НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 551.583

А.Б. Шутов
ст. преподаватель,
кафедра физического воспитания,
ФГБОУ ВПО «Сочинский
государственный университет»

ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ВЫПАДЕНИЯ ОСАДКОВ В РАЙОНЕ КРАСНОЙ ПОЛЯНЫ

Аннотация. В зимний период в районе Красной поляны эксплуатация олимпийских объектов нуждается в долгосрочном прогнозе погоды. При анализе тенденций динамики выпадения осадков были выявлены периоды повышения и понижения разброса амплитуд. Смена тенденций в динамике разброса амплитуд происходит в большом и малом переходном периоде. Выявленная продолжительность временных периодов в смене тенденций дает возможность заблаговременно определять погодные изменения.

Ключевые слова: регуляторы атмосферной циркуляции, амплитуды приращений, долевые тенденции, временные периоды, переходный период динамики, подуровни динамики.

A.B. Shutov, Sochi state university

THE LONG-TERM FORECAST OF LOSS OF DEPOSITS IN AREA OF A RED GLADE

Abstract. During the winter period in area of the Red glade operation of Olympic objects requires long-term weather forecast. At the analysis of tendencies of dynamics of loss of deposits the periods of increase and downturn of disorder of amplitudes have been revealed. Change of tendencies in dynamics of disorder of amplitudes occurs in the big and small transition period. The revealed duration of the time periods in change of tendencies enables beforehand to define weather changes.

Keywords: regulators of atmospheric circulation, amplitude of increments, share tendencies, the time periods, transition period of dynamics, sublevels of dynamics.

Введение. Проведение зимних Олимпийских игр в районе Красной поляны г. Сочи в февралеале 2014 года способствует созданию хороших спортивных баз и условий для дальнейшего развития зимних видов спорта в нашей стране. Зима с умеренными температурами, живописные места, близость моря, спортивные объекты с развитой инфраструктурой ставят район Красной поляны г. Сочи в один ряд с горнолыжными курортами мирового значения.

Хорошие климатические условия места проведения Олимпиады обусловлены тем, что район сочинского Причерноморья защищен с севера основными горными хребтами, а близость Черного моря, видоизменяя циркуляцию воздушных масс, формирует специфические проявления основных и вспомогательных климатообразующих факторов [1].

Спортивные комплексы расположены на высоте от 500 до 2000 м над уровнем моря и занимают площадь 8 395 гектар. На высоте 1000 м в зимний период продолжительность залегания снега длится 120-140 суток. Толщина снега с ноября по март включительно колеблется, в среднем, от 1 до 4 м, но может доходить и до 7 м.

Юго-западными ветрами в черноморский регион обычно приносятся тёплые и достаточно влажные средиземноморские воздушные массы. На северо-восточном побережье моря, особенно в районе Новороссийска, невысокие горы не являются преградой для холодных северных воздушных масс, которые, переваливаясь через них, обуславливают сильный холодный ветер [8].

В высокогорье, где климат более суров, резкие изменения суточного прироста снега и интенсивные снегопады могут привести к снежным наносам, поломке деревьев и сползанию грунта. А оттепели, сопровождающиеся дождем со снегом, могут способствовать выходу воды из русел рек и образованию селевых потоков. Поэтому эффективная эксплуатация спортивных

комплексов и планирование спортивно-курортной деятельности в этом районе зимой нуждается в прогнозах погодных условий с годовой и большей заблаговременностью. Чтобы сделать такой прогноз, необходим анализ динамики погодных изменений в регионе за достаточно протяженный предшествующий временной период.

Если раньше прогноз погоды основывался главным образом на экстраполяции перемещения циклонов и антициклонов, то в последующем накопленные сведения об особенностях атмосферной циркуляции дали возможность для более глубокого физического понимания атмосферных процессов. В прогнозах стали использоваться ритмические свойства атмосферной циркуляции. Погоду каждого конкретного месяца стало возможным описывать некоторым ограниченным и согласованным ансамблем ритмов, длительность каждого из которых в разные годы может варьироваться [7].

