

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“
ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ
Книга 2 – ГЕОГРАФИЯ
Том 110

ANNUAL OF SOFIA UNIVERSITY “ST. KLIMENT OHRIDSKI”
FACULTY OF GEOLOGY AND GEOGRAPHY
Book 2 – GEOGRAPHY
Volume 110

СЪВРЕМЕННИ ИЗМЕНЕНИЯ НА ТЕМПЕРАТУРАТА НА ВЪЗДУХА И ВАЛЕЖИТЕ В БЪЛГАРИЯ

ГЕОРГИ РАЧЕВ, НИКОЛИНА АСЕНОВА

Катедра Климатология, хидрология и геоморфология

Георги Рачев, Николина Асенова. СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ОСАДКОВ В БОЛГАРИИ

В статье анализируются температуры воздуха и осадков в периоде 1961–2015. Используются данные с сезонных и годовых стоимостях 9 метеорологических станций. Периодами сравнения являются 1961–1990 – базисный, 1986–2015 и 2000–2015. Самая существенная тенденция к изменению температуры и осадков наблюдается с начала XXI века. Премены более ощутимы в северных частях страны.

Ключевые слова: изменение климата, современные изменения, температуры воздуха, осадков, изменение климата в Болгарии.

Georgi Rachev, Nikolina Asenova. CURRENT CHANGES OF THE AIR TEMPERATURE AND PRECIPITATIONS IN BULGARIA

The article analyses the air temperature and precipitations variability during the period 1961–2015. The data used is about the seasonal and annual values of 9 meteorological stations. The periods compared are 1961–1990 basic, 1986–2015 and 2000–2015. The trend in the change of air temperature and precipitations is observed most significantly since the beginning of the 21st century. The changes are more pronounced in the northern parts of the country.

Keywords: climate change, current change, air temperature, precipitation, variability in the climate in Bulgaria.

УВОД

Климатът винаги се е изменял поради развитието на естествените причини, които го пораждат – частични изменения в радиационното излъчване на Слънцето или вул-

каничните изригвания, които влияят на атмосферата, замърсявайки я с прах и др. Като цяло през различните геоложки периоди в различните райони на Земята той винаги е търпял значителни промени. Днес, човечеството, чрез своето развитие и дейност, неминуемо се оказва фактор в част от промените настъпили в природата на нашата планета.

Въпросът за изменението на климата се поставя през 80-те години на XX век като проблем, свързан с дългопериодичните изменения в глобалния геобиохимичен цикъл и свързаното с това въздействие върху климата (Николова, 2005).

По данни от Центъра за управление на сушите в Югоизточна Европа е установено, че над Балканския полуостров от края на XX век и в началото на XXI век се наблюдава тенденция към увеличаване на засушаванията и намаляване на валежите (<http://www.dmcsee.org>). В доклада на IPCC, 2007 се посочва, че за периода 1906–2005 средната глобална температура се е повишила с 0.74 °C. Установеното затопляне на системата суша–океан в периода 1880–2012 година е +0.85 °C, а трите десетилетия между 1983 и 2012 година са най-топлите за изтеклите 1400 години (IPCC, 2014).

Целта на разработката е да установи, има ли, доколко, и в каква степен е настъпила промяна в температурата на въздуха и валежите през последните 55 години на територията на България, свързани с изменението на климата в глобален мащаб.

Актуалността и значението на изследването се определя от тенденциите в промяната на климата и влиянието им върху различни сфери от стопанската дейност.

Основен обект на изследването са промяната на температурата на въздуха и валежите в различни райони на страната, като е обърнато внимание на измененията през последните 16 години.

Предмет на изследването е сравнителен климатичен анализ на съвременните колебания в хода на климатичните елементи, статистическа оценка, класификация и обобщение на условията за възникване.

ИЗХОДНИ ДАННИ

Използваните данни са за годишните и месечните стойности на температурата на въздуха и сумата на валежите за периода 1961–2015 г. от девет метеорологични станции разположени сравнително равномерно по територията на страната – Видин, Ловеч, Разград, Варна, Садово, Кърджали, Кюстендил, Сандански и високопланинската станция при връх Мусала (табл. 1).

Като изходни са използвани данните за средните месечни и средните годишни стойности на температурата, а за валежа – месечното и годишно количество. Въз основа на средните месечни температури и валежи са изчислени сезонни и годишни стойности. Направеното разграничение на климатичните сезони е оправдано, предвид нуждата всеки един от тях да съдържа характеристиките относно слънчевата радиация и режима на топлина и влага в средните географски ширини (Топлийски, 2006).

Тенденциите в многогодишните изменения на температурата на въздуха и валежите са определени чрез линейна регресия. Анализът на многогодишните изменения е направен и чрез аномалиите на температурата на въздуха и валежите. Изчислени са

Таблица 1
Table 1

Основни характеристики на използваните станции
Basic features of the used stations

Станция	Дата на откриване	Надморска височина, m	Географска ширина	Географска дължина
Видин	1.10.1917 г.	35	43°39'	22°51'
Ловеч	1.03.1952 г.	165	43°10'	24°43'
Разград	4.07.1892 г.	206	43°31'	26°32'
Варна	1.01.1892 г.	30	43°12'	27°55'
Садово	1.09.1891 г.	153	42°09'	24°57'
Кърджали	8.11.1914 г.	241	41°39'	25°22'
Кюстендил	1.02.1894 г.	510	42°17'	24°41'
Сандански	1.05.1918 г.	191	41°34'	23°17'
Мусала	1.12.1932 г.	2925	42°10'	23°35'

аномалии на осреднените данни за температура като разлика на стойностите за отделните години от средната за периода 1961–1990 г. Аномалиите на валежите са установени чрез отклоненията на сезонните валежи за всяка година като процент от съответния сезонен валеж за периода 1961–1990 г. При валеж под 100% от този за периода 1961–1990 г., годините се разглеждат като сухи, а при валеж над 100% от нормата – валежни. В зависимост от стойностите на валежните аномалии са определени градации за сухите и валежни години (табл. 2).

Сравнен е ходът на стойностите на елементите за три периода. По нормите, определени от Световната метеорологична организация (СМО), като базисен е взет периодът 1961–1990 г. Към този период са отнесени и данните за последния тридесетгодишен период 1986–2015 г. и периода след 2000 г. – 2000–2015 г. Сравнени са годишните, сезонните и месечните изменения на двата елемента за различните станции.

