


Опыт исследования особенностей и экстремальности регионального климата на примере изучения условий увлажнения с помощью показателей изменчивости характеристик периодов отсутствия и наличия осадков

Немировская Л.Г., ГУ «СибНИГМИ»

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ,
ЭКОЛОГИИ, КЛИМАТА СИБИРИ (к 40-летию образования СибНИГМИ)
19-20 апреля 2011 г. Новосибирск


- Исследование является продолжением направления, выполнявшегося в СИБНИГМИ :”Особенности атмосферных и климатических процессов в приложении к различным областям гидрометеорологии “

- 
- “Планетарная циркуляция и долгосрочные прогнозы погоды “;
 - “Особенности атмосферных процессов с точки зрения экологического потенциала”;
 - “Закономерности распространения планетарных волн”;

Данное исследование является логическим продолжением выполненной ранее автором работы по «влажным периодам»:

Исследование климатических и циркуляционно-прогностических условий экстремально влажных периодов: Отчет о НИР, отв. исп. Л.Г.Немировская, 245 с.

При постановке настоящей задачи учитывалось, что данные по периодам бездождей, помещенные в справочных изданиях, имеются лишь по ограниченному числу станций, характеристик, не охватывают последних десятилетий.



Территория России существенно неоднородна по физико-географическим и климатическим условиям. В отдельных регионах происходят характерные проявления особенностей климата. Поэтому целесообразно проведение указанных исследований на примере конкретного региона.

Данное исследование базируется:

- на том, что условия увлажнения – важнейший показатель глобального и регионального климата – по влиянию на природные объекты (экосистемы, поверхностные и подземные воды, моря и др.), отрасли экономики (сельское, лесное, водное хозяйство, строительство, транспорт, ТЭК, экологическая обстановка, пожароопасность и др.);
- на целесообразности проведения на примере конкретных регионов (ввиду неоднородности территории РФ по природным, климатическим, циркуляционным условиям);
- на эксклюзивности Уральского региона по географическому положению, разнообразию природных условий и зон и др.;
- на данных практических гидрометеорологов Урала о возросшем количестве экстремальных явлений – крупных аномалий осадков – длительных периодов их наличия и отсутствия.
- развивающиеся экономические структуры остро нуждаются в рекомендациях по рациональному использованию влагоресурсов. Поэтому целесообразно использовать показатели изменчивости режима увлажнения как индикатор климатических изменений.

- **При выполнении НИР должно быть осуществлено исследование проявлений экстремальности климата по данным различного временного масштаба осреднения , оценена повторяемость опасных гидрометеорологических явлений на территории России (по регионам и субъектам)**
- **Планируется изучение региональных особенностей влияния климатических изменений на вероятность возникновения опасных гидрометеорологических явлений, получение оценок связи между повторяемостью опасных (гидрометеорологических) явлений и неблагоприятных погодных условий , приносящих ущерб экономике и изменениями в повторяемости экстремальных климатических явлений в режиме основных климатических параметров**

Важный этап данной работы - выбор параметра исследования (непрерывные периоды изучаемых явлений), который обусловлен наличием:

- **зон избыточного и недостаточного увлажнения;**
- **длительных периодов в них дней с осадками, с бездождьями и засушливостью;**
- **недостаточной использованностью ранее ввиду трудоемкости обработки;**
- **исключительной дополнительной информативностью, возможностью получения не выявленных ранее особенностей регионального проявления и дополнительных детализированных сведений об обеспеченности влагоресурсами, важных в научном и практическом отношении.**

**Исключительно важный аспект исследования –
выбор критерия изучаемого явления.**

**Применены два критерия (с учетом разных
научных и практических целей):**

- критерий, названный нами «обобщенным», по которому день без осадков считается при их количестве $< 0,1$ мм, а период начинается с 2-х дней, что позволяет более полно учесть возможные варианты периодов;
- критерий, названный нами «специализированный», в большей степени характеризующий фактор «засушливости», на основе учета эффективных осадков для «промачиваемости» почвы и вегетации растений.

Необходимое внимание уделено созданию базы данных, схеме подготовки исходных данных архива ЗСРВЦ. Для работы использованы данные за весь ряд наблюдений 25 станций региона, выбранных с учетом охвата природных зон.

Важный этап – каталогизация изучаемого явления

Разработана методика и созданы «Каталоги «сухих» периодов» по обоим критериям для всех значений длительности, по всем природным зонам, «Каталоги экстремальных периодов» для значений длительности не менее определенных пороговых значений.



В «Каталогах» максимально представлены сопутствующие метеопараметры – температура, относительная влажность, давление, ветер и др.

Все «Каталоги имеют практическое и методическое значение – для получения сведений о режиме увлажнения в конкретные годы, для подбора аналогов в прогнозировании, для использования на следующих этапах исследований и др.

- **КАТАЛОГ БЕЗДОЖДНЫХ ПЕРИОДОВ(ОПРЕДЕЛЕННЫХ ПО "ОБОБЩЕННОМУ КРИТЕРИЮ")**
- **ПО СТАНЦИЯМ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА(ФРАГМЕНТ)**

- **С Т А Н Ц И Я С В Е Р Д Л О В С К**

!	Д А Т А		!	ДЛИТЕЛЬН.!	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА		!ОТНОСИТ.ВЛАЖН.!		
!			!		!-----!		!-----!		
!	-----!		!		СРЕДНЯЯ!	МАК.ИЗ!	МАКСИМ!	МИНИМ.!	
!	ГОД!	НАЧАЛО!	КОНЕЦ!	!	СРОКОВ!	!	!	!	

●	1985								
●	1.04	- 02.04		02	1.1	99.9	4.6	46.5	70.5
●	8.04	- 09.04		02	-4.2	99.9	1.0	41.5	60.5
●	15.04	- 18.04		04	1.6	99.9	6.4	48.0	61.5
●	27.04	- 08.05		12	12.3	99.9	19.5	25.1	41.1
●	11.05	- 14.05		04	3.1	99.9	8.2	39.0	53.5
●	16.05	- 18.05		03	5.6	99.9	9.3	43.7	64.3
●								
●	1996								
●	1.04	- 17.04		17	1.3	99.9	6.3	43.3	62.3
●	25.04	- 02.05		08	2.3	99.9	7.9	29.9	39.6
●	4.05	- 10.05		07	19.2	99.9	26.5	22.7	37.9
●	12.05	- 15.05		04	11.4	99.9	18.7	29.0	43.5
●	21.05	- 22.05		02	5.8	99.9	11.1	33.0	49.0
●	25.05	- 26.05		02	5.1	99.9	10.4	37.5	55.5

- **Примечание: в данном каталоге присутствуют также данные об атмосферном давлении и ветре.**

● КАТАЛОГ БЕЗДОЖДНЫХ ПЕРИОДОВ (ОПРЕДЕЛЕННЫХ ПО "ОБОБЩЕННОМУ КРИТЕРИЮ")
 ● ПО СТАНЦИЯМ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА (ДЛЯ ПЕРИОДОВ ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ
 ● >5 ДНЕЙ)

● С Т А Н Ц И Я ИВДЕЛЬ

● -----
 ● ! Д А Т А !ДЛИТЕЛЬН.! ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА !ОТНОСИТ.ВЛАЖН.!
 ● ! ! !-----!-----!
 ● !-----! !СРЕДНЯЯ!МАК.ИЗ!МАКСИМ!МИНИМ.!СРЕДНЯЯ!
 ● !ГОД!НАЧАЛО!КОНЕЦ! ! ! ! !

● 1935

8.04 - 12.04	05	5.4	99.9	12.6	36.8	99.9
14.05 - 25.05	12	11.4	99.9	17.5	27.3	99.9
3.06 - 07.06	05	13.8	99.9	19.9	26.2	99.9
5.08 - 09.08	05	14.3	99.9	19.5	50.0	99.9
11.08 - 16.08	06	18.6	99.9	25.2	46.8	99.9
9.09 - 13.09	05	9.3	99.9	15.9	56.4	99.9
15.09 - 19.09	05	4.0	99.9	10.2	44.6	99.9
28.09 - 06.10	09	6.0	99.9	14.3	50.0	99.9

● 1996

5.04 - 15.04	11	0.8	99.9	6.7	41.2	63.0
25.04 - 30.04	06	-2.5	99.9	4.7	30.2	57.5
26.05 - 31.05	06	12.2	99.9	20.2	27.8	55.3
10.07 - 14.07	05	19.4	99.9	26.6	38.4	57.8
14.08 - 18.08	05	13.0	99.9	18.8	54.8	73.6

Каталоги послужили основой для проведения расчетов:

а) ряда характеристик пространственно-временной изменчивости распределения периодов различных градаций длительности по природным зонам, по всем многолетним месяцам;

б) взаимосвязи со значениями сопутствующих метеопараметров и др.

Указанные расчеты проведены как суммарно для всего изучаемого сезона (теплый период года с апреля по октябрь), так и для каждого многолетнего месяца указанной части года.

РАССЧИТАНО (ЗА ВЕСЬ РЯД НАБЛЮДЕНИЙ ПО 2009 г.):


- РАСПРЕДЕЛЕНИЕ (%) ЧИСЛА НЕПРЕРЫВНЫХ ПЕРИОДОВ ДНЕЙ БЕЗ ОСАДКОВ ПО ГРАДАЦИЯМ РАЗЛИЧНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ (СУММАРНО ЗА ВЕСЬ ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД) ПО СТАНЦИЯМ.
- РАСПРЕДЕЛЕНИЕ (%) ЧИСЛА НЕПРЕРЫВНЫХ ПЕРИОДОВ ДНЕЙ БЕЗ ОСАДКОВ ПО ГРАДАЦИЯМ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ (ПО МНОГОЛЕТНИМ МЕСЯЦАМ).

Результаты дают возможность проанализировать пространственно-временные особенности распределения полученных характеристик.

- **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО МЕСЯЦАМ (%) НЕПРЕРЫВНЫХ ПЕРИОДОВ ДНЕЙ БЕЗ ОСАДКОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПО СТАНЦИЯМ (фрагмент)**

- **ЧЕЛЯБИНСК**

Длит.	АПРЕЛЬ	МАЙ	ИЮНЬ	ИЮЛЬ	АВГУСТ	СЕНТЯБРЬ
● 2	20	22	29	33	29	28
● 3-4	24	32	36	34	32	30
● 5-6	13	22	18	14	21	12
● 7-8	23	5	8	10	9	11
● 9-10	6	4	2	3	3	9
● 11-12	7	4	4	3	3	3
● 13-14	6	5	0	2	2	2
● 15-16	2	1	2	0	1	2
● >17	0	5	2	1	0	3
●	100	100	100	100	100	100

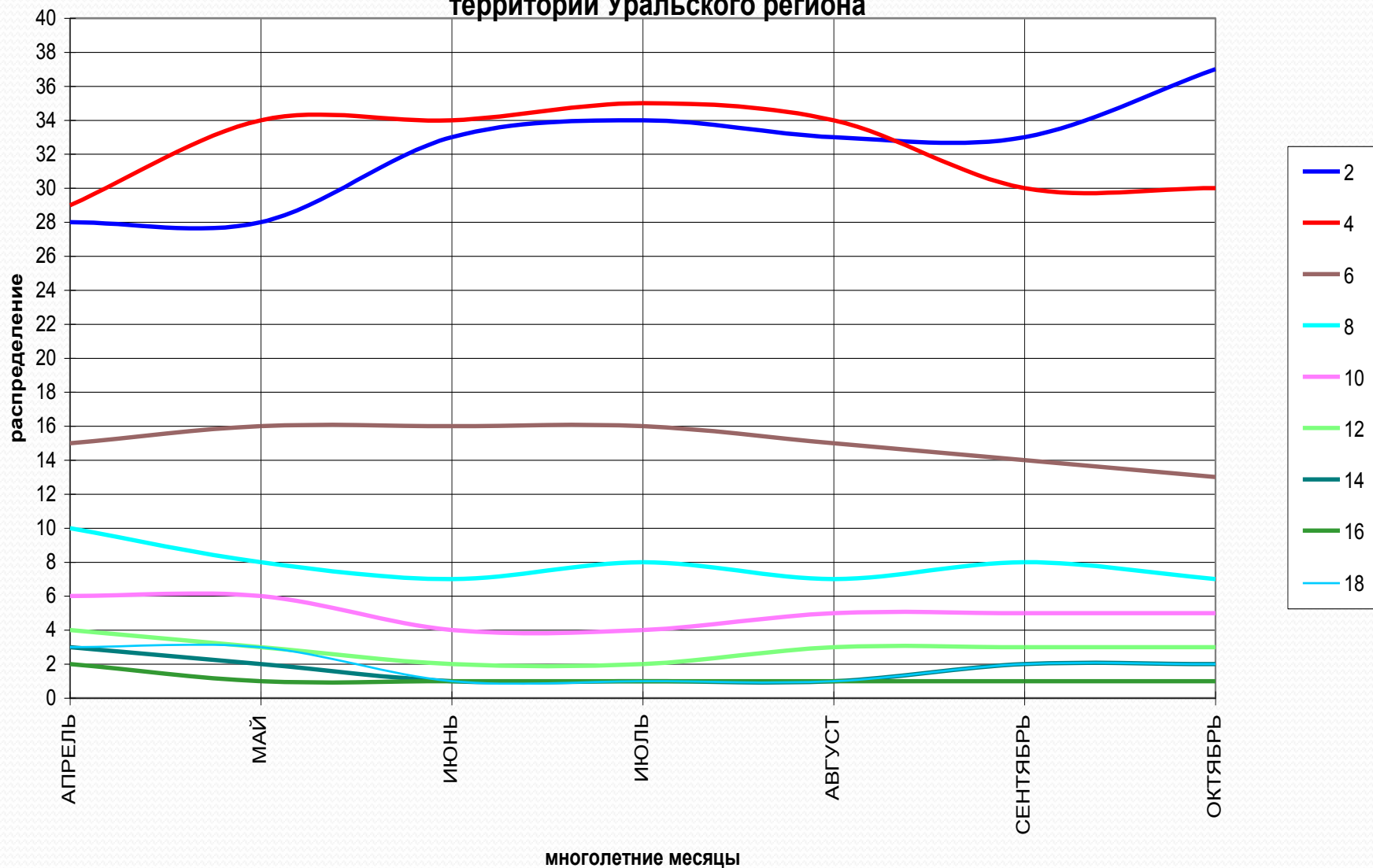


Анализ результатов расчетов повторяемости, как суммарных за весь изучаемый сезон, так и за каждый многолетний месяц, позволяет выявить преобладающие и имеющие наименьшую повторяемость градации длительности периодов в разных природных и климатических зонах региона.

Расчеты, проведенные для каждого многолетнего месяца, позволяют проанализировать сезонные особенности указанного распределения в разных зонах региона.

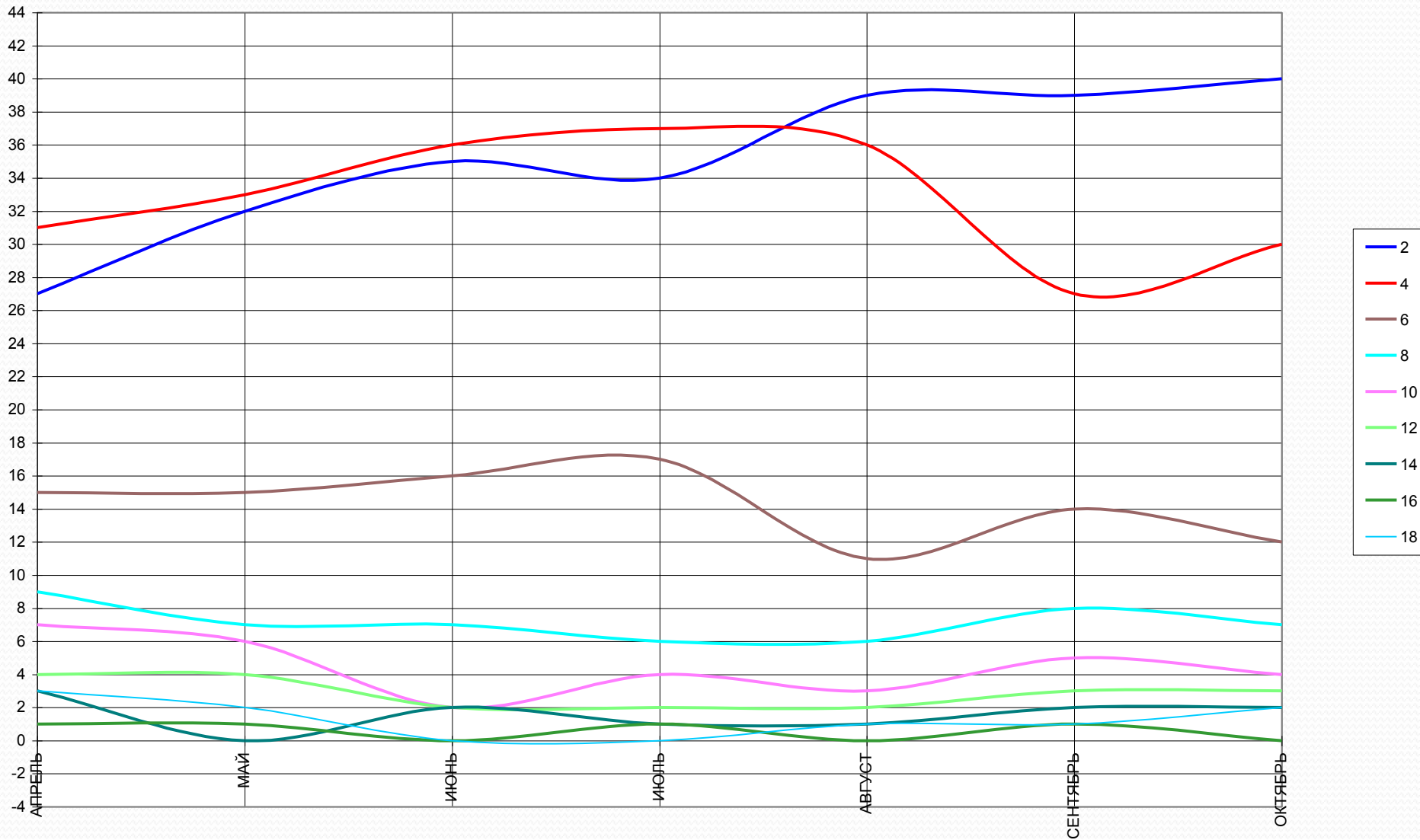
- Расчеты, проведенные для каждого многолетнего месяца, позволяют проанализировать сезонные особенности указанного распределения в разных зонах региона.
- Проведена графическая интерпретация сезонной изменчивости полученных показателей повторяемости по многолетним месяцам для каждой станции.