Для Черного моря выявлен средний период похолоданий в 78 лет. Регулятором данных тенденции могут быть автоколебательные процессы вращения планеты и распространение воды тающих ледников по пространству Мирового океана. Изменение скорости вращения Земли составляет 70-летнюю цикличность, климатические изменения с данной цикличностью – с максимумом в середине 30-х и минимумом в середине 70-х годов – были зафиксированы в прошлом столетии [3, 8].

Наличие некоторого глобального регулятора региональных состояний атмосферной циркуляции, воздействующего на циркуляцию циклически, может служить основой построения прогностической модели изменений климата. Однако основной причиной, сдерживающей многочисленные попытки построения статистических прогнозов климата, является способность атмосферы изменять свои прогностические связи. В разных сезонах, месяцах и разных циркуляционных эпохах тенденции динамики, как правило, различаются [6].

Материалы и методы. В наших методах исследования прогноз погоды основывался главным образом на выявлении динамических периодов и индикаторов в динамике погодных изменений. В графике динамики рассматривались долевые тенденции амплитуд прироста следующих друг за другом показателей. В дальнейшем долевые тенденции амплитуд положительных и отрицательных приростов рассматривались отдельно [5].



Рисунок 1 – Временной ряд изменения температуры воздуха холодных периодов года

Одной из основных характеристик показателя доли участия является наличие динамического фрагмента долевой тенденции [4]:

$$B_i = (p_i + p_{i+1}) \times \pi / Arc\cos\angle\alpha ,$$

где B_i – доля приращения параметра ряда, $(p_i + p_{i+1})$ – частность приращения параметра ряда, а $\pi / Arc\cos\angle\alpha$ – доля угла в прямоугольном треугольнике (двумерная модель).

Динамика долевых тенденций, представленная графически, послужила основой для

возможного прогнозирования погоды.

Метеостанция «Красная поляна», по данным которой изучались погодные условия, расположена на высоте 500 м над уровнем моря. Для исследований погодных изменений холодных периодов были взяты данные изменения температуры воздуха и изменения количества выпадения осадков [1] (см. графики на рис. 1, 2, 3).

В динамике изменения температуры воздуха за период с 1961г. по 2008г. визуально можно отметить тенденцию уменьшения амплитуд прироста во второй половине графика (см. рис. 1).

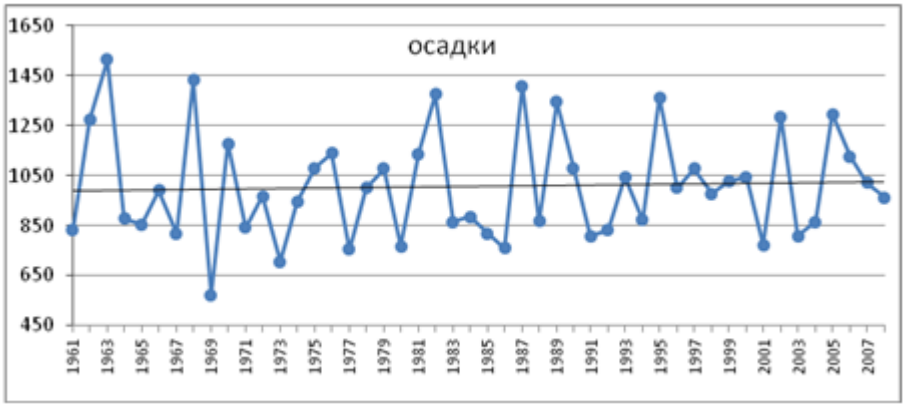

Рисунок 2 – Временной ряд динамики выпадения осадков в холодных периодах

В динамике выпадения осадков, представленных на рисунке 2, мы так же, как и на графике изменения температуры, наблюдаем тенденции уменьшения амплитуд. К этим исследуемым данным количества осадков в дальнейшем были добавлены наблюдения за предшествующий период, начиная с 1902 года. В результате общая картина динамики существенно изменилась (см. рис. 3): резко возрос линейный тренд, а полином 4-й степени выявил два периода понижения в этой возрастающей тенденции.

На графике выпадения осадков (рис. 3) динамика амплитудных изменений имеет сложный характер, однако визуально можно выделить два периода: в первой половине – с 1902 по 1954 годы – шло увеличение амплитуд приростов, а с 1954 по 2008 годы амплитуды приростов уменьшались.