Климатичната норма, спрямо която са анализирани отклоненията, се отнася за периода 1961–1990 година, който е препоръчителен от СМО.

Таблица 2
Table 2

Класификация на годините според процентното отклонение на валежа от климатичната норма
Classification of years according to the percentage deviation of the precipitation from the climatic norm

Валежни години	P % от нормата	Сухи години	P % от нормата
Слабо валежни	101–125	слабо сухи	75–99
Средно валежни	126–150	средно сухи	50–75
Силно валежни	> 151	силно сухи	< 50

Основен източник на данни до 1981 г. са метеорологичните годишници. След 1981 г. Институтът по метеорология и хидрология към БАН престава да издава метеорологичните годишници и въвежда продажбата на метеорологичните данни, поради тази причина всички данни за периода след 1981 г. са взети от различни сайтове за климатична информация.

РЕЗУЛТАТИ

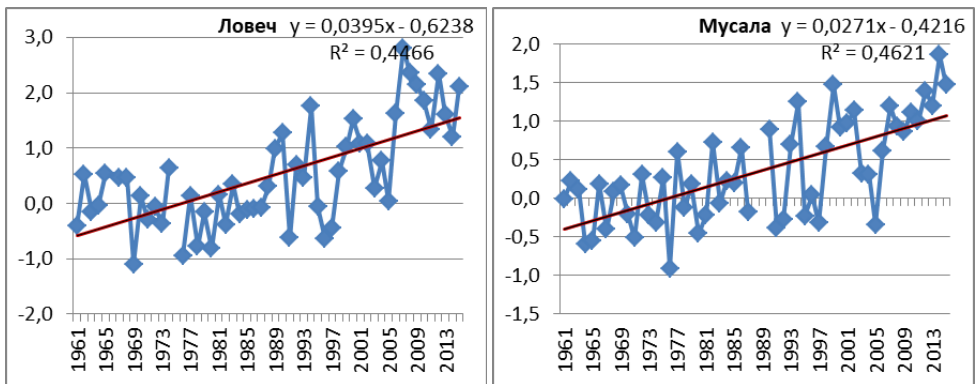
ТЕМПЕРАТУРА НА ВЪЗДУХА В БЪЛГАРИЯ

Средната годишна температура на въздуха е най-висока в ст. Сандански. Според Рачев (2003) това е най-топлият район в България определен като средиземноморски климат със студена зима. От началото на ХХ век средната годишна температура в ст. Сандански е над 14 °С, като след 2006 г. тя е между 14,8 °С и 15 °С, което е над 1 °С повишение спрямо климатичната норма за периода 1961–1990 г.

От 1999 г. се наблюдават положителни стойности на годишните аномалии на температурата, почти по цялата територия на страната, които са били най-високи през 2000 г. и 1994 г. (Николова, 2010).

Положителни аномалии след 2000 г. с трайно покачване на температурата се отчита в станции Сандански, Садово, Ловеч и Разград (фиг. 1). Топли години са били 1966, 1994, 2000, 2007 и 2012 г., а линейният тренд е положителен във всички изследвани станции.

От анализа на средните месечни и годишни температури на въздуха ясно личи, че за периода 1961–2015 г. най-голямо повишение на температурата на въздуха има при



Фиг. 1. Аномалии на средните годишни температури на въздуха за периода 1961–2015 спрямо климатичната норма 1961–1990 за станция Ловеч и станция Мусала

Fig. 1. Average annual air temperature anomalies for the period 1961–2015 to the climate norm 1961–1991 for station Lovche and station Musala

ст. Ловеч и Разград с 0,5 °С спрямо климатичната норма и 0,4 °С при ст. Сандански и Варна. Най-слабо е покачването при ст. Кърджали с 0,2 °С (табл. 3). Във високопланинска станция Мусала се наблюдава трайно покачване на температурата на въздуха от началото на 21 век с положителни аномалии (фиг. 1). При разглеждане на периода 1961–2015 г. спрямо климатичната норма, увеличението на Мусала е 0,3 °С, но при сравнение с последния тридесетгодишен период 1986–2015 г. увеличението е от 0,6 °С, а за периода 2000–2015 г. средната годишна температура на върха е –2,1 °С или с един градус над нормата (табл. 3).

Таблица 3
Table 3

Отклонения на температурата на въздуха за периоди 1961–2015г., 1986–2015 г. и 2000–2015 г. спрямо нормата 1961–1990 г. (в °С)
Deviation of the average seasonal air temperature for the periods 1961–2015, 1986–2015 to the norm 1961–1990 (°C)