**Изменчивость(%) числа непрерывных периодов дней без осадков
различной продолжительности по многолетним месяцам суммарно по всей
территории Уральского региона**



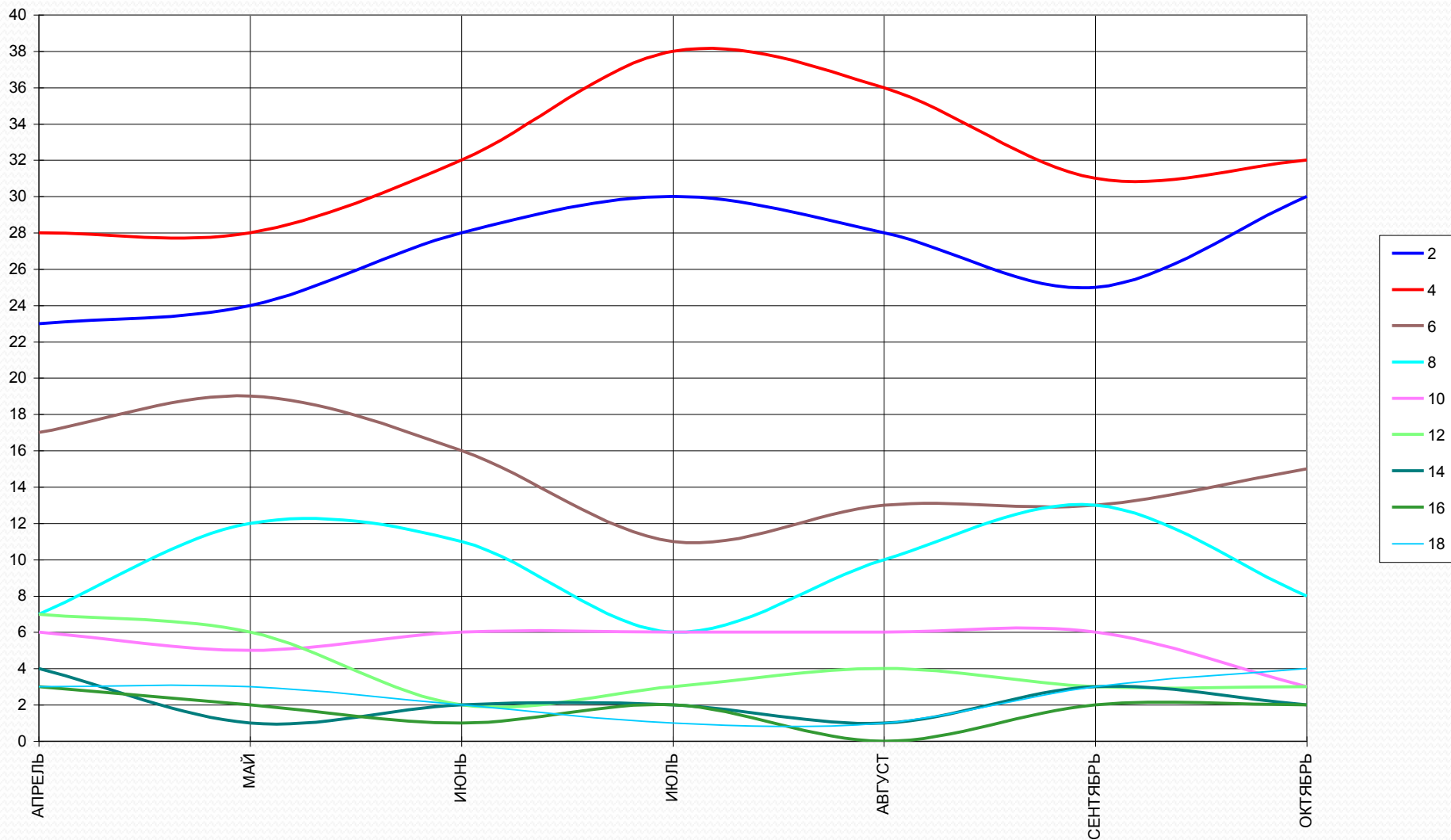
Повторяемость

Изменчивость(%) числа непрерывных периодов дней без осадков различной продолжительности по многолетним месяцам (ст. Свердловск)



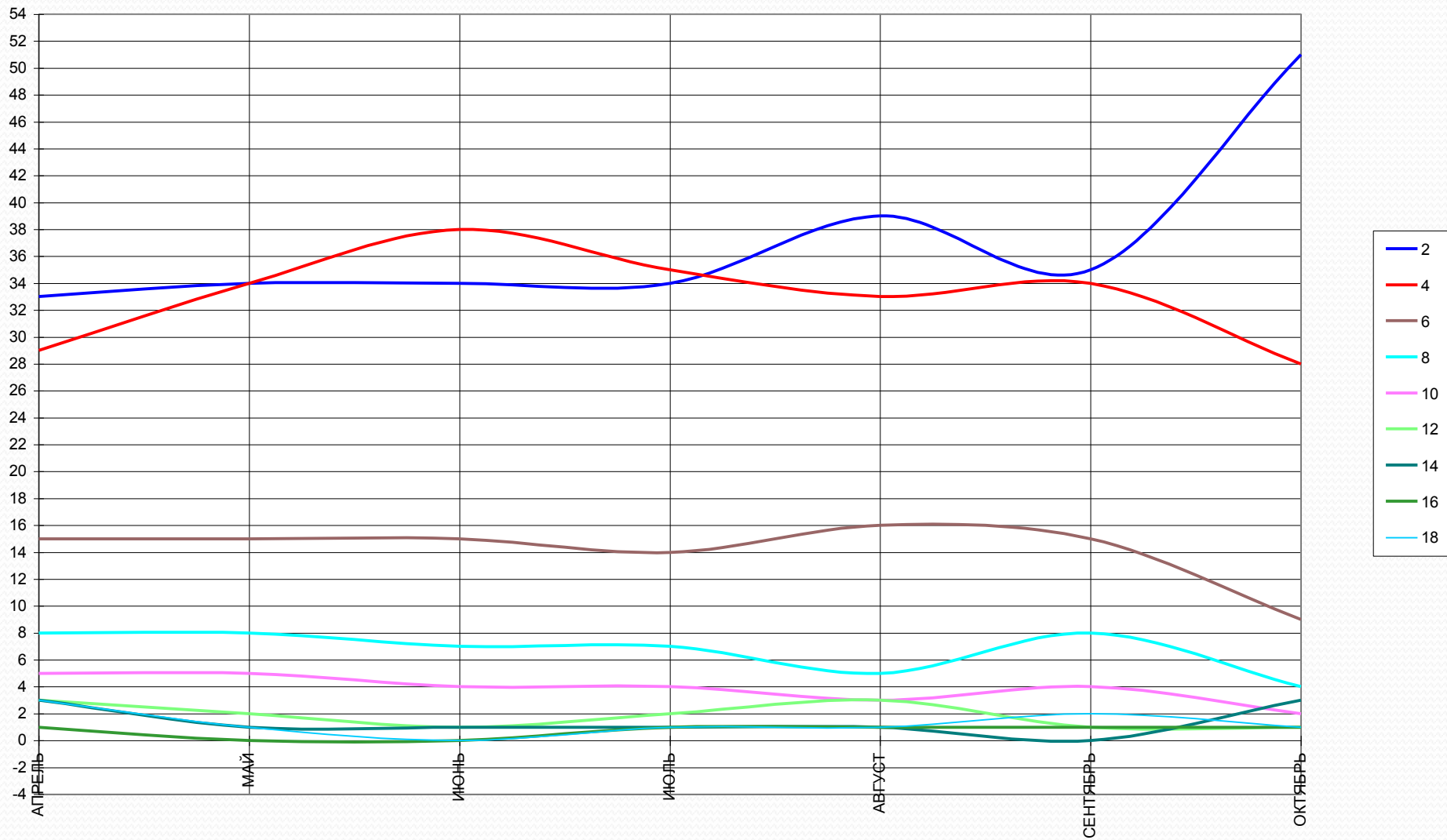
Изменчивость(%)числа непрерывных периодов дней без осадков
различной продолжительности по многолетним месяцам (ст. Макушино)

Повторяемость



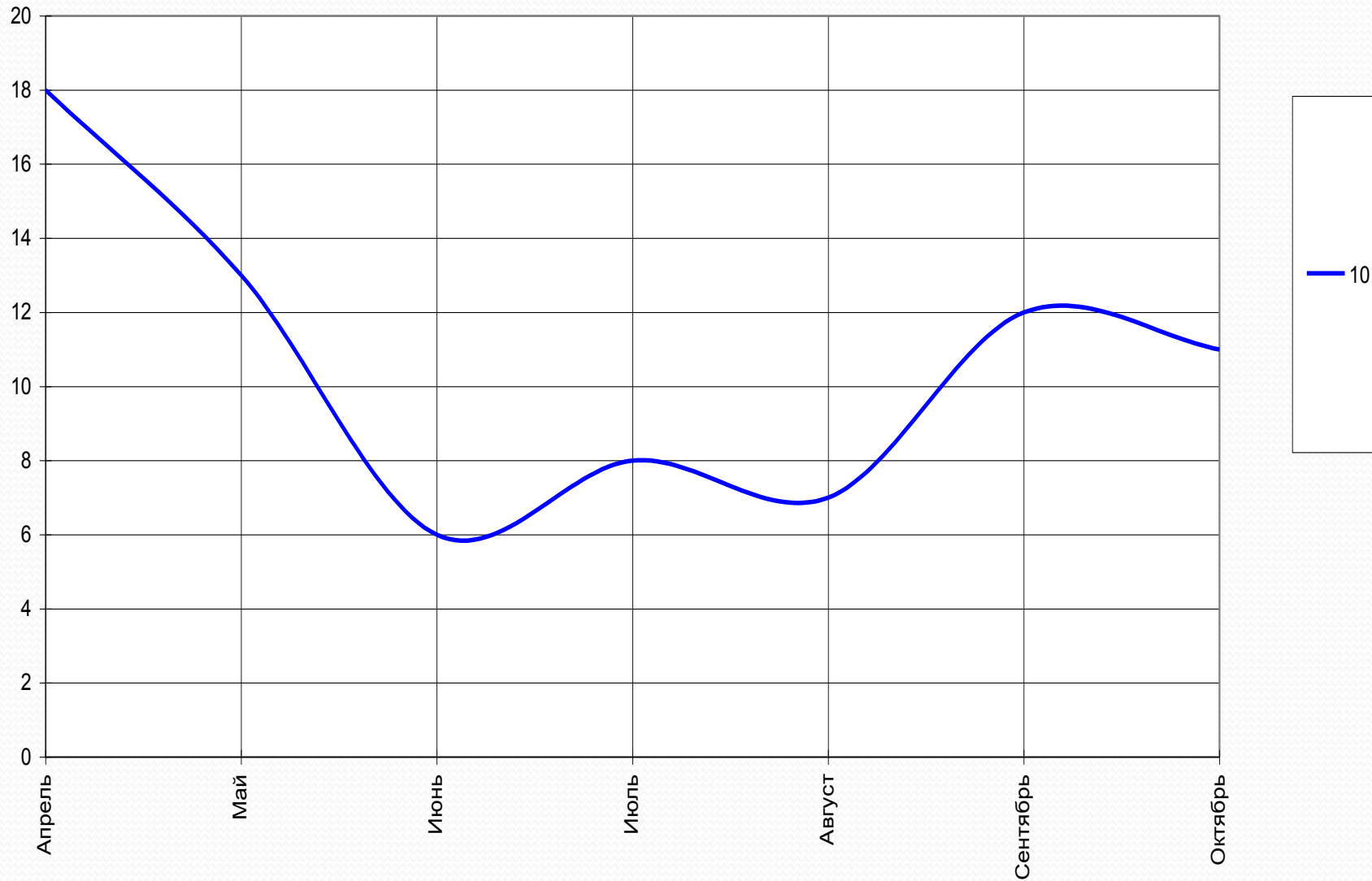
Изменчивость(%)числа непрерывных периодов дней без осадков
различной продолжительности по многолетним месяцам (ст. Пермь)

Повторяемость



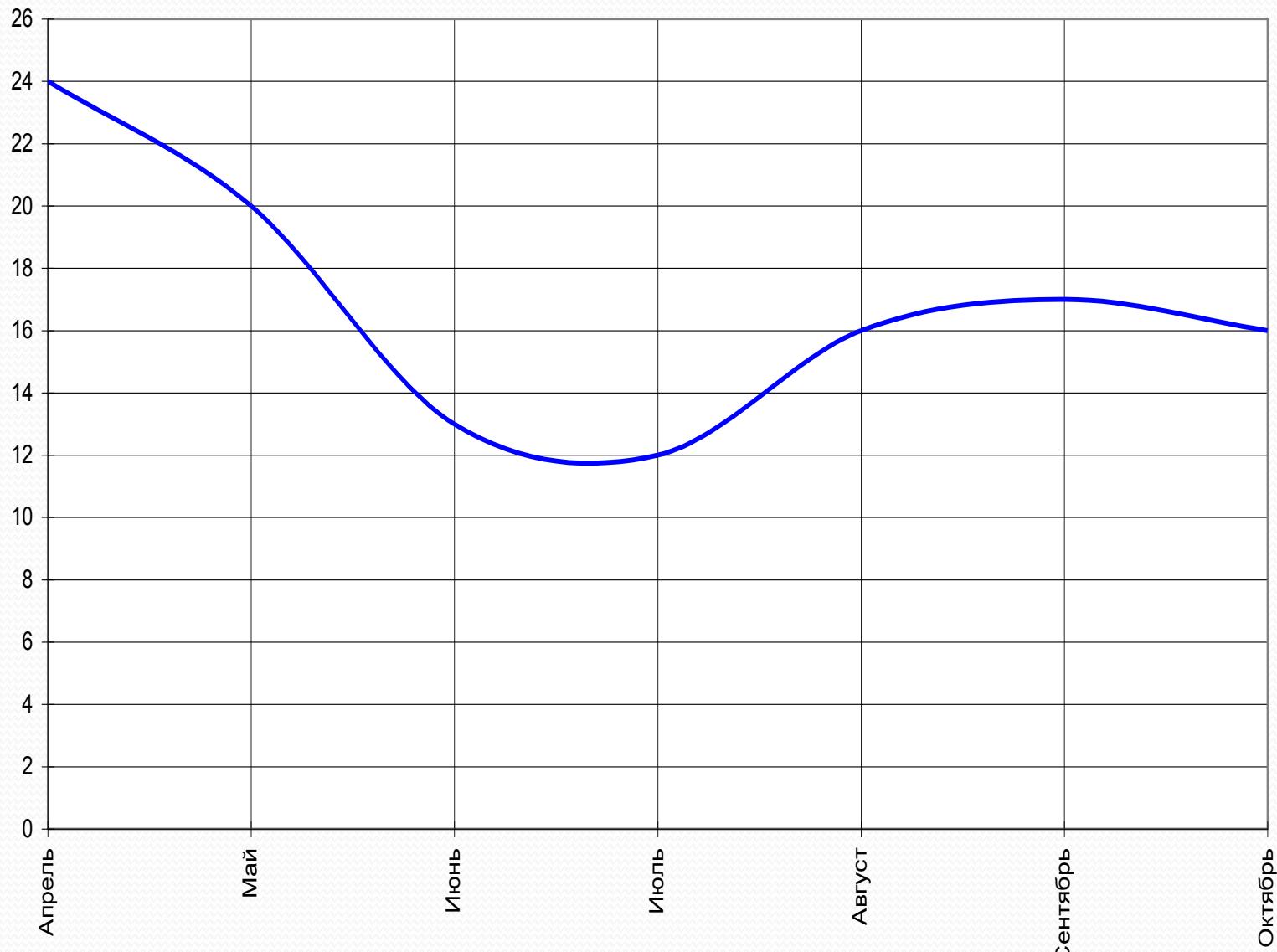
**Изменчивость по месяцам(%) непрерывных периодов дней без осадков
продолжительностью 10 и более дней по станции Свердловск**