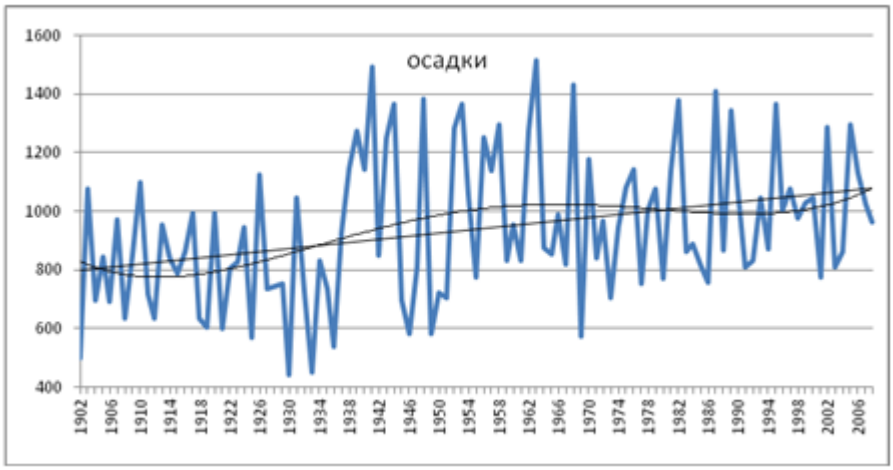

Рисунок 3 – Временной ряд динамики выпадения осадков
в холодных периодах года за 107 лет

Данная тенденция амплитудных изменений на настоящий момент экспериментально может быть изучена лишь в рамках динамической энтропии. На практике же эти изменения обычно рассматриваются визуально. Для более полного изучения тенденций амплитудных приращений в рядах динамики, представленных на рисунках 1, 2, 3, нами использовался метод долевых тенденций [4, 5]. Результаты исследований представлены на графиках (рис. 4–9 и в табл. 1).

Результаты и их обсуждение. Графики вычисленных долевых тенденций, представленные на рисунке 4 и 5, имеют формы прогнутых дуг по отношению к горизонтальной оси координат. Данная тенденция в целом подтверждает визуально выявленное уменьшение амплитуд в динамике временного ряда (см. рис. 1, 2). Эта тенденция характерна как для положительных, так и для отрицательных приростов.

На графиках она имеет вид прогнутой дуги, а в таблице представлена отрицательной величиной. Большая величина дуги амплитуд положительных приростов (см. табл. 1) характеризуется большей отрицательной величиной. Это означает, что положительные амплитуды уменьшались больше, чем отрицательные (см. КЕ=-1,66, против КЕ=-0,24, а также -2,99 и -1,67; -0,31 и -0,004).

Здесь следует отметить, что положительный знак показателя долевой тенденции отражал бы увеличение амплитуд в динамике ряда, а график имел бы форму выпуклой дуги.

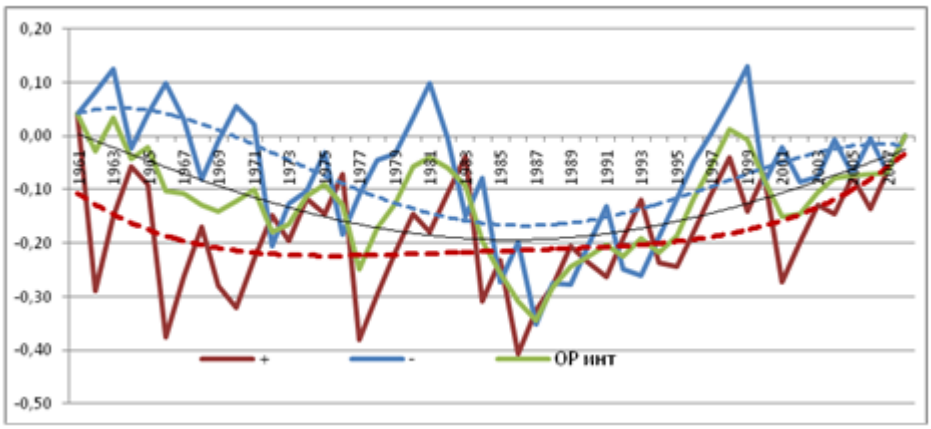

Рисунок 4 – Долевые тенденции амплитуд в динамике показателей температуры воздуха

В динамике выпадения осадков того же временного периода мы наблюдаем схожие тенденции (см. рис. 5). Однако величины прогиба дуг здесь более значительны (см. в табл. 1 показатели КЕ= -2,99 и -1,67), а значит и тенденции уменьшения амплитуд в динамике осадков были большими.

