный анализ материала проведен за июнь-август. Отметим, что если в мае полное совпадение значений $Si \geq 2.0$ (атмосферная засуха) с первой градацией ГТК (очень сильная почвенная засуха) отмечалось на 7 станциях, то в июне – на 8, в июле и августе – на 9. При этом оказалось, что наибольшая повторяемость (более 80%) совпадения $Si \geq 2.0$ и ГТК первой градации отмечалась за лето (май-август) 1949-2000 гг. (рис.10) в южных районах европейской территории России и Западной Сибири, в Среднем и Нижнем Поволжье, на северо-западе и крайнем севере Казахстана. Севернее и западнее указанной выше территории повторяемость таких совпадений уменьшается и минимум составил в Сыктывкаре 48%, Екатеринбурге – 39%, Вильнюсе – 43% и Львове – 35%.

Средняя месячная температура воздуха за июнь-август 1961-1990гг. (норма) от мая к июлю постепенно повышается, а затем к августу начинает понижаться. Ее максимум отмечается в июле на станциях Армавир ($25.3^{\circ}C$), Астрахань ($25.2^{\circ}C$), Гурьев ($26.2^{\circ}C$). Максимальное число дней с $\Delta T \geq 5^{\circ}C$ за месяц при засухе составило более 15 дней в центре изучаемого региона и менее 10 дней на юге.

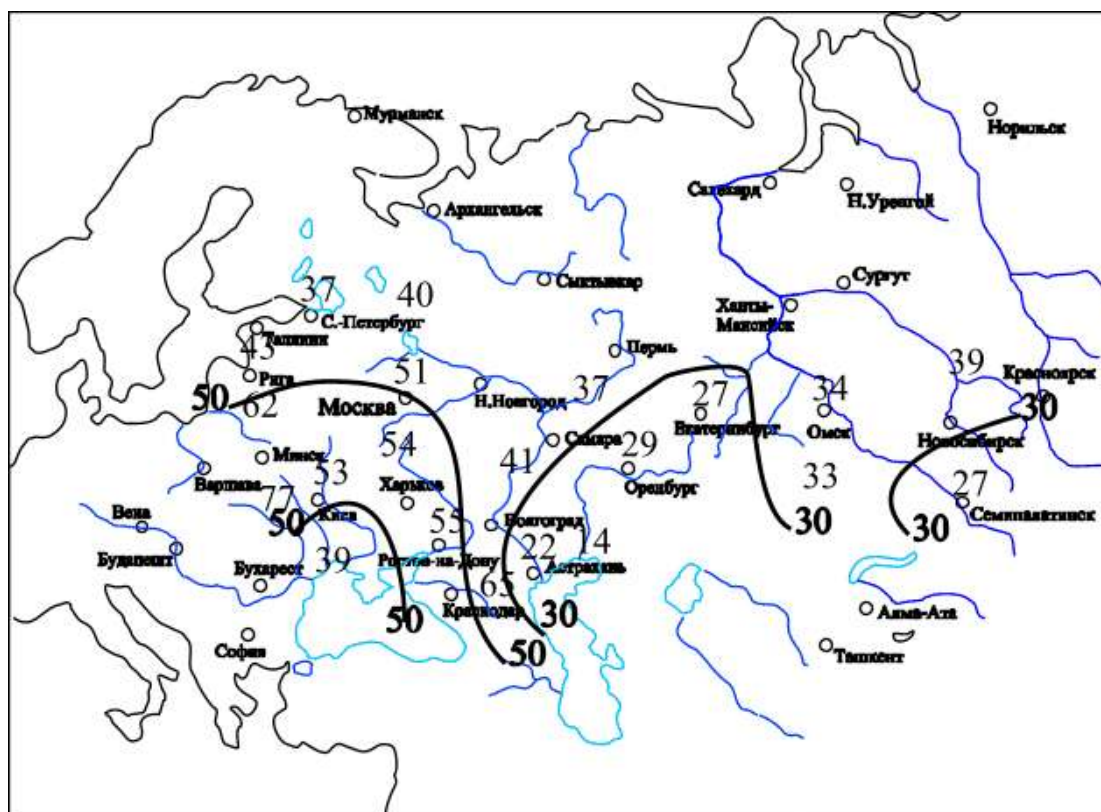


Рис. 8. Распределение среднего многолетнего количества осадков (мм) в мае за период 1961-1990 гг.