Повторяемость




Изменчивость по месяцам(%) непрерывных периодов дней без осадков продолжительностью 10 и более дней по станции Курган-Вороновка

Повторяемость



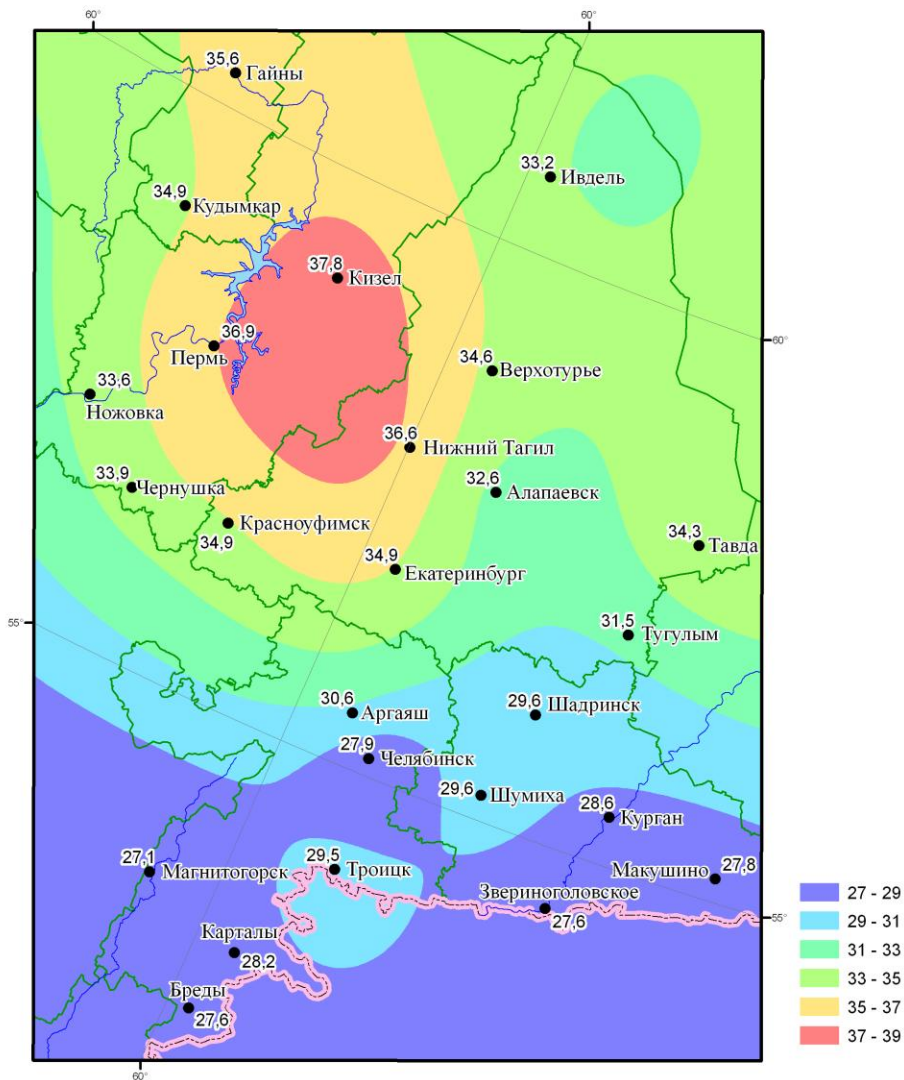
По данным суммарно для всей территории региона преобладают почти повсеместно 2-4-дневные, а также и 6-дневные периоды с некоторым преимуществом в повторяемости в летние месяцы, что ярче выражено в юго-восточной части региона, относящейся к зоне недостаточного увлажнения. Периоды, начиная с 8-дневной длительности, характеризуются, в основном, во всех зонах некоторым увеличением повторяемости в весенние месяцы и минимумом летом, и др.



**Разработана методика актуальной для
данного региона картографической
интерпретации указанных
результатов, иллюстрирующая
пространственную изменчивость
изучаемых характеристик**

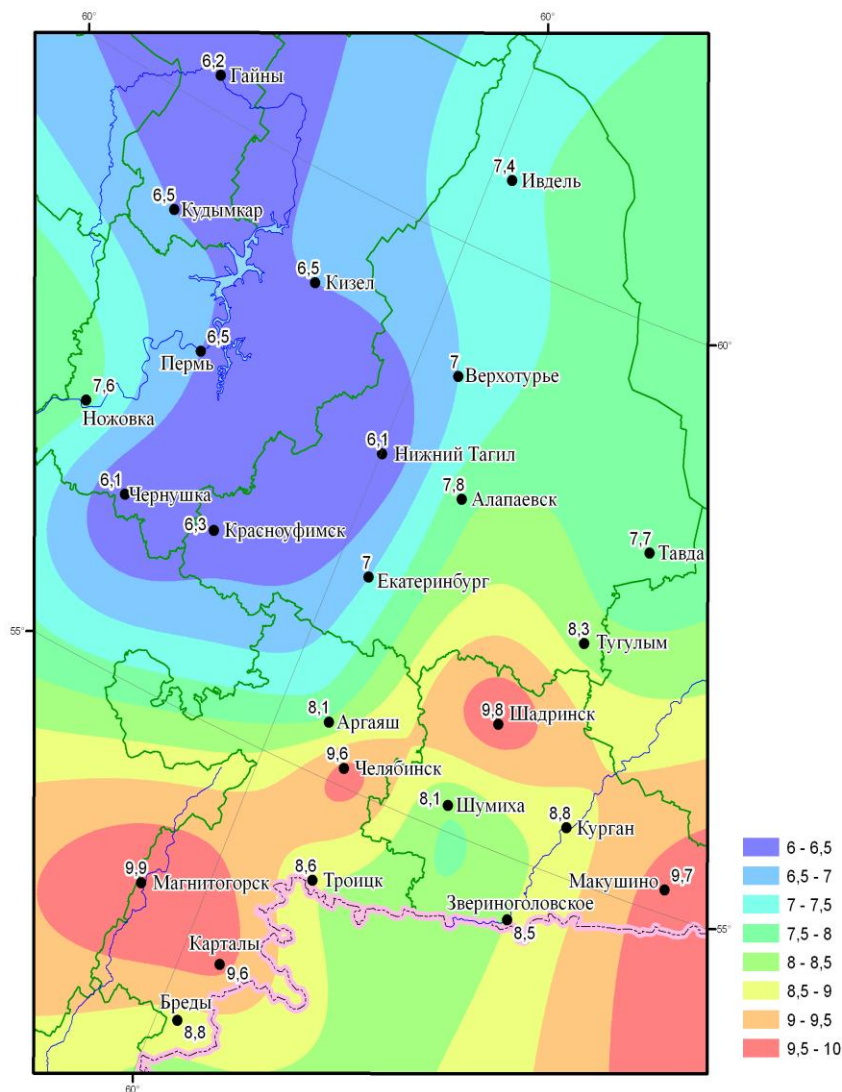
Использован метод картирования, существенно актуальный для данного региона ввиду значительного количества природных зон. Создается по указанным расчетам «Атлас карт распределения и графиков изменчивости по месяцам повторяемости (вероятности) «сухих» периодов различной длительности и интенсивности».

Выявленные территориальные и сезонные особенности позволят дополнить принципиальные закономерности распределения увлажнения конкретными данными о вероятности (повторяемости) непрерывных «сухих» периодов.



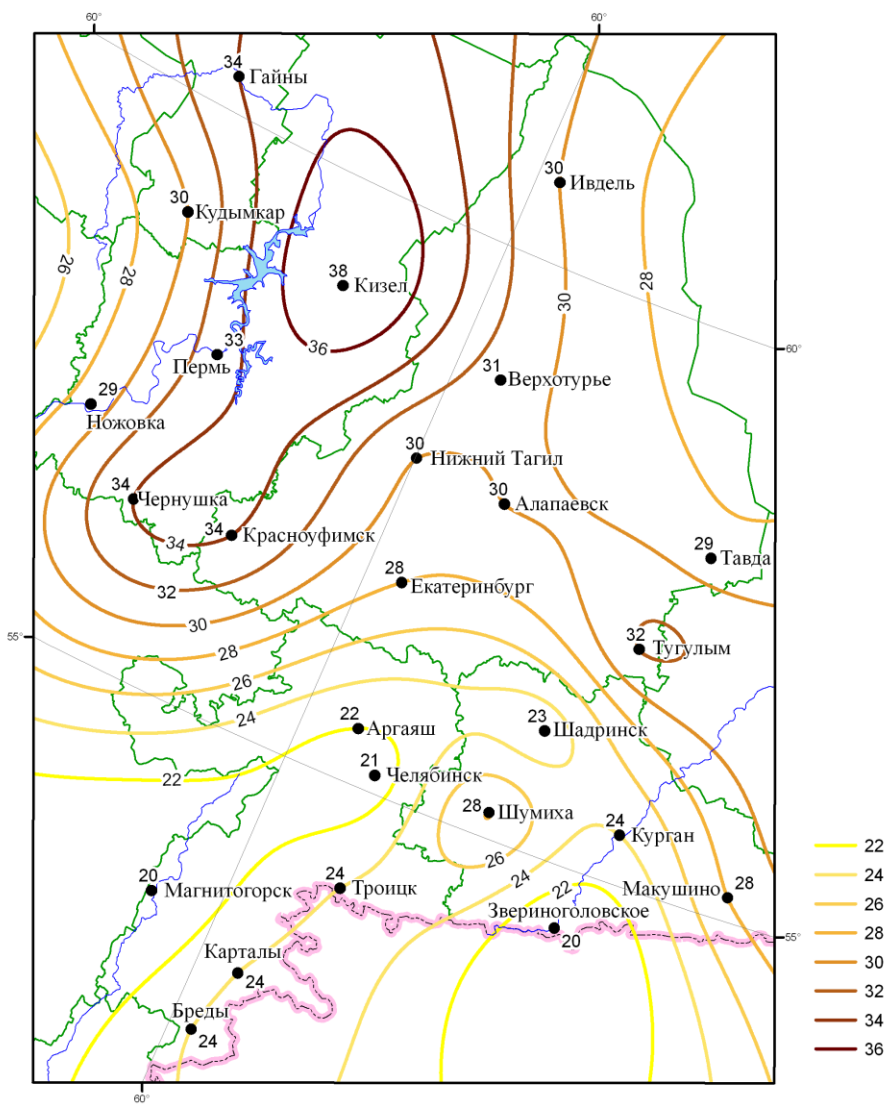
Распределение (%) непрерывных периодов (числа дней) без осадков по градациям различной продолжительности за весь период наблюдений (суммарно за сезон)

Продолжительность периодов в сутках 2



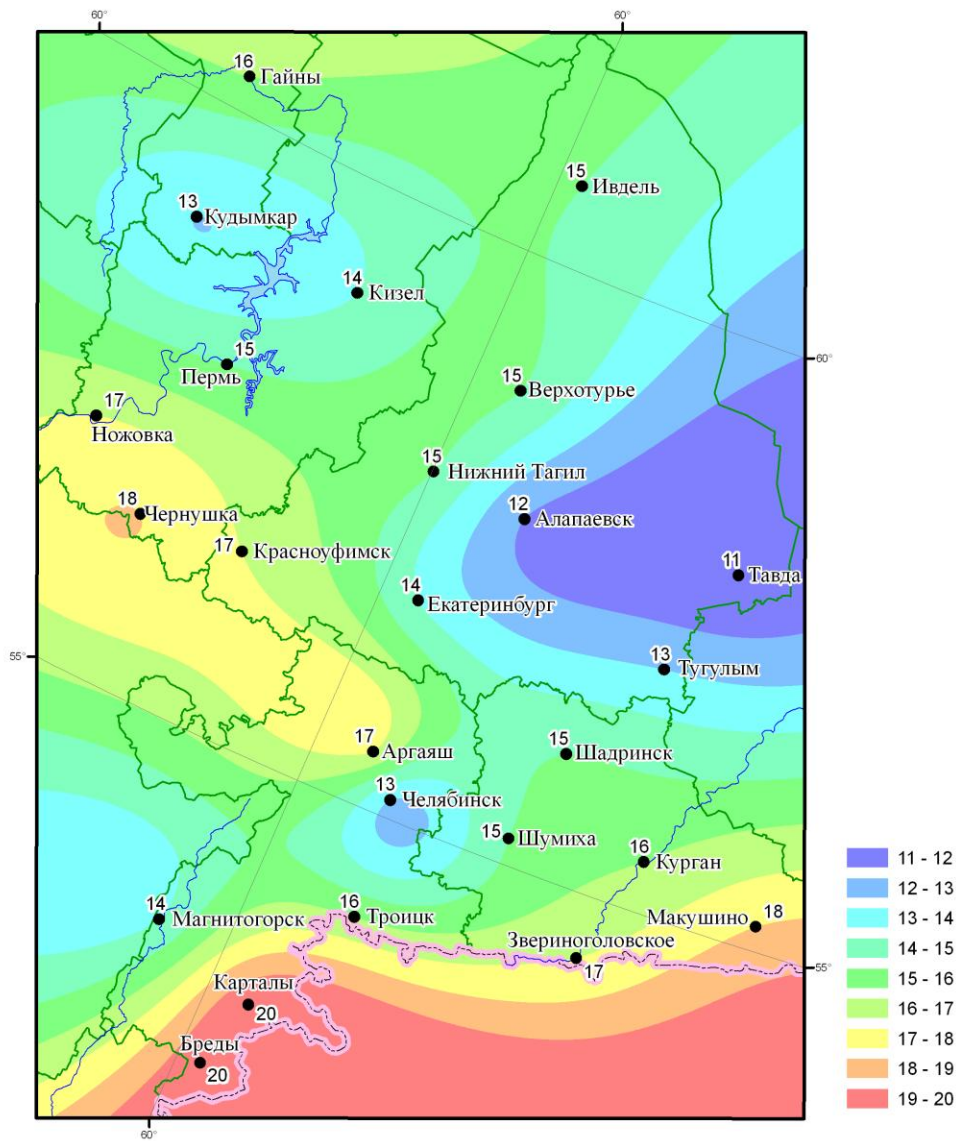
Распределение (%)
непрерывных
периодов (числа дней)
без осадков по
градациям различной
продолжительности за
весь период
наблюдений
(суммарно за сезон)

Продолжительность
периодов в сутках 7-8

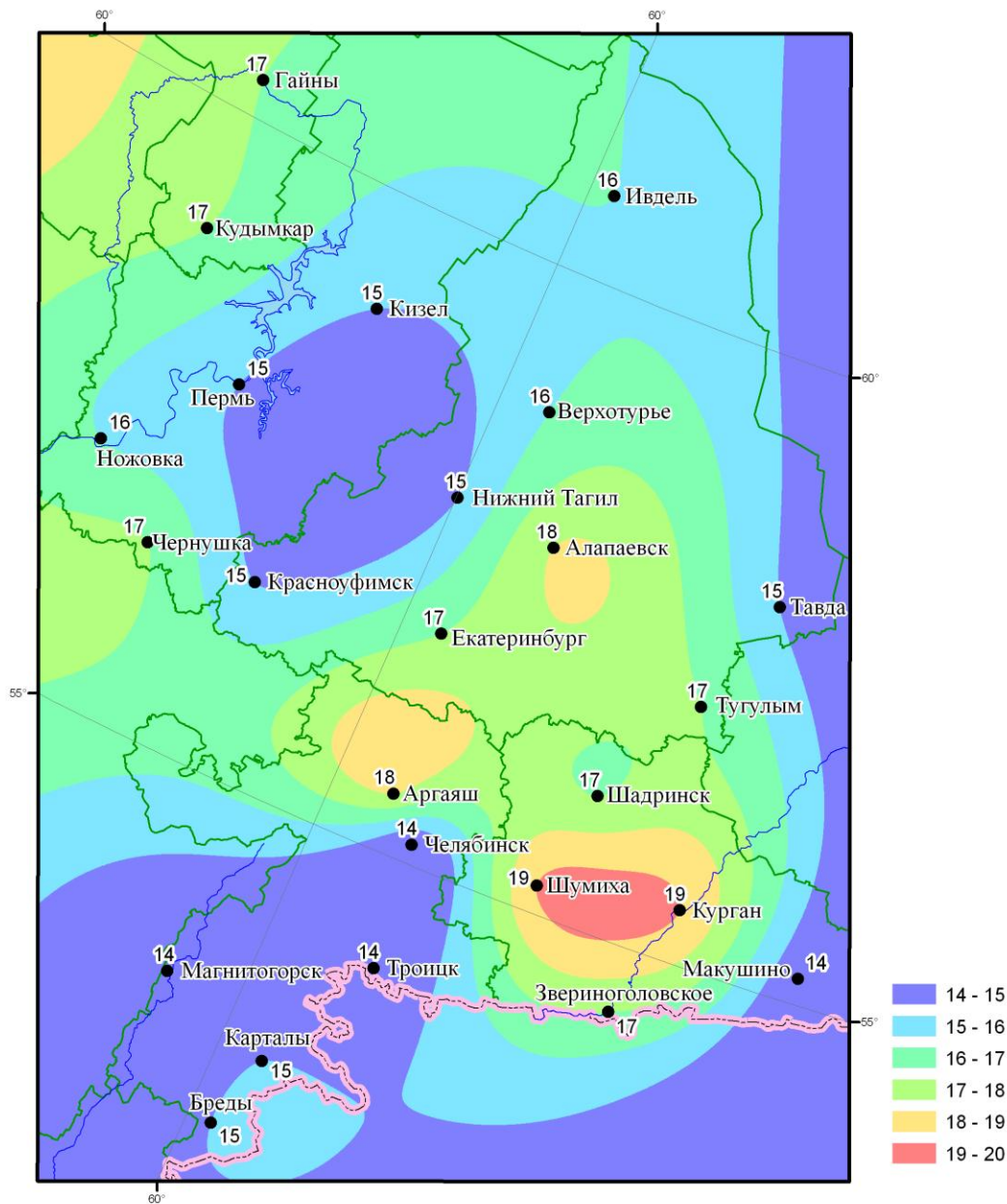


Распределение (%) непрерывных периодов (числа дней) без осадков по градациям различной продолжительности за весь период наблюдений (апрель)

Продолжительность периодов в сутках 2



Распределение (%) непрерывных периодов (числа дней) без осадков по градациям различной продолжительности за весь период наблюдений (апрель) Продолжительность периодов в сутках 5-6



Распределение (%) непрерывных периодов (числа дней) без осадков по грациям различной продолжительности за весь период наблюдений (июль)

Продолжительность периодов в сутках 5-6

Важный аспект исследования – изучение межгодовой изменчивости характеристик изучаемого явления.