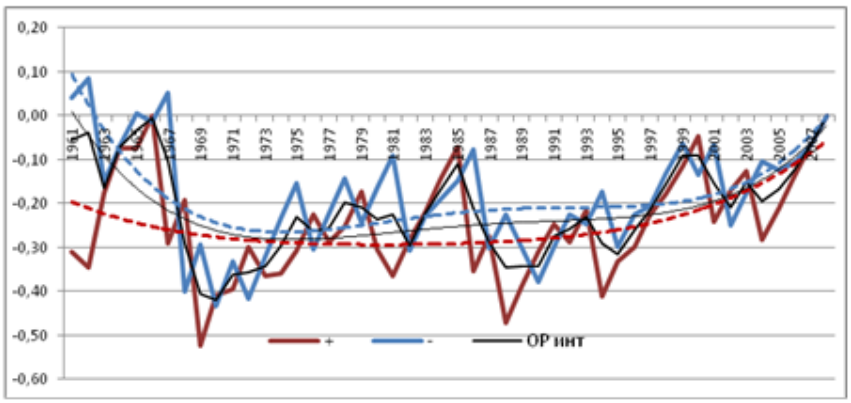

Рисунок 5 – Долевые тенденции амплитуд в динамике показателей выпадения осадков

Здесь следует отдельно отметить, что направленность тенденций в разбросе положительных и отрицательных амплитуд имеет моменты расхождения и сужения по отношению к срединной линии. В период сужения в тенденциях возрастает степень сопряжения, а при расхождении она снижается [4, 5]. Данная динамика, возможно, зависит от влияния ряда тех или иных регуляторов погодных условий [6].

По временному ряду исследуемых показателей динамики осадков, увеличенного в прошлое на 59 лет (см. рис. 3), были вычислены и показатели долевых тенденций (см. рис. 6, 7 и табл. 1).

Как видно из графика (рис. 6), долевые тенденции амплитуд имеют форму выпуклой и прогнутой дуги. Следовательно, в первой временной половине разброс амплитуд возрастал, а во второй – снижался. Здесь следует отметить, что тенденции второй половины совпадают с ранневычисленной тенденцией за 48 лет (см. рис. 5), что говорит о правильности сделанных вычислений.