Станция	Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
Видин	1961–2015	0,6	0,2	0,4	0,1	0,2	0,5	0,5	0,7	–0,2	0,0	0,0	–0,3	0,3
	1986–2015	1,4	0,5	0,8	0,2	0,3	0,9	1,2	1,4	–0,1	0,0	–0,1	–0,5	0,5
	2000–2015	1,2	0,3	1,2	0,3	0,6	1,1	1,5	1,7	–0,1	0,1	0,8	–0,1	0,7
Ловеч	1961–2015	0,9	0,6	0,7	0,3	0,4	0,6	0,6	0,9	0,3	0,6	0,4	0,2	0,5
	1986–2015	1,9	1,4	1,3	0,6	0,6	1,0	1,4	1,9	0,7	0,9	0,4	0,5	1,0
	2000–2015	2,0	1,6	2,3	1,0	1,3	1,4	1,9	2,5	1,1	1,4	1,7	0,9	1,5
Разград	1961–2015	0,6	0,4	0,3	0,0	0,2	0,4	0,7	0,9	0,2	0,3	0,3	0,0	0,5
	1986–2015	1,2	0,8	0,7	0,2	0,2	0,7	1,4	1,8	0,5	0,5	0,2	0,1	0,9
	2000–2015	1,3	1,0	1,6	0,6	0,9	1,0	1,9	2,4	0,8	1,0	1,6	0,6	1,4
Варна	1961–2015	0,5	0,3	0,4	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,2	0,2	0,1	–0,1	0,4
	1986–2015	0,9	0,6	0,8	0,4	0,4	0,8	1,2	1,4	0,4	0,3	–0,1	–0,3	0,6
	2000–2015	1,1	1,0	1,7	1,0	1,2	1,3	2,0	2,3	1,0	0,8	1,1	0,3	1,2
Садово	1961–2015	0,4	0,1	0,3	0,1	0,1	0,4	0,5	0,7	0,2	0,4	0,1	–0,1	0,3
	1986–2015	0,9	0,4	0,6	0,3	0,3	0,9	1,2	1,6	0,5	0,7	0,0	–0,3	0,7
	2000–2015	0,8	0,4	1,3	0,4	0,6	1,1	1,5	1,9	0,6	1,0	1,0	–0,1	0,9
Кърджали	1961–2015	0,3	0,1	0,1	–0,1	0,0	0,2	0,3	0,5	0,1	0,3	0,0	–0,2	0,2
	1986–2015	0,6	0,2	0,2	–0,2	–0,2	0,3	0,8	1,1	0,2	0,3	–0,3	–0,5	0,2
	2000–2015	0,8	0,6	1,0	0,1	0,3	0,4	1,0	1,6	0,4	0,6	0,7	–0,1	0,6
Кюстендил	1961–2015	0,3	0,0	0,1	0,0	0,2	0,4	0,5	0,7	0,1	0,3	0,3	0,0	0,3
	1986–2015	0,6	0,2	0,3	0,1	0,2	0,7	1,2	1,5	0,3	0,5	0,2	–0,2	0,5
	2000–2015	0,9	0,4	0,9	0,4	0,7	1,1	1,6	2,0	0,5	0,8	1,0	0,3	0,9
Сандански	1961–2015	0,4	0,2	0,3	0,1	0,3	0,6	0,6	0,8	0,2	0,3	0,4	0,1	0,4
	1986–2015	0,9	0,6	0,6	0,3	0,5	1,1	1,4	1,7	0,5	0,5	0,5	0,1	0,7
	2000–2015	1,1	0,9	1,2	0,6	0,9	1,2	1,7	2,1	0,6	0,9	1,4	0,6	1,1
вр. Мусала	1961–2015	0,4	0,2	0,0	0,1	0,3	0,6	0,7	0,7	0,1	0,3	0,4	0,2	0,3
	1986–2015	1,0	0,5	–0,1	0,3	0,6	1,1	1,5	1,5	0,2	0,6	0,5	0,4	0,6
	2000–2015	0,5	0,3	0,4	0,7	1,1	1,4	1,9	1,9	0,3	0,9	1,3	0,7	1,0

В настоящото изследване за разглеждания период 1961–2015 г. се установява повишение във всички станции с $0,2 \div 0,5$ °C спрямо климатичната норма 1961–1990 г. Ако сравняваме с последния тридесетгодишен период 1986–2015 г. повишението на температурата на въздуха е $0,3 \div 1,0$ °C. А при сравнението на периода 2000–2015 г. повишението е $1,0 \div 1,5$ °C (табл. 3). Това показва едно значително повишение през последните 16 години.

През зимата се установява слабо затопляне за периода 1961–2015 г. спрямо 1961–1990 г. Линейният тренд е позитивен, но не е статистически значим за повечето станции. Статистически значим тренд се наблюдава само в станция Ловеч, където повишението е с $0,5$ °C спрямо климатичната норма 1961–1990 г., а в останалите станции няма големи разлики в отклоненията (табл. 4).

През пролетта също се забелязва тенденция към повишение на средните температури. Линейният тренд е положителен, но само статистически значим за Ловеч.

Повишението на температурата на въздуха спрямо нормата при ст. Ловеч е с $0,5$ °C, а при Видин и Варна с $0,3$ °C (табл. 4). В останалите станции не е настъпила промяна при пролетните температури спрямо климатичната норма.

След 1999 г. във всички станции преобладават години с положителни аномалии, като средно около 2–3 години са с температури под нормата.

Лятото се характеризира с най-висок линеен тренд, който показва, че при летните температури има най-голямо повишение на температурата на въздуха. Периодът 1961–2015 г. се отличава с покачване $0,4 \div 0,7$ °C спрямо периода 1961–1990 г. Положителни аномалии на температурите се наблюдават след 1997 г. във всички станции. Най-голямо е покачането на температурата при станциите Сандански, Варна и Ловеч с $0,7$ °C (табл. 4). Статистически значим тренд се очертава във всички станции с изключение на Кърджали.

При станция Мусала след 1997 г. се наблюдава положителна аномалия на температурата.

Таблица 4
Table 4

Отклонение на средните сезонни стойности на температурата на въздуха за периода 1961–2015 г. спрямо климатичната норма 1961–1990 г. (в °C)

Deviation of the average seasonal air temperature values for the period 1961–2015 to the climate norm 1961–1991 (°C)

Станция	Зима	Пролет	Лято	Есен
Видин	0,1	0,3	0,6	-0,1
Ловеч	0,5	0,5	0,7	0,3
Разград	0,3	0,2	0,7	0,2
Варна	0,2	0,3	0,6	0,2
Садово	0,1	0,2	0,6	0,3
Кърджали	0,1	0,0	0,4	0,1
Кюстендил	0,1	0,1	0,5	0,2
Сандански	0,2	0,2	0,7	0,3
вр. Мусала	0,3	0,1	0,6	0,2

От началото на XXI век с повишението на температурата се регистрират най-горещите лета през 2002, 2007 и 2012 г. не само за изследвания период.

Есента е сезонът с най-слабо повишение на температурата. Линейният тренд не е статистически значим. Най-голямо отклонение в температурата има при ст. Сандански и Садово с $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (табл. 4). В ст. Видин се наблюдава отрицателен линеен тренд и понижение на температурата на въздуха с $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ спрямо климатичната норма 1961–1990 г. Станцията при връх Мусала има позитивен тренд, който обаче не е статистически значим, като след 2007 г. се наблюдава положителна аномалия.

Най-голямо повишение се наблюдава през летните месеци юни, юли и август. По-слабо увеличение на средните стойности се установява през април, септември и октомври. Единственият месец, в който през периода 1986–2015 г. има застудяване, е декември при ст. Видин, Варна, Садово и Кърджали с $0,1\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (табл. 3). Най-слабо покачване на температурата на въздуха за периода 1986–2015 г. има в ст. Кърджали с $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ст. Кюстендил и Видин с $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Значително затопляне се забелязва в ст. Ловеч с $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и Разград с $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ако нарушим основното правило да преценяваме климата въз основа на средни данни от най-малко тридесетгодишни периоди и осредним средните годишни температури само за последните 16 години, ще установим повишение с $0,6\pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (табл. 3). Над $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ е увеличението на в ст. Ловеч, Разград, Варна, Сандански и на вр. Мусала. Като се има предвид изключителната стабилност на този показател в свободната атмосфера (Велев, 2002), разликата на върха е най-значима в сравнение с всички останали станции.