Разработана методика для нескольких индикаторных характеристик:

- а) количество периодов длительностью более определенных пороговых значений,**
- б) суммарное (за теплый сезон каждого года) число дней за периоды без дождей.**

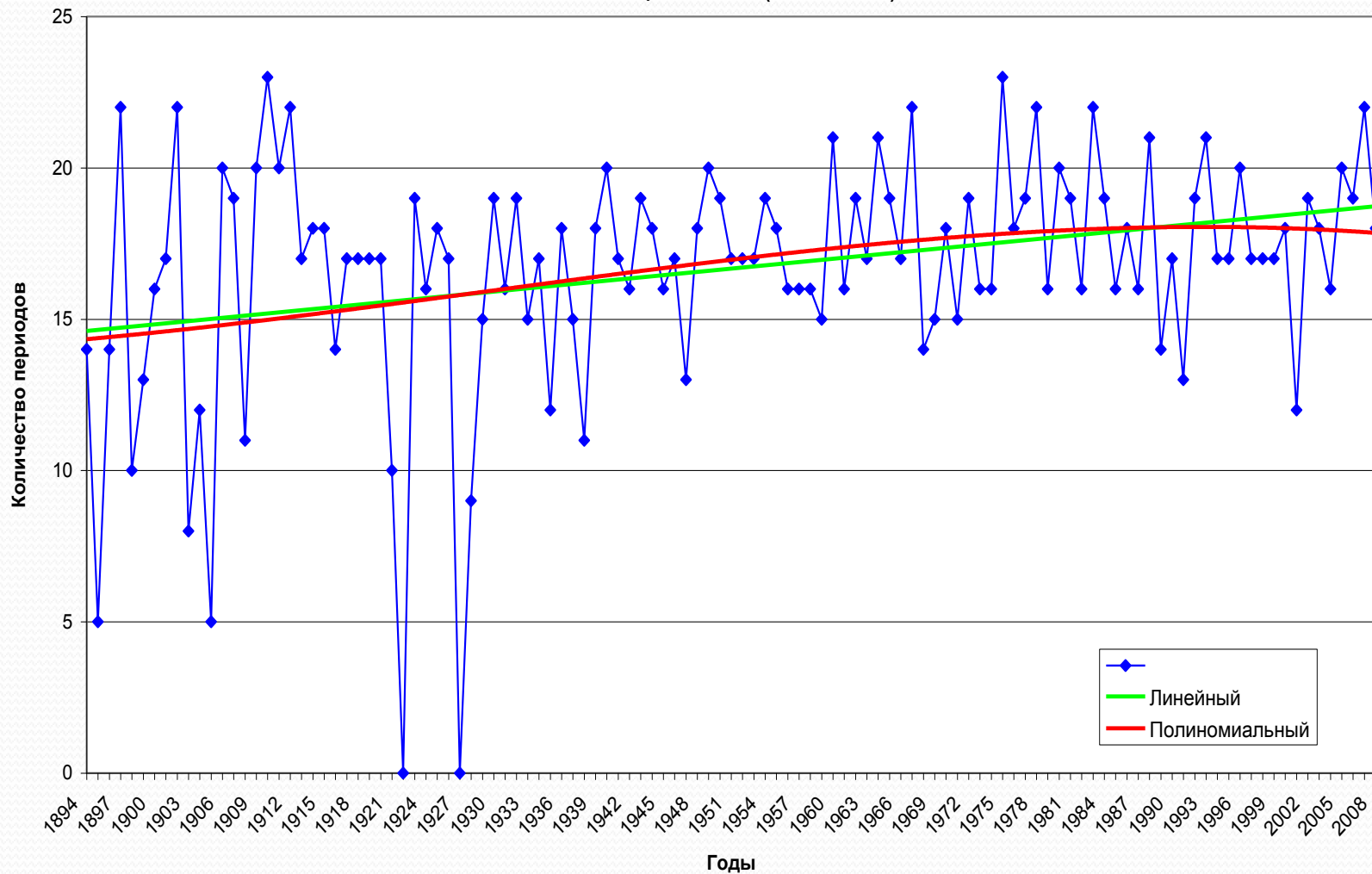
Созданы специально наборы данных по годам. Проведены расчеты временного хода и трендов по природным зонам для всего ряда наблюдений и по 20-летиям.

В масштабе природно-климатических зон, а также по отдельным 20-летиям могут наблюдаться различия в знаках тренда.

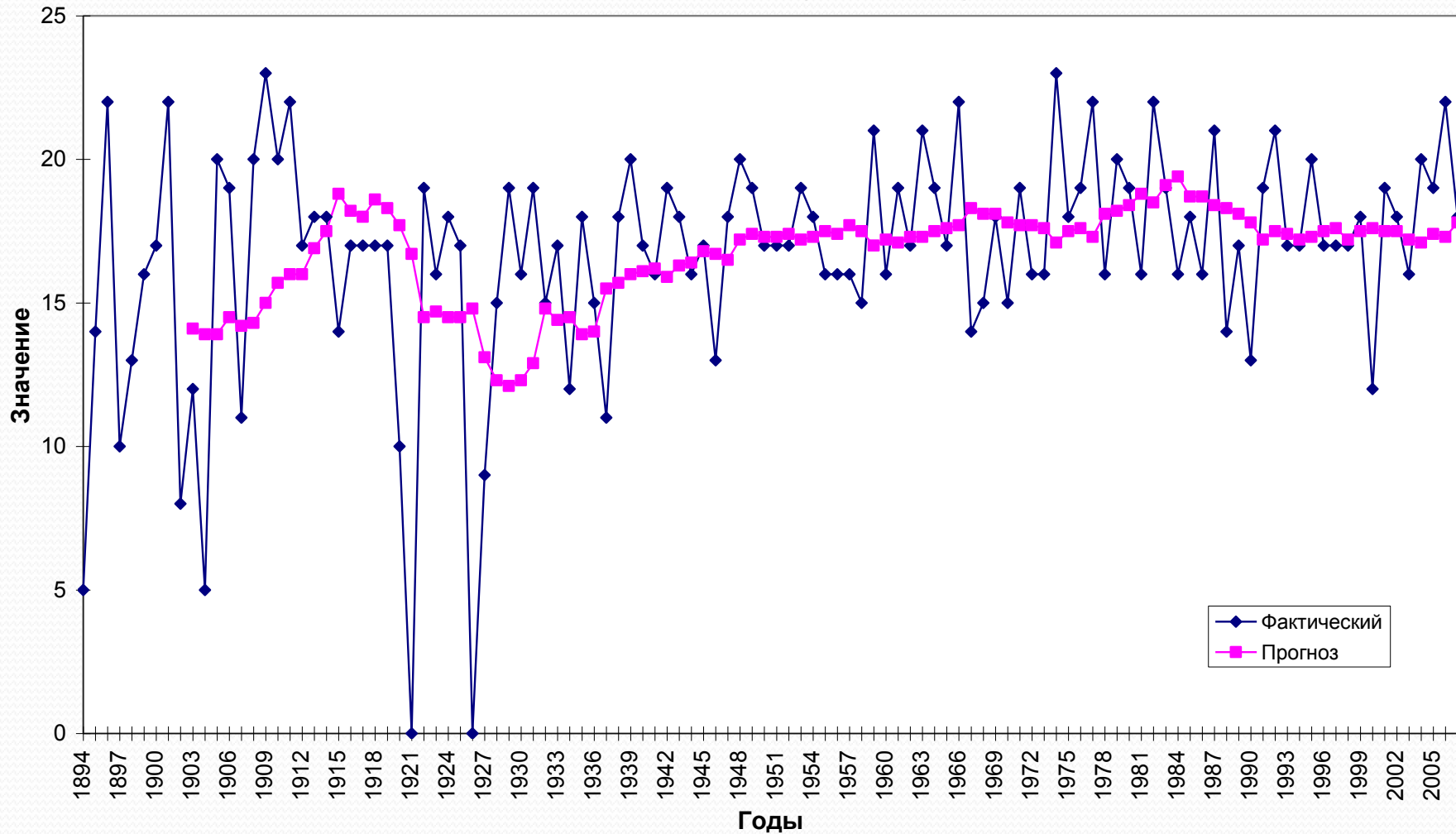
Результаты иллюстрируют региональные особенности межгодовой изменчивости полученных по обоим критериям характеристик «сухих» периодов.

- Например, анализ изменчивости суммарного числа дней (по «обобщенному» критерию) для северного Приуралья и юга Челябинской области дает отрицательный тренд, для остальных районов – положительный, анализ количества периодов существенной длительности, начиная с 5 дней, дает, в основном, положительный тренд, и т.д.
- Анализ изменчивости суммарного числа дней в бездождьях, определенных по «специализированному» критерию, дает положительный тренд, в основном, для юго-восточной степной части региона.

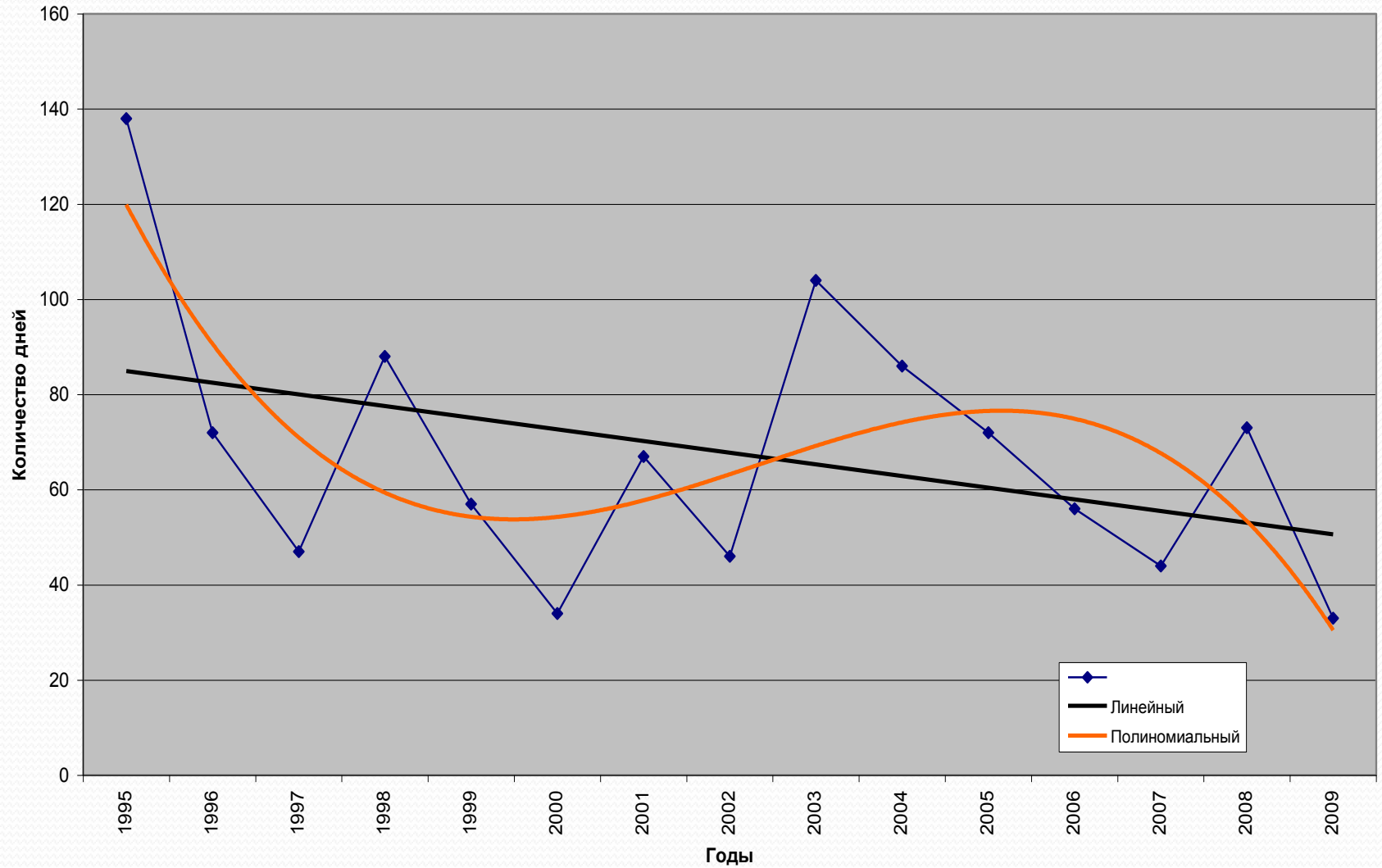
КОЛИЧЕСТВО ПЕРИОДОВ ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ ≥ 3 ДНЕЙ БЕЗ ОСАДКОВ ПО ГОДАМ
ПО СТАНЦИИ КУРГАН (1894-2008 гг.)



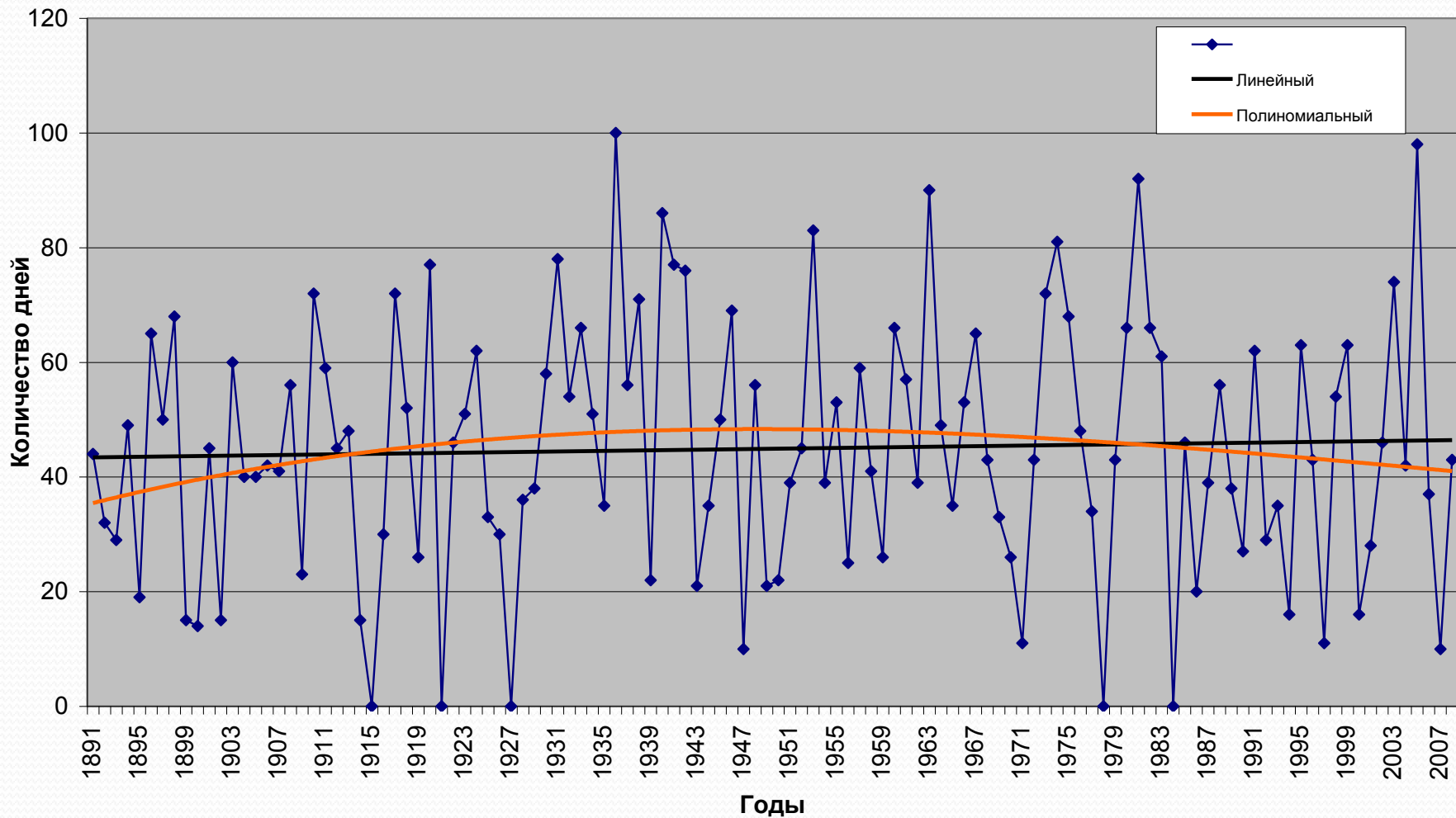
Скользящее среднее
по станции КУРГАН (1894-2008 гг.)