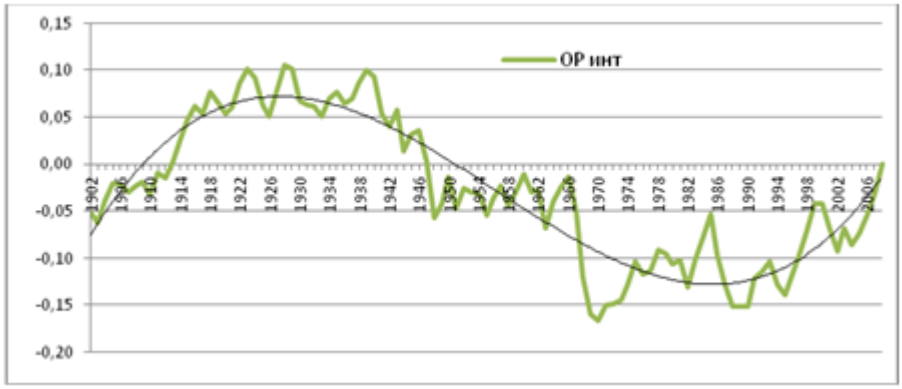

Рисунок 6 – Долевые тенденции амплитуд в динамике выпадения осадков за 107 лет

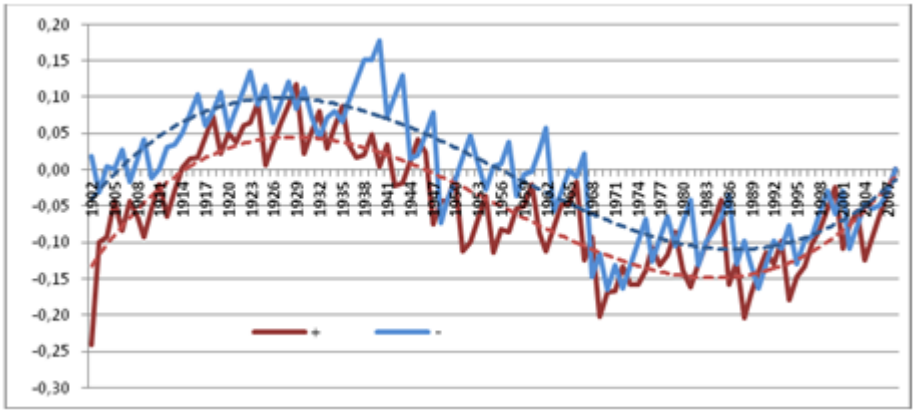

Рисунок 7 – Долевые тенденции положительных и отрицательных амплитуд в динамике осадков

Место пересечения выпуклой дуги с горизонтальной нулевой линией (1951 год) характеризует собой переход тенденции увеличения амплитуд в тенденцию их уменьшения. Следующая точка пересечения (2009 год) будет характеризовать смену тенденций уменьшения амплитуд в тенденцию их увеличения. Временной отрезок с примерной длительностью в 5–7 лет, справа и слева от точки пересечения, в первом случае представляет наибольшие амплитуды разброса, а во втором случае – наименьшие. Данные тенденции можно охарактеризовать как **большой и малый переходные периоды**.

В общем амплитудном ряде знак прироста амплитуды не выделен (см. рис. 6). Для вы-

деления знака общий ряд был разделен на ряды положительных и отрицательных приростов. По каждому из рядов были также вычислены показатели долевых тенденций, динамика которых и представлена на графиках (рис. 7).

Тенденции колеблемости (разброса) показателей положительных и отрицательных амплитуд имеют два периода. С 1902 года по 1954 годы в выпадении осадков шло постепенное увеличение амплитуд (выпуклая дуга), а после, до 2008 года, происходило их уменьшение (прогнутая дуга). Полная смена дуг характеризуется продолжительностью в 100 лет.

Наличие схожести в тенденциях выпадения осадков и температуры (см. рис. 4 и 5) совпадает с прогнозными данными. Так, середина большого переходного периода в динамике осадков (см. рис. 7, 1952–1954 годы) совпадает с датой наибольших холодов по Черному морю. В XX веке в зиму 1953–1954 годов на обширной территории от Атлантики до Урала, с ноября по апрель, лютовала стужа, и северная часть Черного и вся акватория Азовского морей замерзла. Она, видимо, зависела от цикличности скорости вращения Земли [3, 8].

Асимметрия в величинах тенденций амплитуд положительных и отрицательных приростов, которую мы наблюдаем в таблице 1, указывает на большую нестабильность отрицательных амплитуд, которая на графиках проявляется более верхним их расположением по отношению к динамике положительных амплитуд (см. рис. 4, 5, 7).

Таблица 1 – Тенденции разброса амплитуд показателей временного ряда динамики холодного периода

Показатели	Долевые тенденции								
	Температура За 47лет			Осадки За 47 лет			Осадки За 107 лет		
	ОР инт.	+ инт.	– инт.	ОР инт.	+ инт.	– инт.	ОР инт.	+ инт.	– инт.
Дуу	-6,02	-8,84	-3,35	-10,15	-11,86	-8,87	-3,11	-5,76	-0,66
Дуа	-0,13	-0,19	-0,07	-0,22	-0,25	-0,19	-0,03	-0,05	-0,01
КЕ	-0,77	-1,66	-0,24	-2,19	-2,99	-1,67	-0,09	-0,31	-0,004

Данная нестабильность, видимо, связана с доминирующим влиянием в этом регионе в зимние периоды северных ветров. Безусловно, периодичность переходных периодов примерна и может колебаться в неизвестных нам пределах. Однако можно предположить, что признаки смены предстоящих изменений могут содержаться в тенденциях динамики нижележащих уровней временных рядов динамики.