Ако сравним периода 1971–2000 г. при изследването на Велев (2002) с настоящото изследване, на вр. Мусала се отчита най-голямо затопляне от $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ за периода 1991–2000 г., до $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ за периода 2000–2015 г., месец декември е с най-голямо повишение от застудяване с $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ през 1991–2000 г. с покачване $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ през 2000–2015 г.

Така изложените резултати показват, че за периода 1986–2015 г. повишението на температурата за месец юли и август е най-голямо в Северна България между $1,2\pm 1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, а за периода 2000–2015 г. покачането е между $1,0\pm 2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ за цялата страна.

Причината за увеличението на летните температури се дължи на блокиращи антициклони и по-чести нахлувания на тропичен въздух през лятото (Велев, 2002).

ВАЛЕЖИ

Валежът е другият важен за изследване в климатологията елемент, тъй като е един от основните показатели за степента на овлажнение на даден район. Като цяло неговият режим е неустойчив, тъй като често се наблюдават случаи на обилни валежи, както и минимални и максимални месечни и годишни суми.

Типичен умереноконтинентален валежен режим е характерен за станциите Видин, Ловеч и Разград, а континентално-средиземноморски – за Сандански и Кърджали. Преходни черти в режима на валежите има при – Варна, Садово и Кюстендил. Във високопланинската станция Мусала режимът на валежите е подобен на умереноконтиненталния.

Валежите в България се изменят от 550–600 mm в низинните части до 1000–1100 mm в най-високите части на страната (Колева, 1991). Особеностите в разпределението на

валежите са резултат от циркуляционните условия на територията на България, които са чувствително повлияни от орографията.

Най-малки средни годишни валежни суми за периода 1961–2015 г. се отчитат в ст. Сандански и ст. Варна под 500 mm, както и в ст. Садово – 516 mm. В останалите станции валежите са между 550 и 650 mm, а на вр. Мусала – 880 mm (табл. 5).

При разглеждане и сравнение на изследвания период 1961–2015 г. спрямо климатичната норма 1961–1990 г. не се наблюдават големи разлики (фиг. 2). При сравнение, обаче с последния тридесетгодишен период 1986–2015 г. се забелязва увеличение на валежните количества в ст. Разград с 19%, ст. Варна – 11% и ст. Ловеч –7%. По-слабо е увеличението при ст. Сандански (4%) и без промяна остава при ст. Видин (табл. 6). Намаление между 3–5% се наблюдава в ст. Садово, Кърджали и Кюстендил. Най-голямо намаление на годишните валежни суми се наблюдава в ст. Мусала с 11%. Намаление отчита и Велев (2012) при разглеждане на промяна на валежите чрез плъзгащи се средни, като за периода 1934–2011 г. валежите на вр. Мусала са намалели от 1250 mm на 830 mm.

Сравняването на данните с краткия 16 годишен период след 2000 г. сочи тенденция към увеличение в 7 от станциите. Най-голямо е увеличението при ст. Разград, Ловеч, Сандански и Варна между 11–23%. Намаление има при ст. Кюстендил – 3% и ст. Мусала с 11% (табл. 6). Всичко това показва, че започналото засушаване от средата на 80-те години и продължило с най-засушливите години от началото до средата на 90-те години е прекратено.

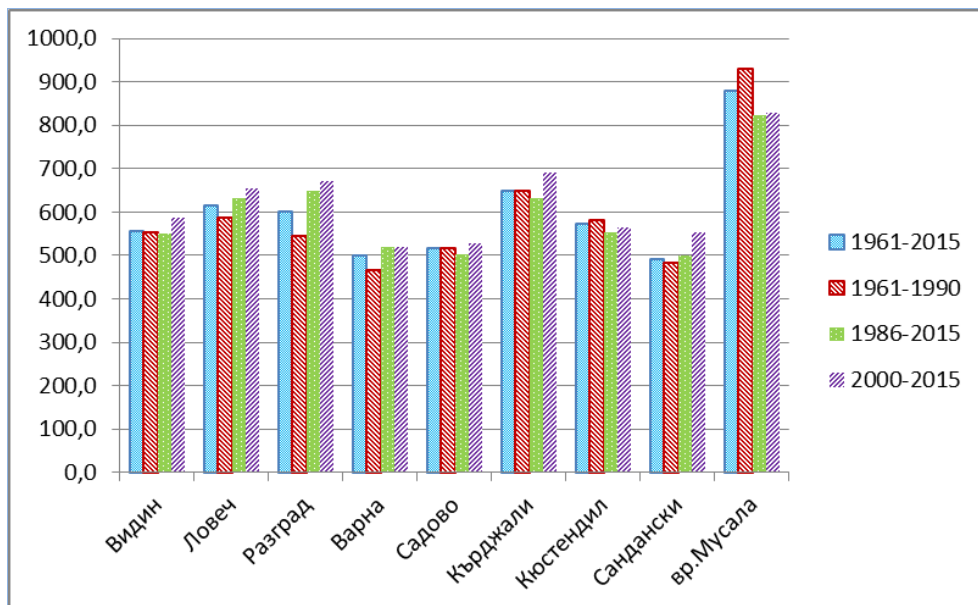
Най-значими засушавания през периода 1961–2015 г. са регистрирани през 1985 г., 1990 г. в Северна България, 1992–1993, 2000, 2008 (в ст. Разград, Варна, Садово и Кърджали) и 2011 г. в Южна България и в ст. Видин. Неминуемо засушаването от 1992–1994 г. е било с най-голяма продължителност.

За целия разглеждан 55-годишен период, 2000 г. е с рекордно малки валежни количества в повечето станции (Видин, Варна, Садово, Кюстендил и Сандански) със среден

Таблица 5
Table 5

Средни месечни и годишни суми на валежите за периода 1961–2015 г. (mm)
Monthly and annual average precipitation amounts for the period 1961–2015 (mm)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
Видин	37,0	38,5	42,6	49,7	58,3	58,7	47,9	42,6	42,8	43,3	49,0	48,7	556,6
Ловеч	41,5	37,2	45,1	54,2	73,1	72,3	73,0	49,4	50,7	42,3	41,4	41,3	613,7
Разград	39,4	34,8	40,5	50,2	69,3	72,2	61,3	49,7	54,7	43,2	46,7	45,3	602,0
Варна	39,4	34,5	36,4	41,8	38,3	46,3	41,7	32,6	44,0	45,3	50,9	47,7	498,1
Садово	39,1	33,9	42,3	43,1	57,1	57,5	43,4	35,7	34,6	42,4	40,3	51,3	516,1
Кърджали	55,5	59,2	53,8	51,0	63,7	54,5	35,8	29,6	39,2	58,9	62,7	85,4	647,7
Кюстендил	34,9	42,7	40,2	46,6	58,8	61,3	50,8	42,4	39,4	46,9	55,0	54,5	569,1
Сандански	37,5	39,0	37,7	40,9	47,0	41,6	34,5	31,4	31,6	43,8	53,8	54,4	497,7
вр. Мусала	86,6	82,5	98,6	103,9	94,8	74,5	62,3	48,7	42,8	41,8	51,9	88,1	880,2