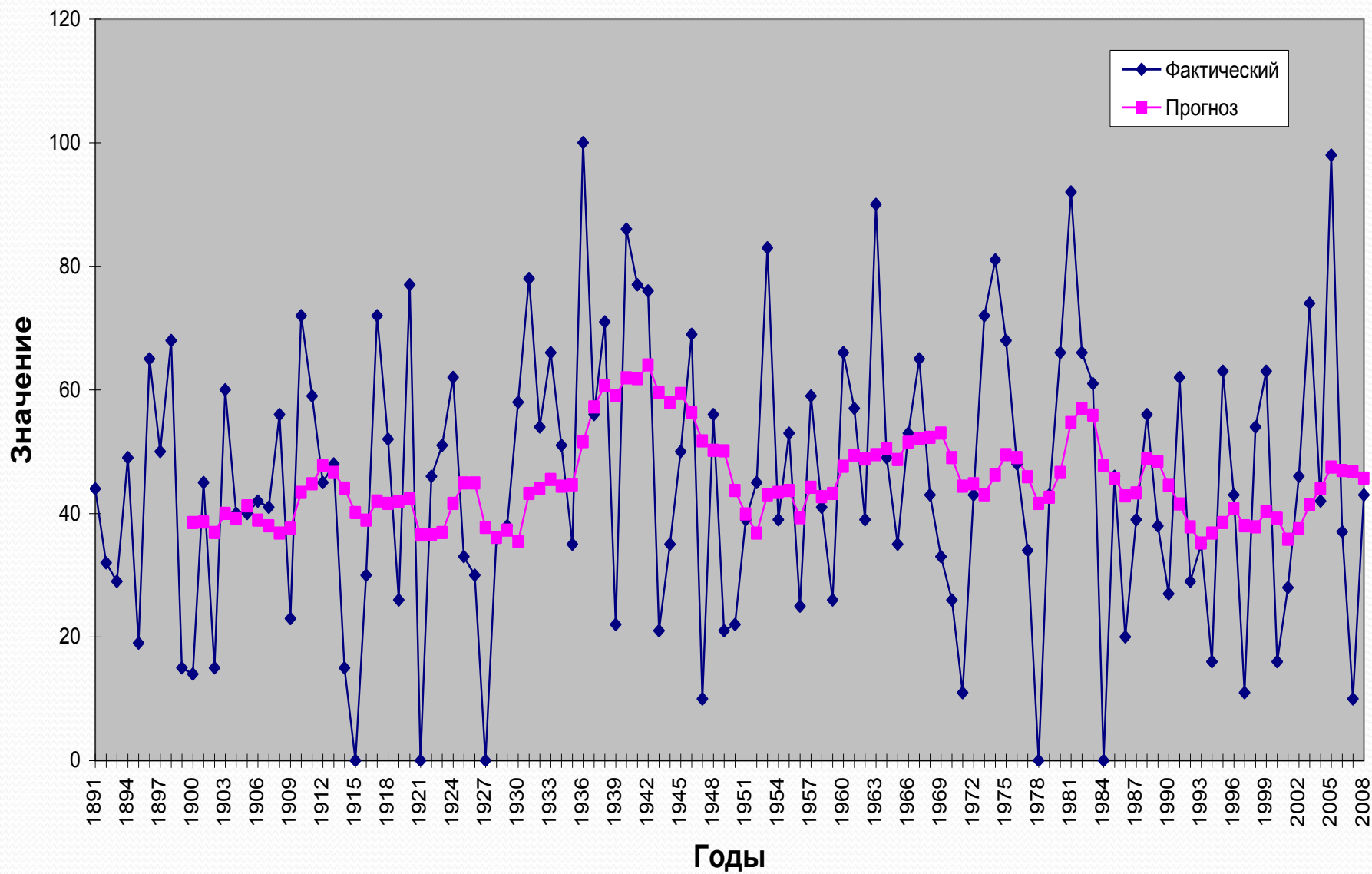
Межгодовая изменчивость суммарной (за сезон) продолжительности (в днях) бездождных периодов по станции Курган (1995-2009 гг., специальный критерий)



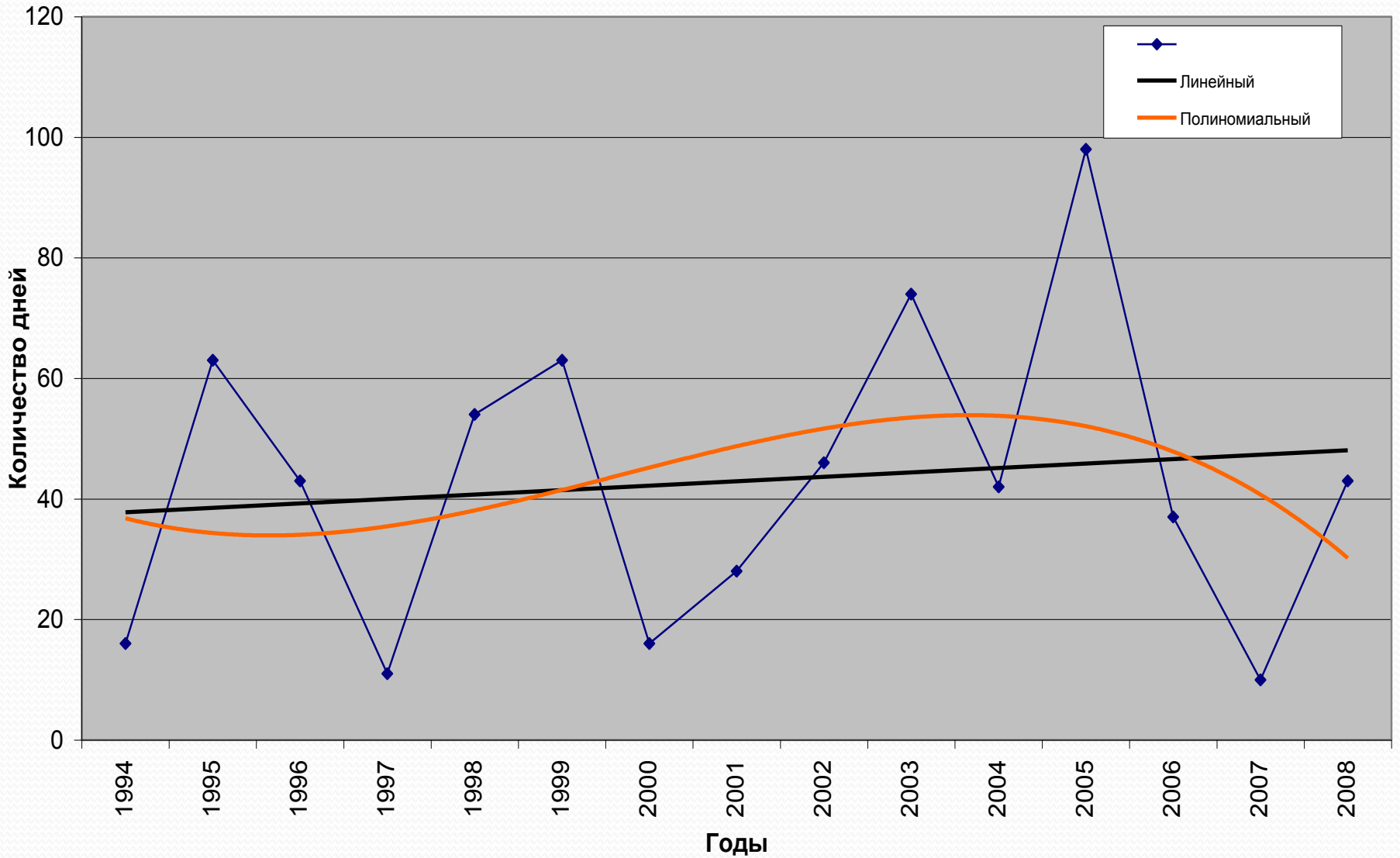
Межгодовая изменчивость суммарной (за сезон) продолжительности (дни) бездождных периодов по станции Пермь (1891-2008 гг., специальный критерий)



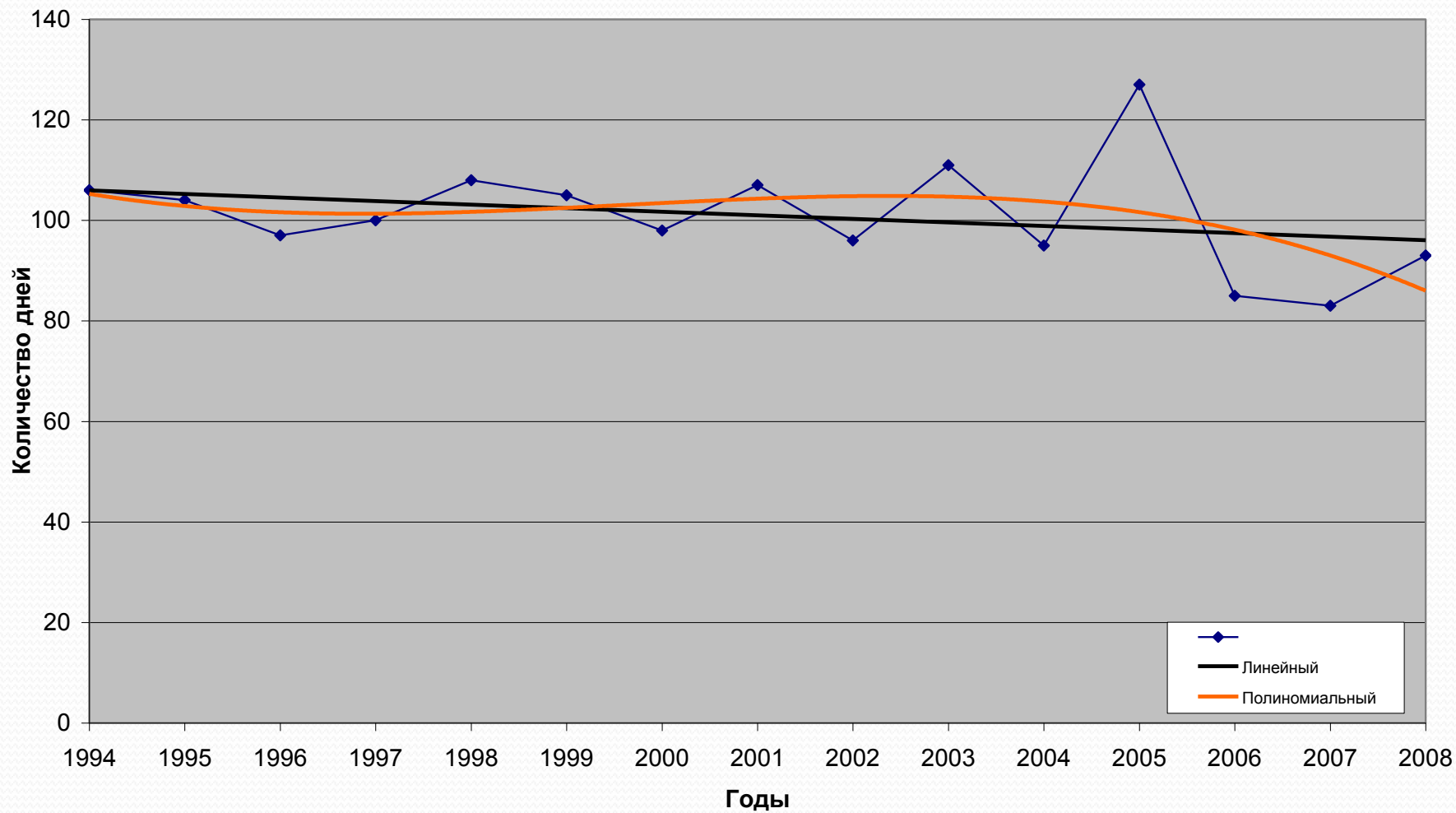
Скользящее среднее по станции Пермь (1891-2008 гг., специальный критерий)



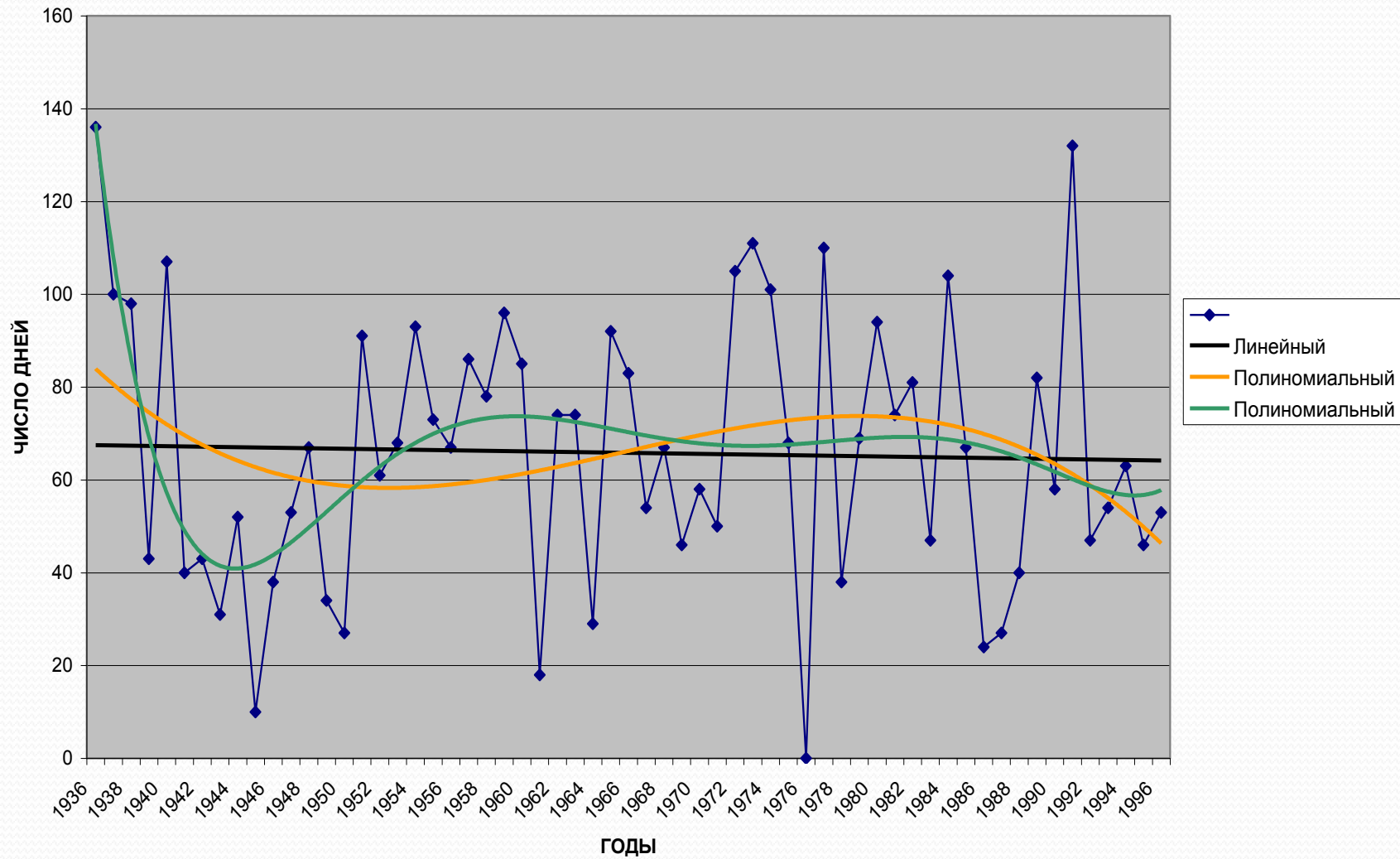
Межгодовая изменчивость суммарной (за сезон) продолжительности (дни) бездождных периодов по станции Пермь (1994-2008 гг., специальный критерий)