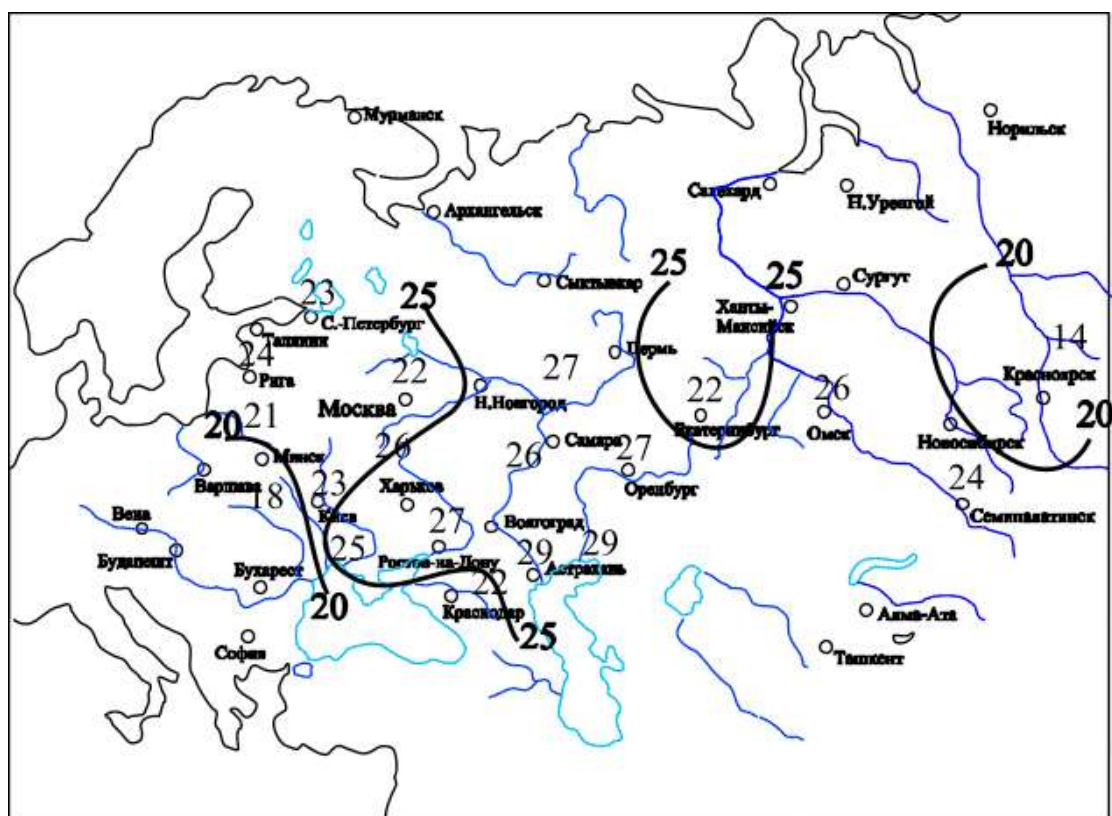


Рис.9. Минимальное число дней без осадков при $S_i \geq 2.0$ в мае за период 1949-2000 гг.

Данные исследования указывают на то, что параметр S_i хорошо прогнозирует засуху ($S_i \geq 2.0$), главным образом за счет температуры воздуха, на станциях, расположенных в северных и центральных районах изучаемой территории. В южных областях он указывает лишь на экстремальные случаи засушливости и больше зависит от продолжительности отсутствия осадков.

Список литературы

1. Колобов Н.В., Муракаева С.А. Засухи на территории Татарской АССР//Изд.Казанского Университета.-1980.-137с.
2. Педь Д.А. О показателе засухи и избыточного увлажнения// Тр.Гидрометцентра СССР.-1975.- Вып.156.- С.19-38.