Фиг. 2. Средни годишни суми на валежите за различни периоди (в mm)

Fig. 2. Annual average precipitation amounts for different periods (mm)

годишен валеж между 219–233 mm. В останалите станции 2000 г. е със значително нисък годишен валеж, което показва, че сушата е обхванала цялата страна. След тази година има само 2–3 години с валежи под нормата. Сушата от 1982–1994 г., за която има толкова много публикации – Александров (2003; 2005; 2010), Раев (2003), Колева (2003) след 2000 г., не е така изразена като в последните години, тъй като средните годишни валежи са по-високи от климатичната норма.

С големи валежи се отличават още 2002 и 2005 година, когато падат максимални валежни суми през лятото и много територии на Европа са наводнени (Николова, 2010). Валежите през 2005 г. са били рекордни за отделни станции в страната през целия период на метеорологични наблюдения (Велев, 2006). През 2009 г. в станциите от Северна България и 2010 г. (изключение Садово и Кюстендил) във всички останали станции валежа е над 125% от нормата. Като най-валежна за целия период се очертава 2014 г., когато са измерени рекордни количества валежи от 708 mm при ст. Сандански до 1007 mm при ст. Разград (1089 mm – 2005 г.) (фиг. 3). Валежните количества през тази година са били над 125% (Сандански), над 150% (Видин и Кърджали) и над 175% (Ловеч, Разград, Варна) спрямо нормата.

Във високопланинската станция Мусала значителен валежен период е имало от началото до средата на 60-те години, с максимален среден годишен валеж през 1965 г. – 1777 mm. При тази станция се наблюдава най-голямо намаление на валежите след 1997 г., само четири години са с валежно количество над нормата (фиг. 3).

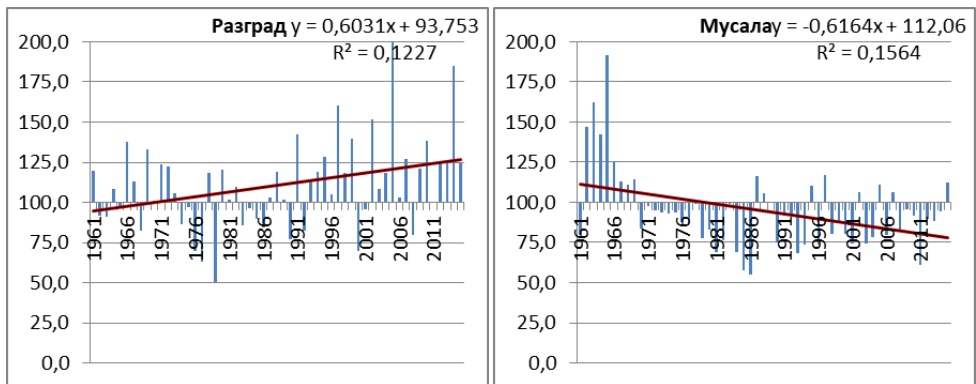
Таблица 6
Table 6

Увеличение или намаление на валежните суми по периоди спрямо 1961–1990 (в %)
 Increase or decrease of precipitation amounts by periods to 1961–1990 (%)

Станция	Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
Видин	1961–2015	5	-3	-7	-5	-7	-9	7	14	12	14	-5	6	1
	1986–2015	7	-3	-12	-8	-12	-20	13	19	15	18	-12	14	0
	2000–2015	20	13	-10	-15	-14	-16	14	35	36	49	-14	8	6
Ловеч	1961–2015	-7	-1	4	0	-1	-4	13	0	20	21	-6	24	5
	1986–2015	-13	-3	8	-2	-5	-9	22	-6	29	39	-7	46	7
	2000–2015	-4	-5	12	4	-1	-8	18	6	59	56	-31	51	12
Разград	1961–2015	-1	11	14	2	-2	1	18	10	38	32	7	14	11
	1986–2015	-4	18	27	8	-4	-1	26	13	67	64	14	28	19
	2000–2015	13	38	28	-2	-8	-7	25	38	92	73	2	42	23
Варна	1961–2015	8	-6	17	-4	-2	-1	18	0	29	23	2	9	7
	1986–2015	10	-12	29	-6	-6	2	28	-5	55	46	-3	20	11
	2000–2015	28	-8	20	-30	4	-7	30	4	56	63	-26	33	11
Садово	1961–2015	-1	0	4	-4	-1	-5	-3	6	0	15	-5	6	0
	1986–2015	-9	2	10	-4	-9	-11	-10	4	-8	18	-6	15	-3
	2000–2015	-3	-12	8	-6	2	1	10	23	22	49	-45	8	2
Кърджали	1961–2015	-2	7	3	-2	3	-5	-10	-10	20	6	-7	0	0
	1986–2015	-10	15	4	-4	1	-12	-22	-24	33	7	-15	2	-3
	2000–2015	17	23	16	-4	17	-6	-19	-31	74	36	-27	3	6
Кюстендил	1961–2015	-3	-5	-7	-2	-5	1	6	-1	5	15	-11	-2	-2
	1986–2015	-11	-8	-13	-2	-12	0	5	-7	12	25	-24	-1	-5
	2000–2015	6	-16	-6	-9	-14	17	18	-1	21	36	-36	-16	-3
Сандански	1961–2015	0	-5	-2	4	0	6	4	-7	37	21	-14	9	2
	1986–2015	-6	-5	-9	9	-4	11	5	-20	57	40	-30	16	4
	2000–2015	16	-4	9	59	4	29	14	-17	109	61	-39	19	15
вр. Мусала	1961–2015	-14	-11	-3	0	-5	-6	13	11	27	-1	-13	-18	-5
	1986–2015	-33	-22	-8	0	-12	-12	21	17	48	-2	-27	-34	-11
	2000–2015	-17	-27	-4	-15	-17	-10	18	27	77	12	-34	-35	-11

Зимните валежи са преобладаващи в станциите със средиземноморско климатично влияние – Сандански и Кърджали, което е свързано с преминаването на средиземноморските циклони южно и през територията на страната. През този сезон и в тези станции се наблюдава и максимумът на валежите. Най-малко валежи през зимата падат в станциите Видин (23%), Ловеч (19%), Разград (20%) и Кюстендил (23%) (табл. 7). Това се дължи най-вече на месеците януари и февруари, когато се отбелязва главният валежен минимум.