Межгодовая изменчивость суммарной (за сезон) продолжительности (дни) бездождных периодов по станции Пермь (1994-2008 гг., обобщенный критерий)



Межгодовая изменчивость суммарной (за сезон) продолжительности (дни) бездождных периодов по станции ТАВДА(спец.каталог)

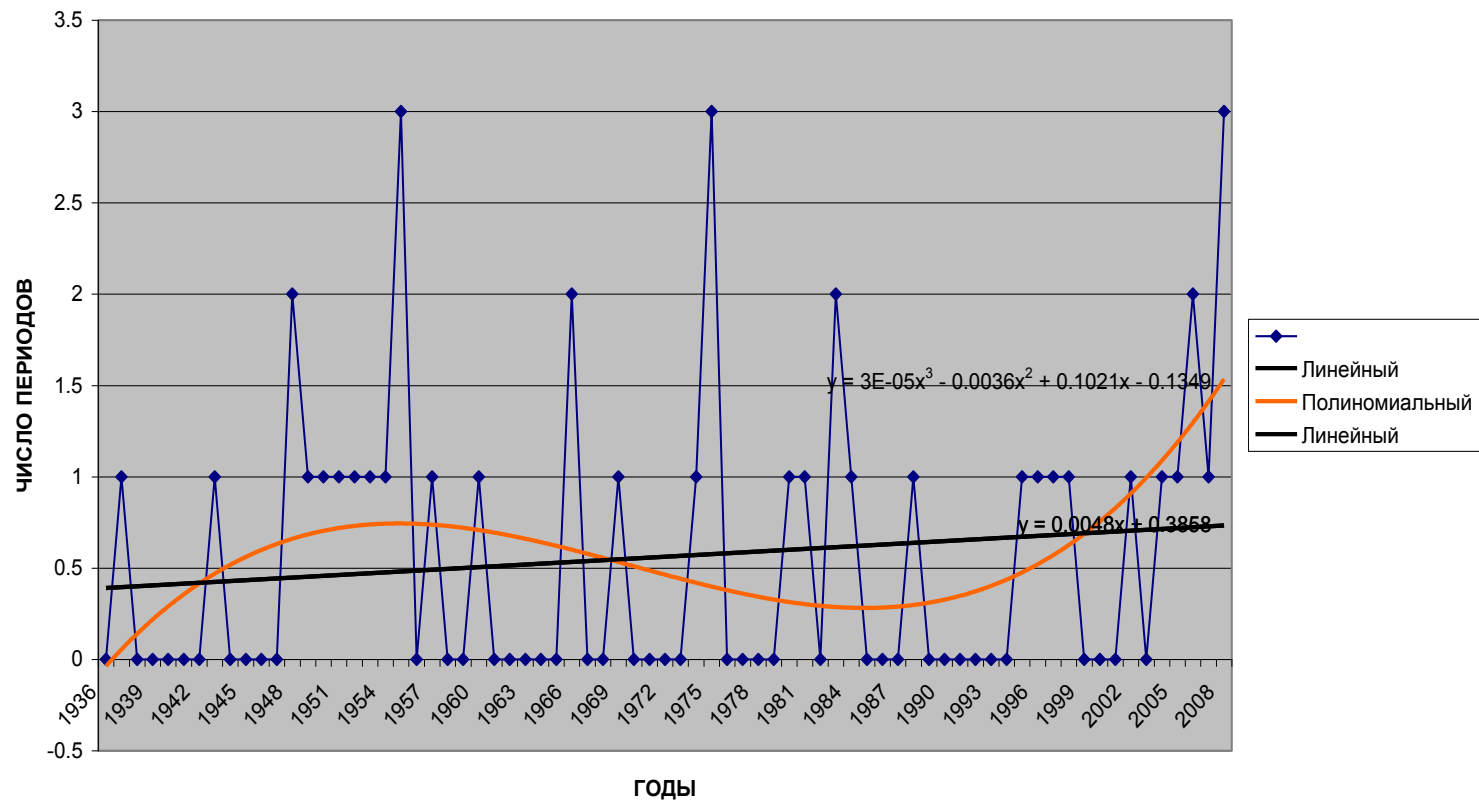




Таким образом иллюстрируется
многолетняя тенденция
изменчивости изучаемых
характеристик.

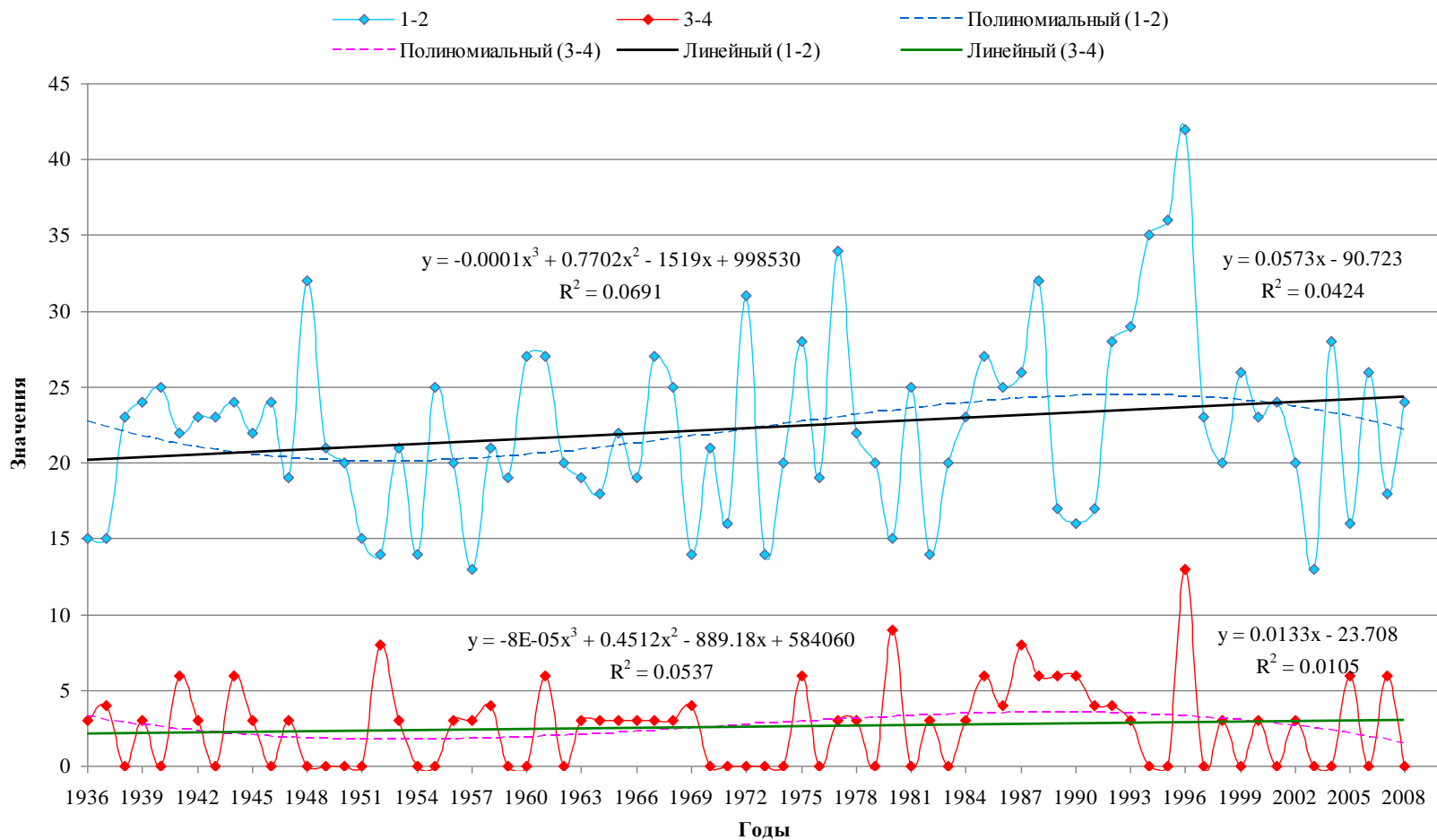
- Реализация принципа экстремальности осуществляется на основе рассмотрения экстремально длительных периодов , сочетающихся с экстремальными значениями метеопараметров, в частности – температурой воздуха и относительной влажностью, рассчитана их повторяемость, интерпретирована межгодовая изменчивость.

**МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЧИСЛА ПЕРИОДОВ ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ ≥ 10 ДНЕЙ
СОЧЕТАЮЩИХСЯ С МАКСИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕАТУРОЙ $\geq 28-30$ И ОТНОСИТЕЛЬНОЙ
ВЛАЖНОСТЬЮ $< 50\%$ ПО СТАНЦИИ БРЕДЫ**



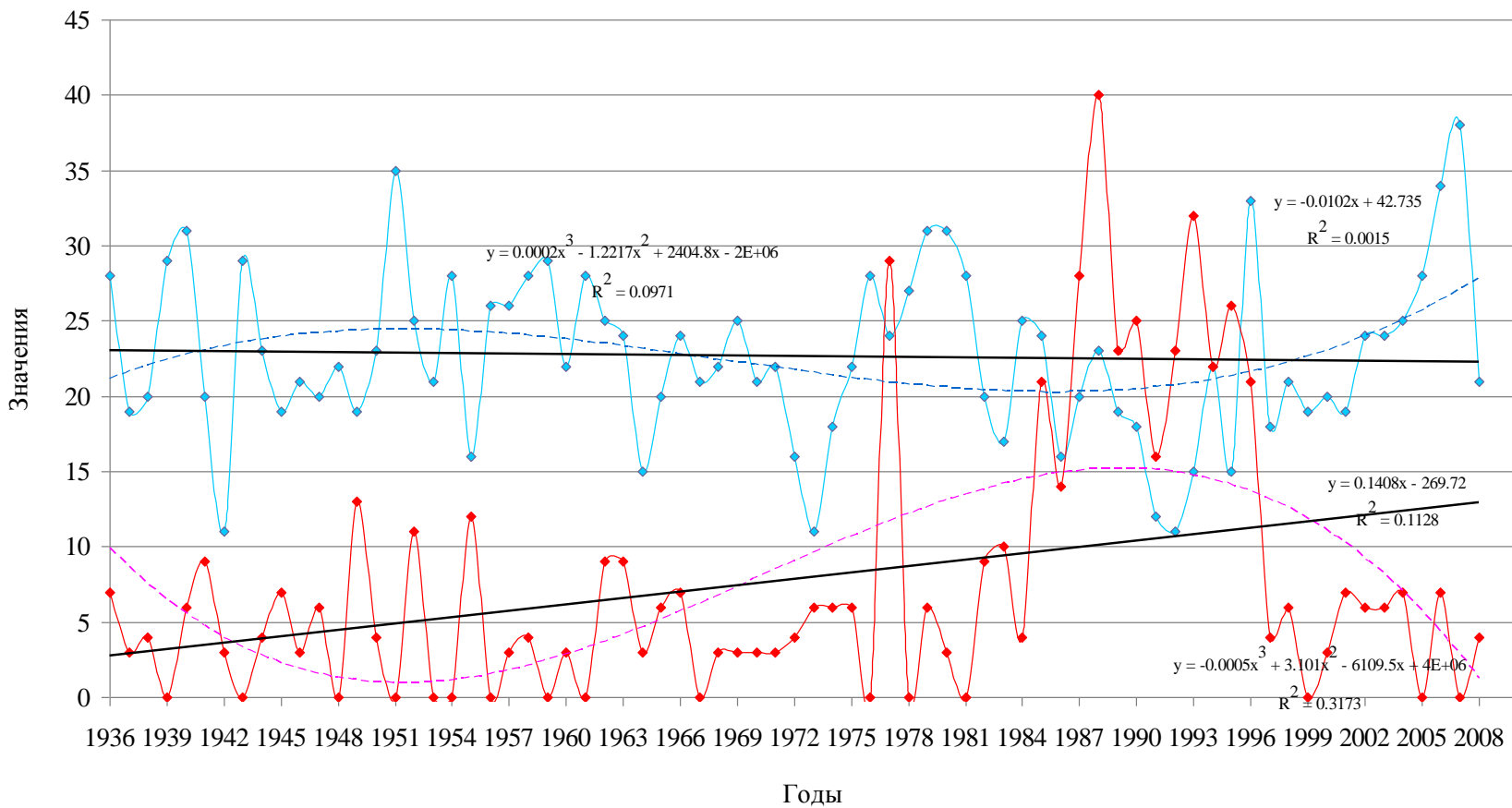
- Рассмотрены площадные характеристики одновременного охвата территории изучаемыми периодами , скомпонованы данные для их межгодовой интерпретации.

Межгодовая изменчивость суммарного числа дней в периодах отсутствия осадков с охватом 60-74% станций степного Зауралья

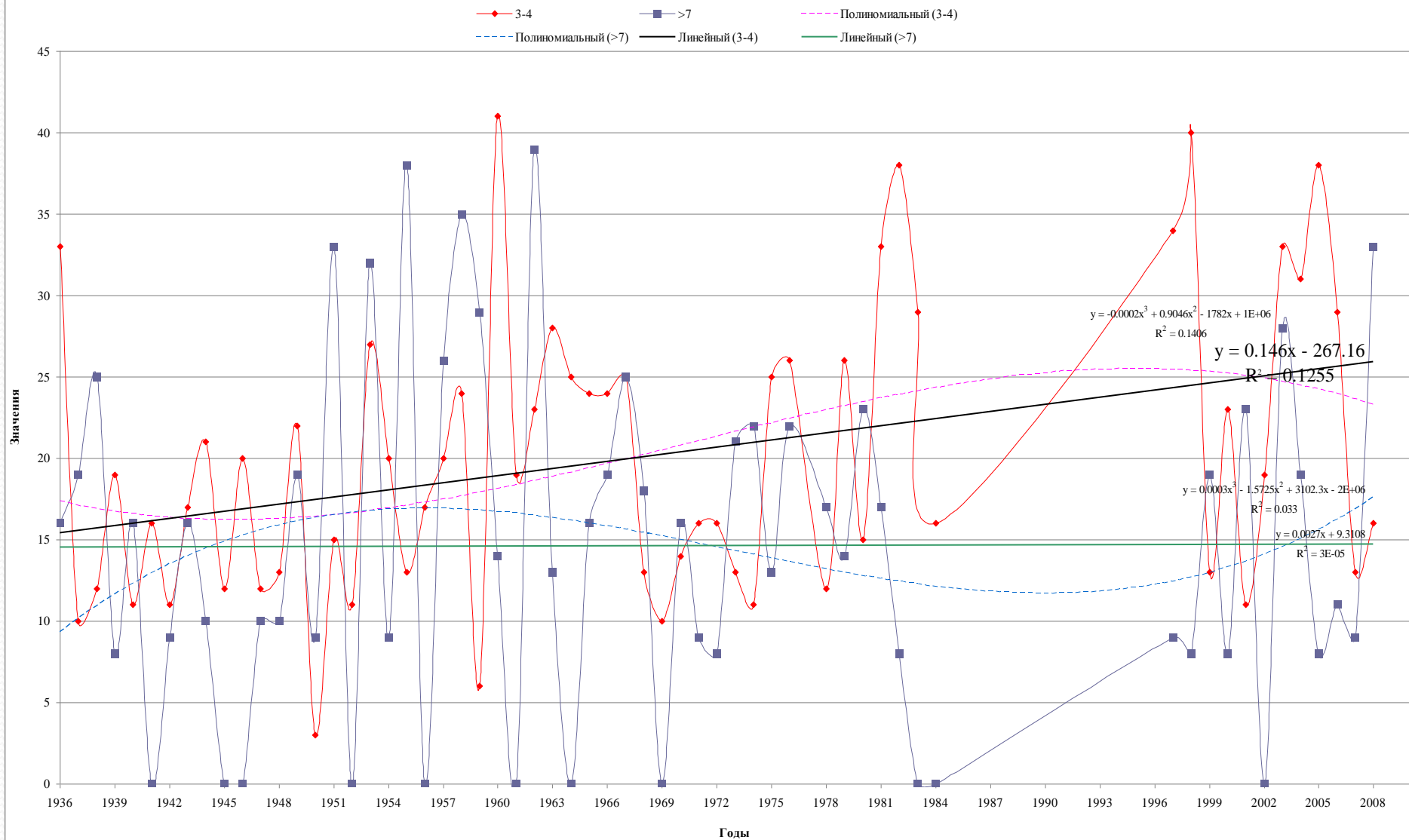


Межгодовая изменчивость суммарного числа дней в периодах отсутствия осадков с охватом 75-84% станций степного Зауралья