Для выявления возможных индикаторов, которые бы характеризовали будущие изменения, выделенные ряды динамики были разделены еще раз. Так, из рядов положительных и отрицательных приростов периода с 1902 по 2008 годы были вновь выбраны положительные и отрицательные приросты, в результате чего было дополнительно получено еще четыре ряда динамики, имеющих разные знаки. Вычисленные долевые тенденции этих нижележащих уровней временного ряда динамики представлены на графиках (рис. 8, 9).

О возможном наступлении тенденций следующего 50-летнего периода, начиная с 1952 года, который нам уже известен, может говорить изменчивость тенденций нижележащих уровней. Так, нами стрелкой отмечено место пересечений в тенденциях приростов (рис. 8б), которое затем, с некоторым запаздыванием, проявилась и в ряде положительных амплитуд (рис. 8а).

Данные изменения, возможно, были связаны с усилением влияния воздушных масс юго-западного направления. И, действительно, с 1952 по 2008 годы произошла смена тенденций, которая на графике проявилась в тенденции уменьшения амплитуд (рис. 7).

На графиках рисунка (см. прогнутые дуги рис. 9б) главной особенностью является частая взаимозаменяемость тенденций. Гипотетически динамика индикаторов указывает, что по-

сле малого переходного периода, примерно с 2008 по 2018 годы, вновь наступит более сильное влияние северо-восточных ветров, которое продлится, примерно, до 2060 года.

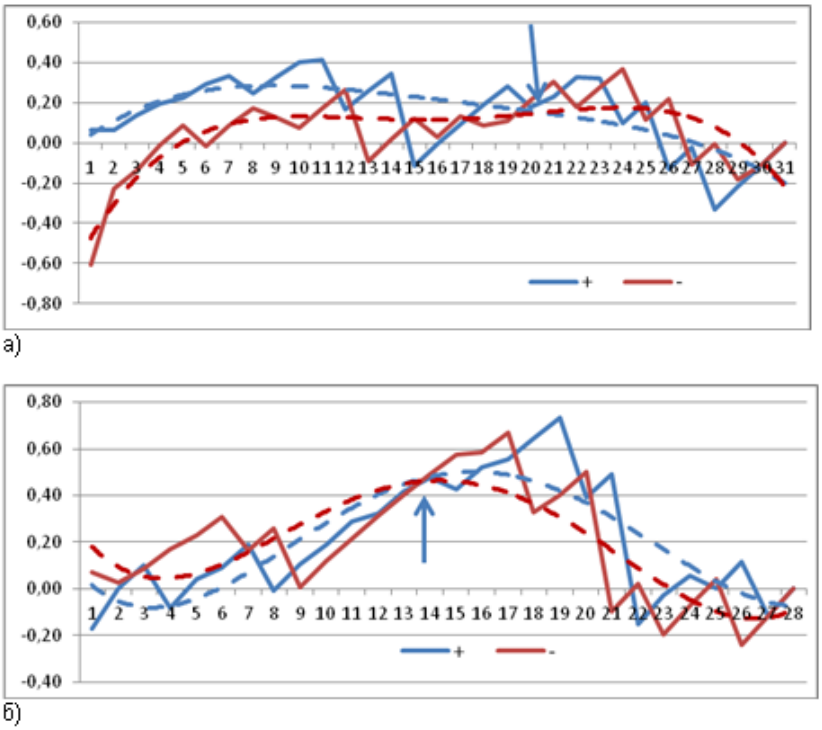

Рисунок 8 – Динамика третичных долевых тенденций первых 59 лет из 107-летнего периода:
а) ряды, выделенные из положительных приростов; б) ряды, выделенные из отрицательных приростов