Отклоненията на зимните валежи от средните за периода 1961–2015 г. показват тенденция към увеличение на валежите от началото на XXI век особено изразено в станциите от Дунавската равнина и тези със средиземноморско климатично влияние.



Фиг. 3. Аномалии на годишните суми на валежи за периода 1961–2015 спрямо климатичната норма 1961–1990 за избрани станции.

Fig. 3. Anomalies of annual precipitation amounts for the period 1961–2015 to climate norm 1961–1990 for selected stations

Таблица 7
Table 7

Сезонно разпределение на валежите за периода 1961–2015 г. (в mm и в %)
 Seasonal distribution of precipitations for the period 1961–2015 (mm, %)

Станция	Зима		Пролет		Лято		Есен	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Видин	125,8	22,6	150,5	27,0	148,4	26,7	133,5	24,0
Ловеч	117,9	19,2	172,4	28,1	194,7	31,7	132,7	21,5
Разград	119,9	19,9	160,0	26,6	183,2	30,4	144,7	24,0
Варна	122,4	24,6	116,5	23,4	120,6	24,2	140,3	28,2
Садово	123,9	24,0	140,8	27,3	136,6	26,5	115,9	22,4
Кърджали	201,4	31,1	168,5	26,0	120,0	18,5	160,7	24,8
Кюстендил	132,2	22,9	145,5	25,5	154,5	27,1	140,2	24,6
Сандански	132,1	26,8	125,6	25,5	107,5	21,8	129,2	26,2
вр. Мусала	258,5	29,4	295,5	33,6	185,7	21,1	136,5	15,5

Най-валежни са били зимите на 2010 и 2012–2013 г. Големи валежи са регистрирани също през 1963, 1969, 1986 г. (Колева, 1991).

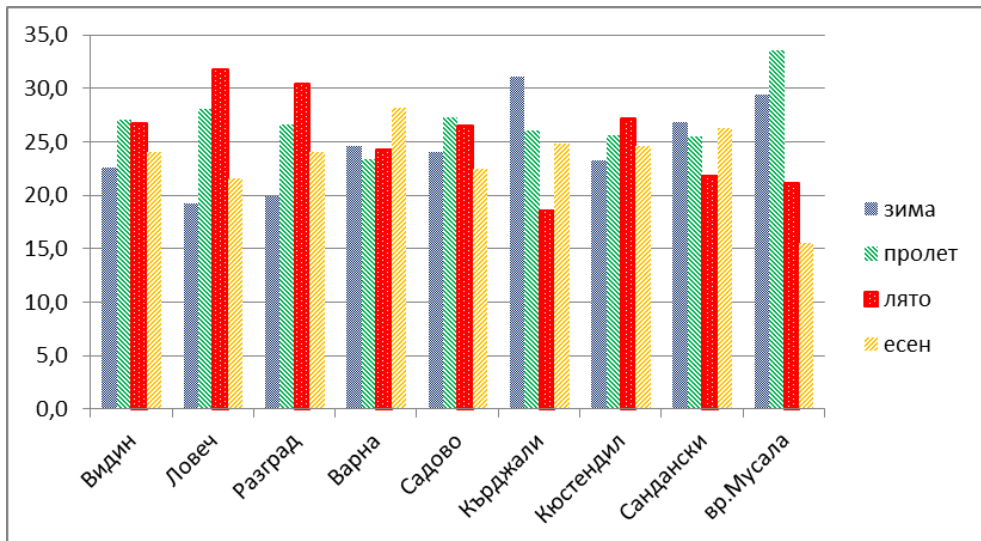
Годишите с най-оскъдни валежи се откриват в средата на 70-те, края на 80-те и началото на 90-те години. Изключение прави ст. Ловеч, където от средата на 70-те до средата на 80-те се очертава влажен период. Силно засушаване е установено за зимите на 1989, 1992, 1993, 2002 г. Засушаването от 2002 г. не се наблюдава в станциите от североизточната част на страната (Николова, 2010).

При станция Мусала валежите намаляват драстично. След 70-те години има само две години с положителни аномалии. Най-голямо намаление на валежните количества се отбелязва през януари и февруари с около 10% (Рачев, 2016). Линейният тренд в тази станция е отрицателен и статистически значим.

Процентният дял на пролетните валежи спрямо останалите сезони е преобладаващ в ст. Видин (27%) и Садово (27%), като те са почти изравнени със летните (фиг. 4). Това се дължи на главния валежен максимум през май-юни в умереноконтиненталната и преходната климатична област. През периода 1986–2015 г., обаче се наблюдава намаляване на пролетните валежи и тенденция към засушаване. Доказателство за това е, че пролетните валежи от средата на 80-те години са били най-често под климатичната норма.

Отрицателен линеен тренд се отчита при Видин, Кюстендил и Садово. Най-голямо засушаване през пролетта за изследвания период се наблюдава при ст. Видин и Кюстендил. При Видин след 1987 г., която година е най-валежната за тази станция, има само 3 години с положителна аномалия, като само 2014 г. може да се определи като силно валежна с над 175% валеж от нормата. Ситуацията при Кюстендил е към трайно засушаване през пролетта след 80-те години.

Добре изразен сух период се очертава при ст. Сандански от началото на 80-те до началото на XXI в., а след 2000 г. се редуват години на положителни и отрицателни аномалии, като най-валежни са 2012 и 2014 г.



Фиг. 4. Средна сезонна сума на валежите по станции за периода 1961–2015 г. (в %)

Fig. 4. Seasonal average amount of precipitation by station for period 1961–2015 (%)

При вр. Мусала отново както и при зимните валежи се отчита намаление на валежите. Години с малки валежни количества са 1968 г., когато в определени станции валежите са под 50% от климатичната норма, 1985–1986 г. (в североизточната и централната част на страната). Значително сухи години са 2000 и 2009 (в северната част на страната).