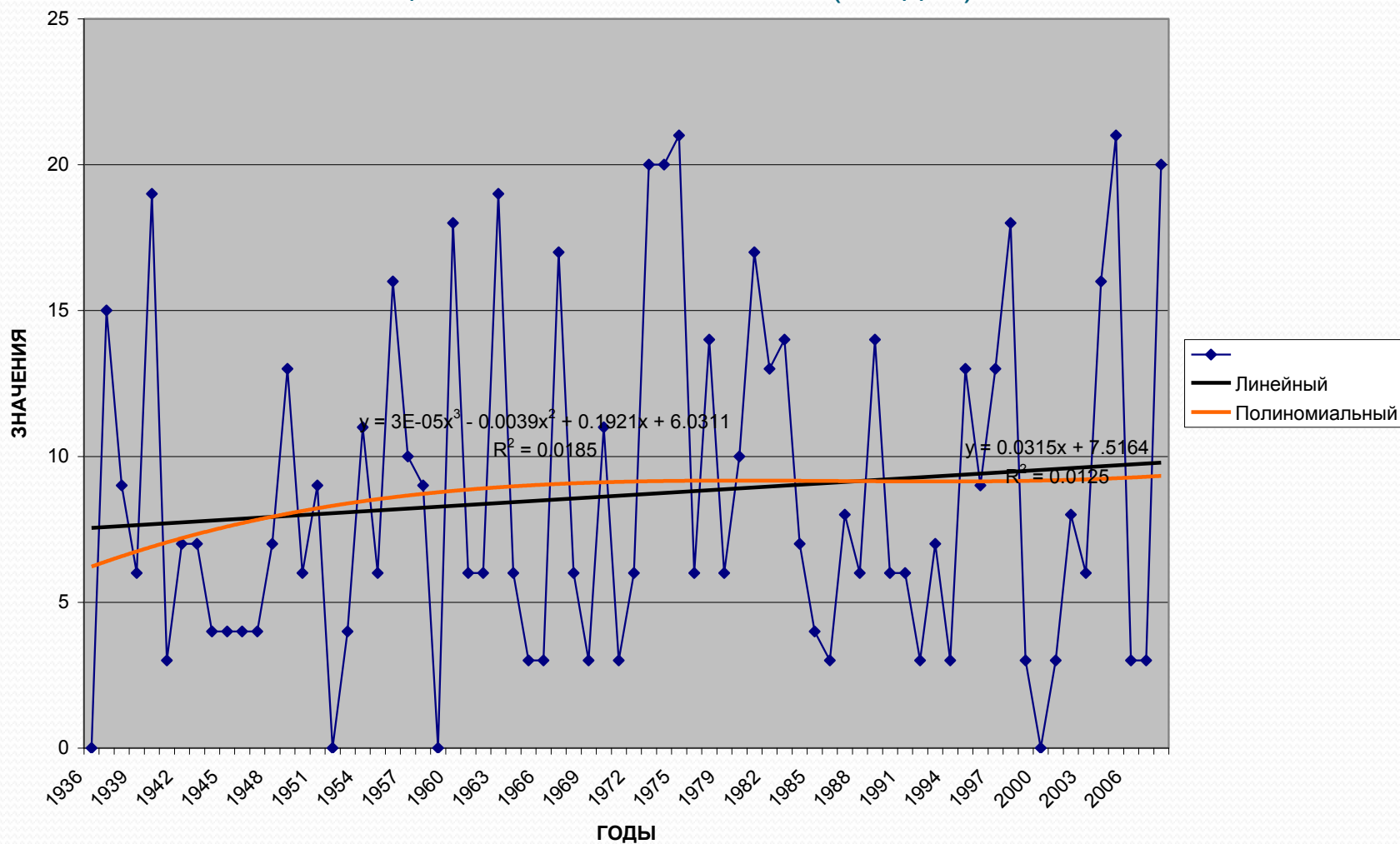
- ◆ 1-2
 - - - Полиномиальный (1-2)
 - Линейный (1-2)
- ◆ 3-4
 - - - Полиномиальный (3-4)
 - Линейный (3-4)



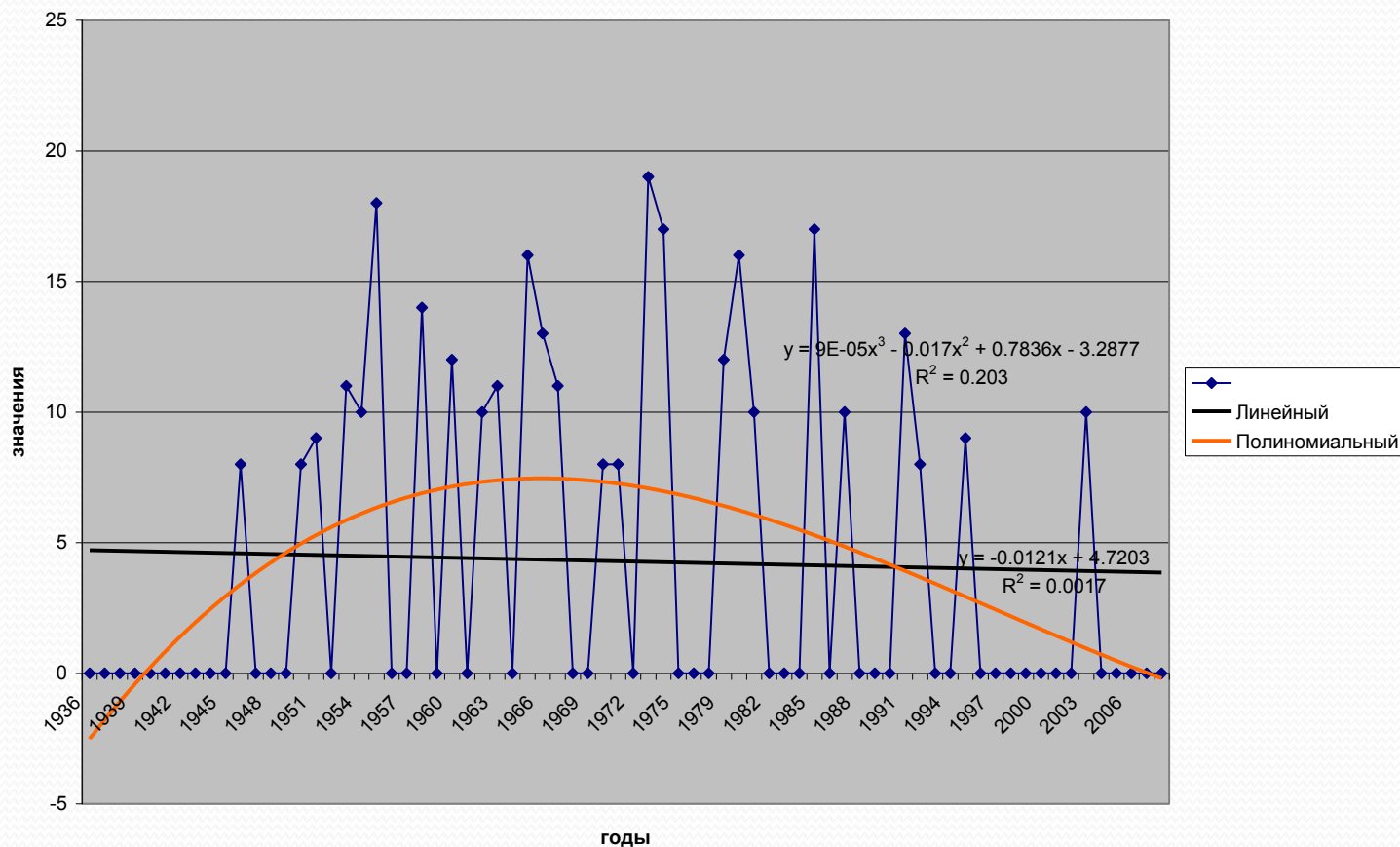
Межгодовая изменчивость суммарного числа дней в периодах отсутствия осадков с охватом 85-100% станций степного Зауралья



Межгодовая изменчивость суммарного числа дней в периодах отсутствия осадков с охватом 85-100% станций ТЕРРИТОРИИ УРАЛА(3-4 дня)



Межгодовая изменчивость суммарного числа дней в периодах отсутствия осадков с охватом 85-100% станций ТЕРРИТОРИИ УРАЛА(>7 дней)



Полученные показатели изменчивости характеристик периодов выявляют особенности ее регионального проявления, возможность быть индикатором изменений регионального климата, являются формой вероятностной (климатологической) оценки возможного наличия периодов, обеспеченности влагоресурсами и имеют значение для перспективной(и оперативной) оценки условий увлажнения региона, обеспечения его климатическими ресурсами, улучшения гидрометобеспечения.

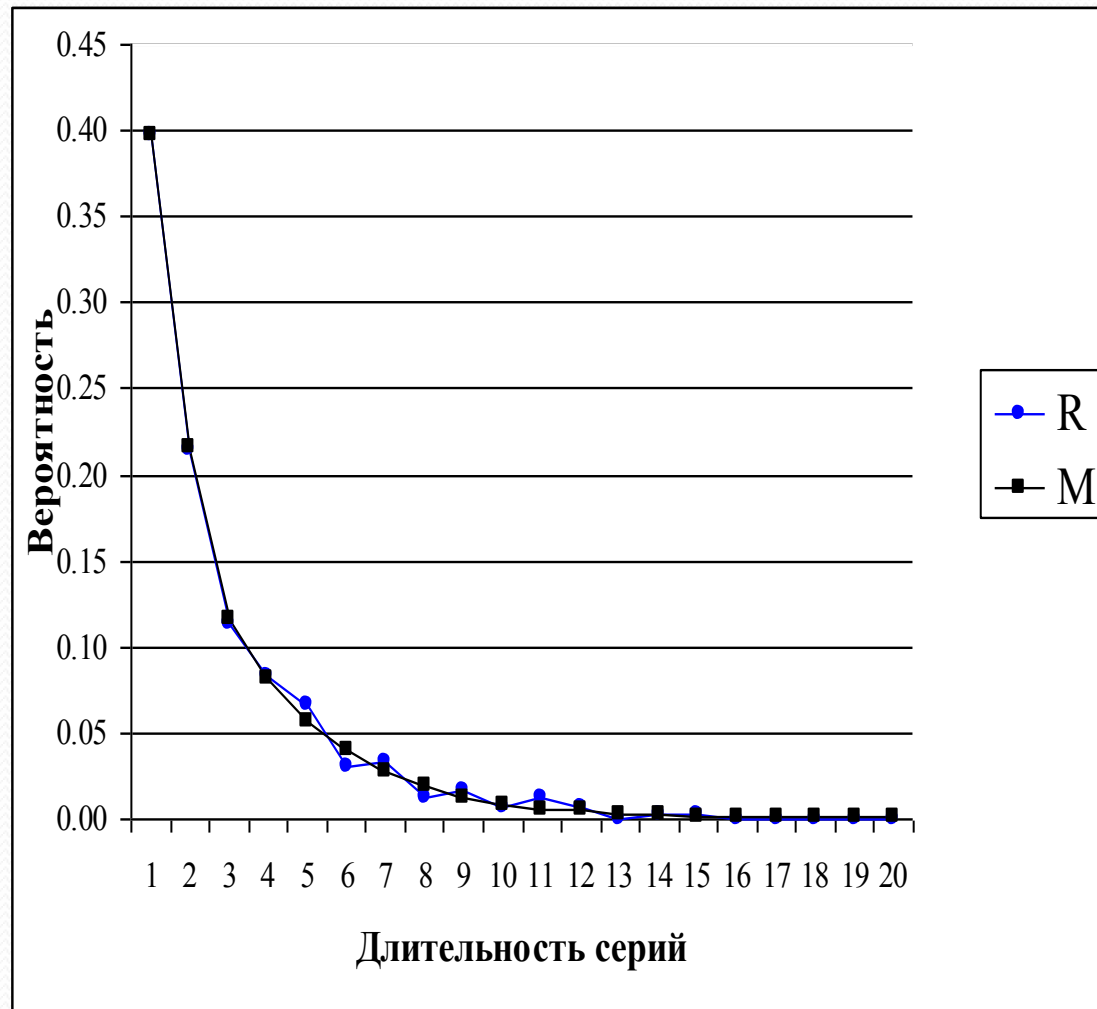
Характеристики совместных рядов типов циркуляции и индикаторов осадков.

- 1. Повторяемость каждой формы циркуляции в соответствии с длиной сухого либо дождливого периода (серии). Таким образом получим сведения о наиболее характерных циркуляционных условиях во время влажных периодов различной длительности.**
- 2. Повторяемость форм циркуляции в дни, предшествующие наиболее длительным периодам. Поскольку предшествующие дни могут состоять из различных вариантов.**

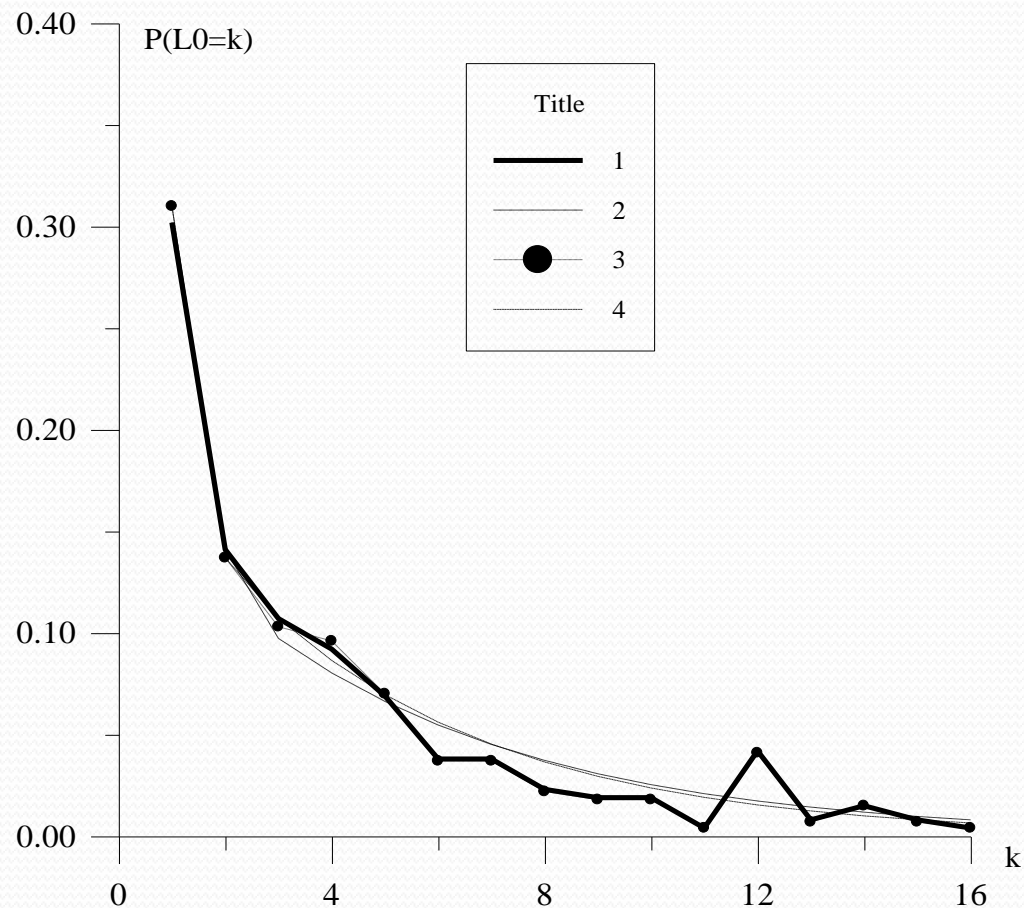
- 3. Выделить случаи, когда одновременно наблюдаются длительные периоды на всех трех станциях (поскольку трудно рассчитывать на полную одновременность, то можно считать одновременными серии, которые по времени пересекаются, скажем, примерно на 75%) . По аналогии с 1. Вычислить вероятности типов циркуляции.**
- 4. Вероятности переходов.**
- 5. Взаимосвязь с метеоэлементами (ход давления) во время серии и в периоды, предшествующие серии.**
- 6. То же по температуре**

- **Построена стохастическая модель двух совместных гидрометеорологических временных рядов. Первый из них – это ряд индикаторов суточных сумм осадков, которые принимают значения 0, если в течение суток осадки отсутствуют, и 1, если в течение суток осадки выпадали. Второй ряд представляет собой чередование трех типов циркуляции с, е, и w, где с характеризует меридиональный тип циркуляции, е-восточный и w-западный.**

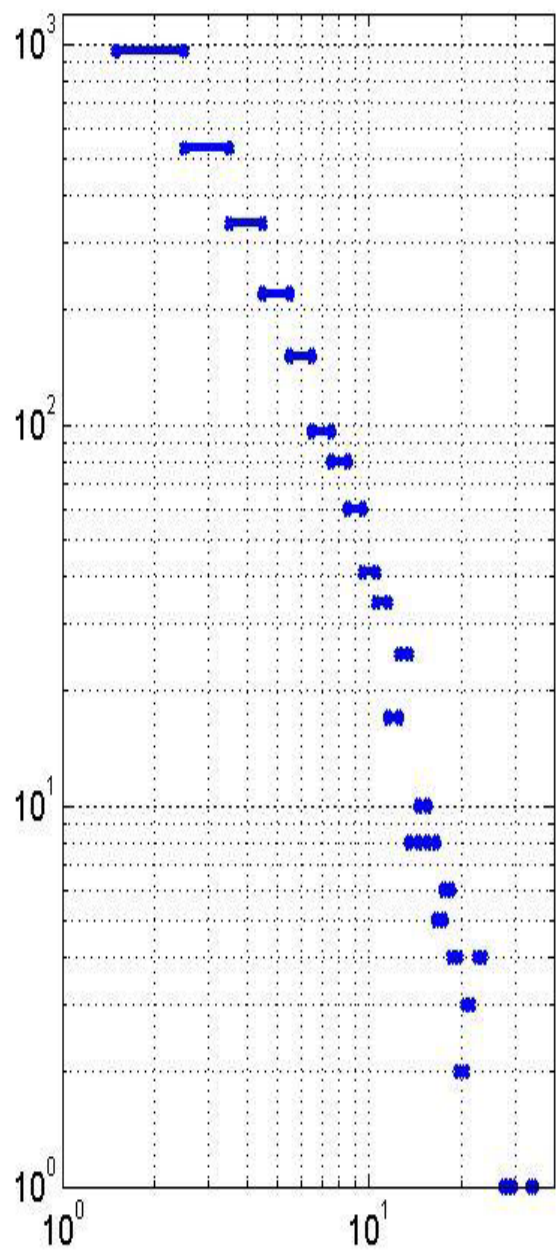
Из рисунка видно, что распределения длительностей серий реального ряда R и выборочное среднее M от оценок модельных рядов расположены достаточно близко друг к другу.