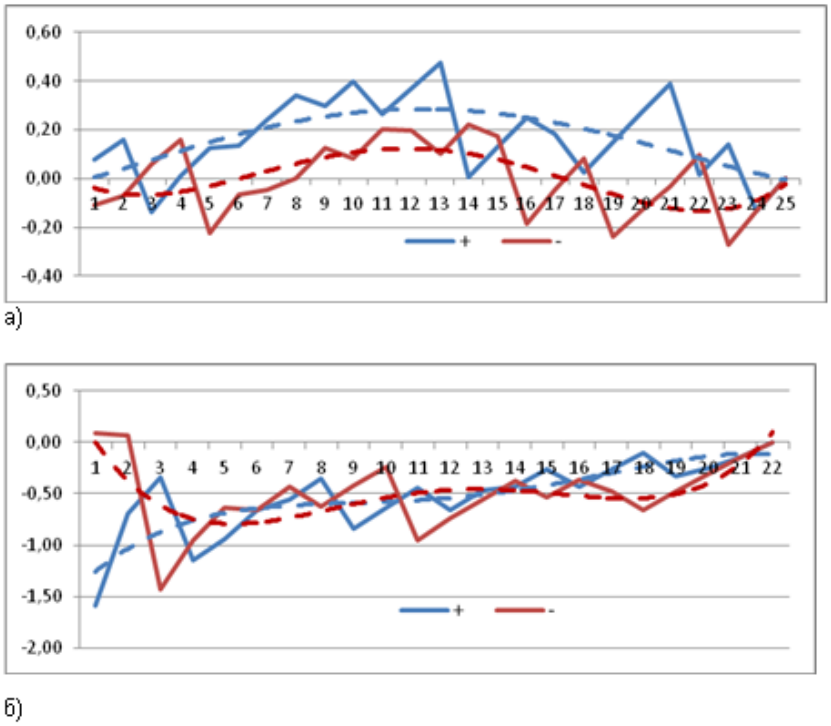

Рисунок 9 – Динамика третичных долевых тенденций последних 48 лет из 107-летнего периода:
а) ряды, выделенные из положительных приростов; б) ряды, выделенные из отрицательных приростов

Следует ожидать, что за весь этот 50-летний период разброс амплитуд в выпадении осадков будет повышаться. Данная динамика, безусловно, потребует от служб хозяйствующих субъектов повышенного внимания к охранным мерам в данный временной период.

Выводы:

1. В динамике выпадения осадков холодных периодов выявлена последовательная смена в увеличении и снижении тенденций амплитуд ряда, которая по данному региону составляет примерный период в 53 года.

2. В смене тенденций амплитуд временного ряда динамики выявлены большой и малый переходные периоды. Для большого переходного периода характерен наибольший разброс амплитуд, а для малого переходного периода – наименьший разброс амплитуд.

3. За период с 2009 по 2062 годы в районе метеостанции Красная поляна зимы, предположительно, будут характеризоваться постепенным увеличением амплитуд в динамике количества выпадения осадков.

4. В динамике погодных изменений данного региона нестабильность отрицательных амплитуд преобладает над амплитудами положительными.

Список литературы:

1. Битюков Н.А. Рекреация и мониторинг экосистем особо охраняемых природных территорий Северного Кавказа: монография / Битюков Н.А., Пестерева Н.А., Ткаченко Ю.Ю., Шагаров Л.М.; ГОУ ВПО СГУ. Сочи, 2012.

2. Околов В.Ф. Методика долгосрочного прогноза климатически обусловленных опасных явлений (на примере лавин) / Околов В.Ф., Мягков С.М. // Оценка и долгосрочный прогноз изменения природы гор. М.: Изд. МГУ, 1987. С.104–120.

3. Сидоренков Н.С. Многолетние изменения атмосферной циркуляции и колебания климата в первом естественном синоптическом регионе / Сидоренков Н.С., Свиренко П.И // Долгопериодная изменчивость условий атмосферной среды и некоторые вопросы промыслового прогнозирования. М., 1989. С. 59–71.

4. Шутов А.Б. Применение метода долевых тенденций в анализе динамики климатических факторов буковых и дубравных зон Причерноморья / Шутов А.Б., Битюков Н.А. // Известия СГУ. 2013. № 2 (25). С. 156–161.

5. Шутов А.Б. Преобладание доли участия отрицательных амплитуд в тенденциях динамики солнечной активности // Приволжский научный вестник. 2013. № 7 (23). С. 5–12.

6. Долгосрочные метеорологические прогнозы [Электронный ресурс]. URL: //www.meteo.ru/publish_tr/monogr2/glava6.pdf

7. Шерстюков Б.Г. Оценки точности статистической модели изменений климата [Электронный ресурс]. URL: www.meteo.ru/publish_tr/trudy175/st2.pdf

8. Даты наибольших холодов по Черному морю [Электронный ресурс]. URL: //vk.com/wall-33134232_26229