Рекордно влажна година е 1997 г. за Североизточна България, където валежите са над 175% от климатичната норма. Като влажни години се очертават – 2012 г. в южните райони и 2014 г. за цялата страна.

Линейният тренд при пролетните валежи е близък до нулата или отрицателен, което говори за намаляване на пролетните валежи.

В сезонното разпределение летните валежи са преобладаващи в ст. Ловеч – 32%, Разград –30% и Кюстендил – 27% (табл. 7). Това се дължи на главния валежен максимум през месец юни в по-голямата част от страната. При ст. Видин и Садово валежните количества през лятото са почти изравнени с тези от пролетните месеци (фиг. 4).

Линейният тренд е отрицателен при ст. Кърджали, където се наблюдава най-голямо намаление на валежните суми за периода 1961–2015 г. След 1987 г. се оформя и значима тенденция към засушаване.

Значителни засушавания се наблюдават през 2000, 2003 и 2012 г., когато валежите са под 50% от нормата.

След 2000 г. валежите през летните месеци се характеризират с увеличение, като през отделни години са екстремно високи. Най-валежната година през лятото е била 2004 г. и то в ст. Варна. Значителни по количество валежи, над 175% от климатичната норма, са регистрирани и през 1997 и 2014 г.

Много валежни са били летата на 2002 и 2005 г. (изключение ст. Варна) като година със значителни валежи се отличава и 2014 г. Лятото е единственият сезон за ст. Мусала, който регистрира леко увеличение на валежите. Това се потвърждава и от Рачев (2016), който установява слабо увеличаване на валежите с около 3–4% за месеците юли, август и септември.

Летните валежни суми показват разнопосочни и статистически незначими тенденции в многогодишния ход. За периода 1961–2015 г. повечето станции имат близък до нулата коефициент на тренда.

Характерът на валежния режим в началото на есента е близък до този в края на лятото. Засушаването от втората половина на лятото продължава и в началото на есента, като през септември се отчита вторичният валежен минимум в ст. Садово и Кюстендил.

Есенните валежи са минимални в ст. Садово (22%) и ст. Мусала (15,5%) (табл. 7). Максимум на валежите се наблюдава в ст. Варна, когато през ноември е главният валежен максимум, но най-високи суми се отчитат в ст. Кърджали – 160,7 mm. С най-голямо увеличение на валежите през есента за периода 1961–2015 г. се отличават ст. Разград и Ловеч, а с по-слабо ст. Варна, Видин и Сандански. Тези станции имат положителен линеен тренд, като той е статистически значим само за Разград и Ловеч.

Изключително валежен период се очертава в ст. Варна и ст. Разград след 90-те години. За ст. Разград при изследване на Николова (2010) в периода след 1996 г. се наблюдава изключително валежен есенен сезонен валеж с над 150% от този за периода 1961–1990 г.

Увеличение на валежите от средата на 90-те се наблюдава и при Видин, Ловеч и Сандански. Значително валежен есенен сезонен валеж с над 150% (на места над 175%) от климатичната норма са 1998, 2007 и 2014 г.

Засушаване през есента с валежи под 50% от нормата се регистрира през 1969, 1984, 1986 г., а засушаването през 2000 г. е значително по-слабо изразено.

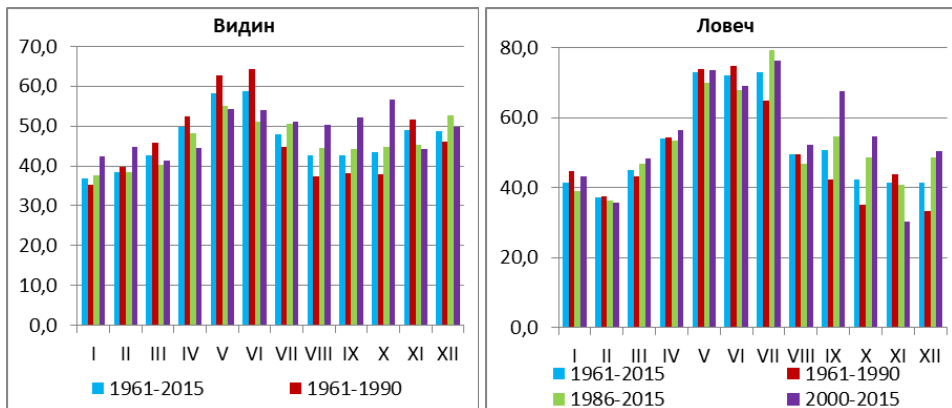
За периода 1986–2015 г. и особено 2000–2015 г. се наблюдава значително нарастване на валежите през септември и октомври. При изследване на Дреновски (2012) върху сезонните валежи за периода 1995–2010 г., се стига до извода, че увеличението на септемврийските валежи в северната и източната част от страната е толкова сериозно, че дава отражение върху сезонните валежи.

Анализът и сравнението на валежите и вътрешногодишното им разпределение за периода 1986–2015 г. и 2000–2015 г. спрямо климатичната норма показват разместване на минимумите и максимумите през различните месеци.

Увеличението на валежите през месец януари и намалението им през месец март измества минимума на валежа при ст. Видин за периода 2000–2015 г. от януари във март (фиг. 5).

Намаление на валежите има и през май-юни в станциите с умереноконтинентален и преходен тип валежен режим, когато настъпва главният валежен максимум, като това е най-изразено при ст. Видин през юни и е с 20% (фиг. 5). Увеличение на валежите се наблюдава през юни в ст. Сандански с 30% и ст. Кюстендил с 17% (табл. 6).

Увеличаването на валежите през юли е основно в станциите от Северна България, като при ст. Ловеч се отчитат максимални валежни количества за периода 1986–2015 г. (фиг. 5). Увеличение показва и месец август в Северна България и ст. Мусала.