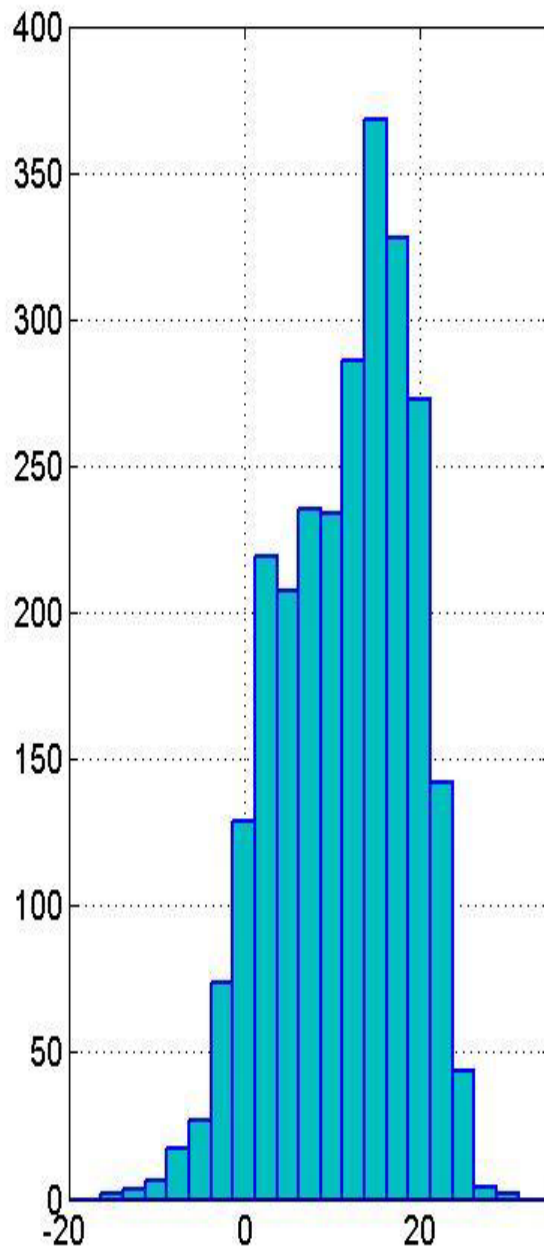
- **Распределения длительности серий сухих и дождливых периодов, соответствующие трехсвязной марковской модели при $K=1$ и $K=2$ совпадают с кривой фактических распределений.**



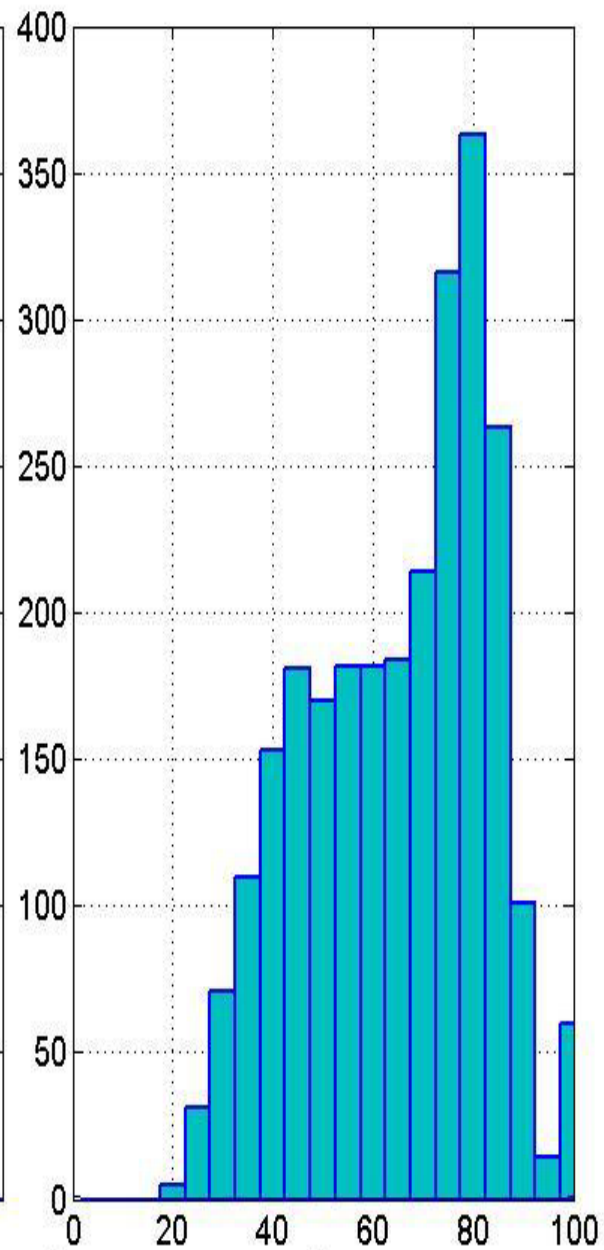
- Используются (для интерпретации в инициативном порядке) другие виды распределения (в частности Паретто), представление данных в логорифмическом масштабе для анализа “хвостов” распределения и др.



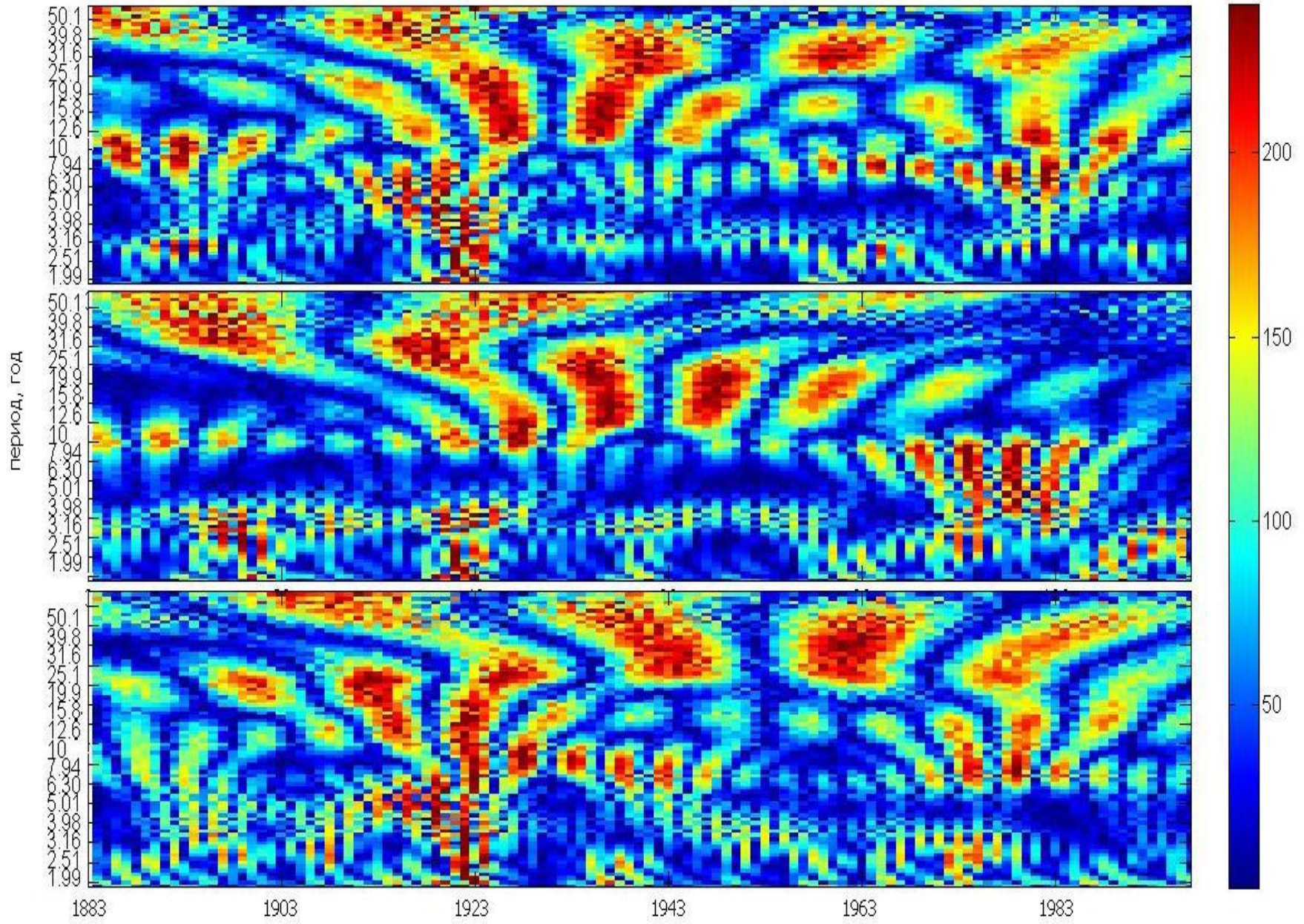
Распределение бездождевых дней, ось абсцисс - длительность бездождного периода, дни
ось ординат - количество периодов



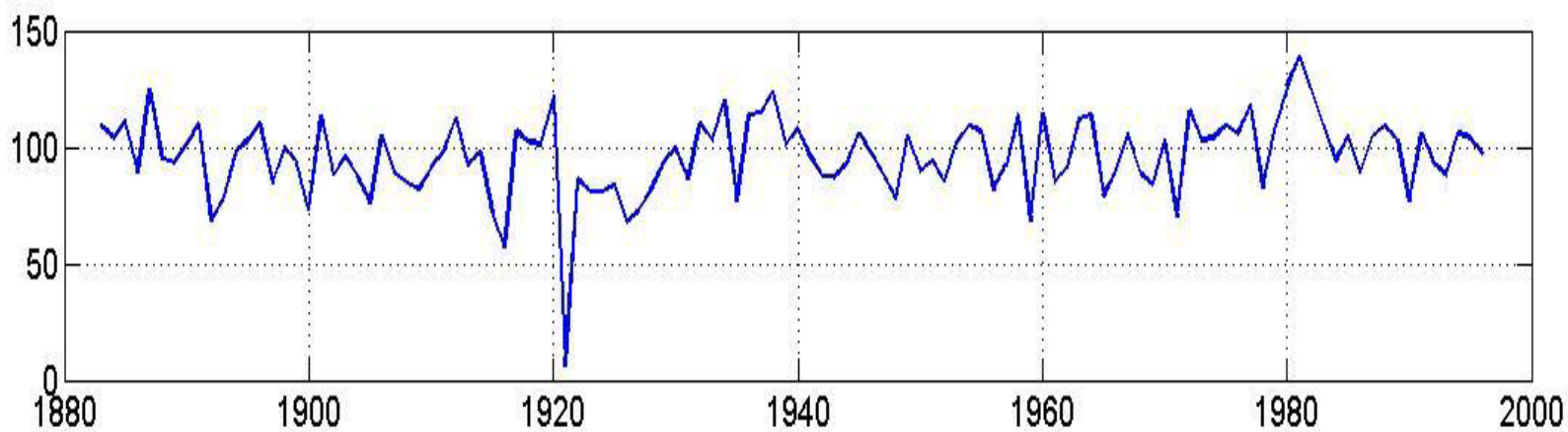
Распределение темпаператур для бездождных периодов, ось абсцисс - градусы, ординат - кол-во случаев



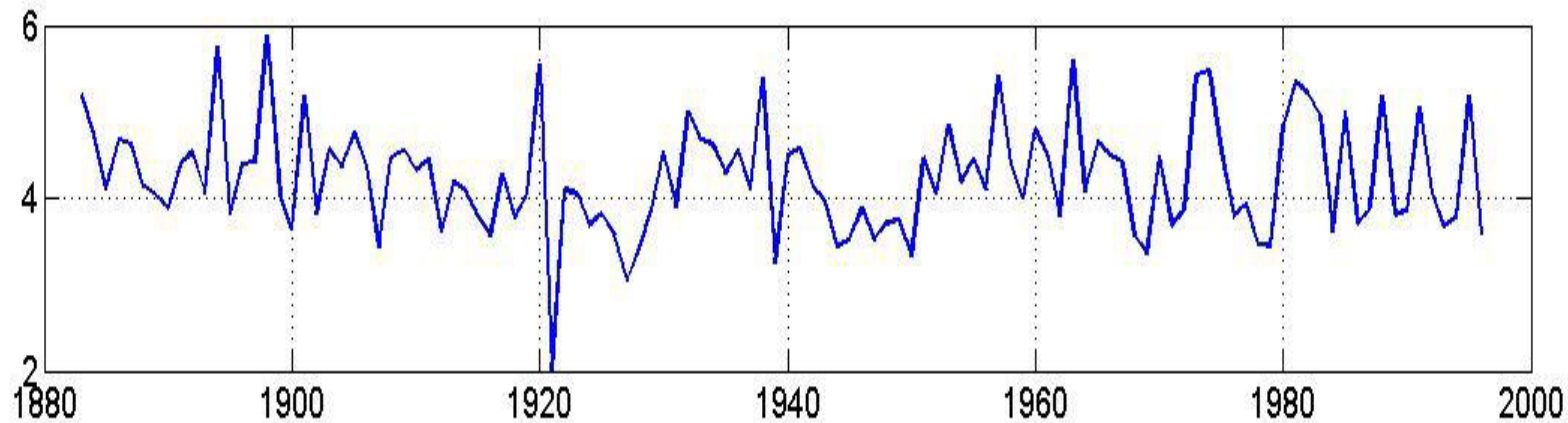
Распределение влажности для бездождных периодов, ось абсцисс - влажн. % ординат - кол-во случаев



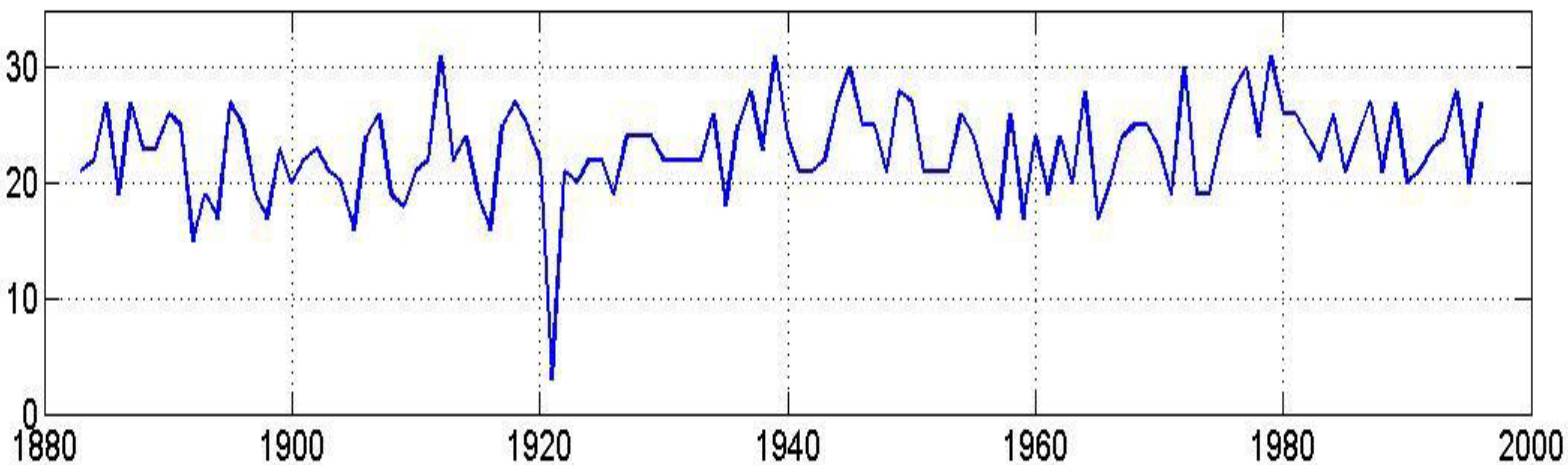
Суммарное количество дней без дождей в текущем году



Средняя длина бездождевого интервала



Количество бездождевых интервалов в текущем году



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