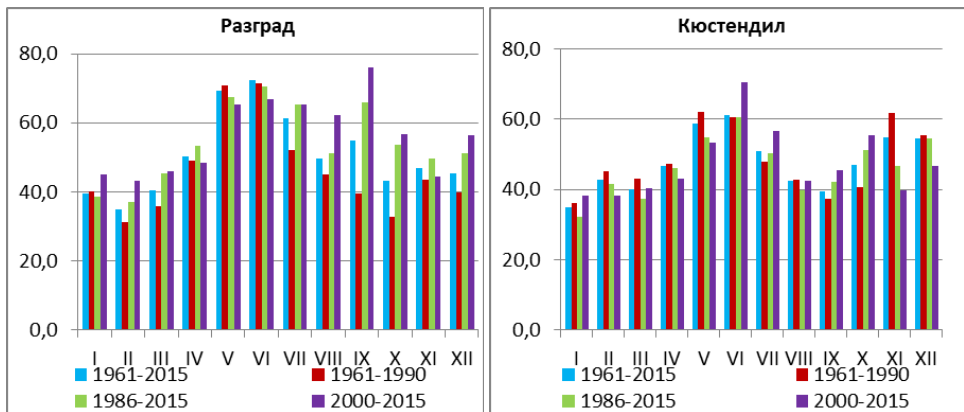
Фиг. 5. Средни месечни и годишни суми на валежите за станция Видин и станция Ловеч през различни периоди (в mm)

Fig. 5. Monthly and annual average precipitation amounts for station Vidin and station Lovech over different periods (mm)

Увеличението на валежите за периода 1986–2015 г. и 2000–2015 г. е съсредоточено през месец септември и месец октомври. Във всички станции се наблюдава драстично покачване на валежните количества през тези месеци, което е от 20% в Садово и Кюстендил до над 100% в Сандански. Заради това увеличаване вторичният валежен минимум при ст. Кюстендил не е така изразен. При разглеждане на периода 2000–2015 г. в ст. Разград валежите през септември са с максимални количества (фиг. 6), а при ст. Ловеч септемврийските валежи се изравняват с тези през м. юни, когато се отчита главният валежен максимум за целия период (фиг. 5). Увеличение на валежите в Разград през юли, август и септември констатира и Николова (2010) за периода 1978–2007 г.

Най-голямо намаление на валежите за периода 2000–2015 г. се забелязва през месец ноември във всички станции (изключение на ст. Разград с 2% увеличение). Поради тази причина главният максимум на валежите в ст. Сандански се измества през м. април, през който се наблюдава увеличение с 60% в посочената станция (табл. 6). Заради намаляването на ноемврийските и увеличаване на октомврийските валежи, главният валежен ноемврийско-декемврийски максимум в ст. Варна и вторичният в ст. Кюстендил се изместват през октомври. А вторичният минимум, който се случваше през септември при ст. Кюстендил, е вече през ноември, когато се наблюдава вторичният валежен максимум в тази станция (фиг. 6).

Това са промени, които се наблюдават основно след 2000 г. през периода 2000–2015 г., който е сравнително кратък, за да може да се твърди, че има статистическа значимост и времето ще покаже дали това е просто колебание или тенденция на изместване на валежните максимуми и минимуми през годината. Според Велев (2002) установените



Фиг. 6. Средни месечни и годишни суми на валежите за станция Разград и станция Кюстендил през различни периоди (в mm)

Fig. 6. Monthly and annual average precipitation amounts for station Razgrad and station Kjustendil over different periods (mm)

от него по-рано промени в атмосферната циркулация продължават да се проявяват, а те са свързани основно с преминаването на средиземноморските циклони през нашата страна. Факт е, че септември е бил месецът с констатирани най-малък брой валежи над нормата за цели 60 години (Стефанов, 1961). Рачев и Векилска (2000) установяват, че най-голямо намаление на валежите за периода 1981–1994 г. е през месеците септември и октомври – с 30–50%. А в настоящото изследване септември се явява месецът с най-голямо повишение на месечните суми валежи. Засега едно е сигурно, че главната причина за изменението на валежите се крие в промяната на атмосферната циркулация.

ИЗВОДИ

Анализът на получените резултати показва, че за периода 1961–2015 г. повишаването на температурата на въздуха в България е от 0,2 до 0,5 °С. спрямо базисния период. През периода 2000–2015 г. средните месечни температури са още по-високи. Това повишение ще изпъкне допълнително, когато след няколко години се изпълни следващият базисен наблюдателен период на СМО 1991–2020 г. Очакваните положителни аномалии от порядъка на 1,5–3,0 °С за 30-годишен наблюдателен период, неминуемо ще провокират преосмисляне на виждането за скоростта и силата на климатичните промени.

Характерен за всички изследвани станции е фактът, че най-голямото повишаване на температурата на въздуха се наблюдава през лятото – месец август с покачване 0,5–0,9 °С за периода 1961–2015 г. и с 1,6–2,5 °С за периода 2000–2015 г. В Северна България положителни аномалии на температурата на въздуха се отчитат през месец януари – от 0,5 °С до 0,9 °С. След 2000 г. тази аномалия в температурата на въздуха достига до 2,0 °С. От пролетните месеци март се отличава с най-голямо покачване на температурата на въздуха особено в периода 2000–2015 г. в северните централни и североизточни части на страната – от 1,6 °С до 2,3 °С. Най-значимо е повишаването във високопланинската станция Мусала, с 1,0 °С за периода след 2000 г., което показва значимо затопляне в по-високата част на тропосферата.

Измененията в полето на валежите в България за периода 1961–2015 г. е разнопосочно, без ясно изразен вътрешногодишен акцент. В териториален обхват по-голямо увеличаване на средните годишни валежи се констатира в Североизточна България със 7–11% за периода 1961–2015 г., а за периода 2000–2015 г. увеличаването достига 23%. Намаляване на валежите с 2 до 5% е установено единствено в станции Кюстендил и Мусала – намаление с 11% за периода 2000–2015 г. За периода 1986–2015 г. се наблюдава намаляване на пролетните и увеличаване на есенните валежи във всички станции. Увеличаването на средните месечни валежи е най-съществено през септември и октомври за периода след 2000 г. Намаляването е най-значимо през месец ноември – до 45%, по-силно изявено в южните части на страната.

След 2000 г. в България се отчитат годишни валежи около и над нормата. Продължителното засушаване, наблюдавано през периода 1982–1994 г., е заменено от период с над нормални годишни валежи.

Тенденцията в изменението на температурата на въздуха и валежите в България се наблюдава най-съществено от самия край на ХХ и началото на ХХІ в. Промените са

по-силно изразени в северните части на страната, докато част от южните райони са значително по-слабо засегнати.

SUMMARY

This article aims to determine the changes in the air temperatures and the rainfall totals over the last 55 years on the territory of Bulgaria.

The main object of study is the variations in the air temperatures and the precipitation amounts in different regions of the country, particularly during the last 16 years.

The subject of research is a comparative climate analysis of the present-day fluctuations of climatic elements, a statistical evaluation, classification and generalization of the conditions responsible for the occurrence of the respective changes.

The data used in this paper include the annual and monthly air temperatures and the precipitation totals for the period 1961–2015 from 9 meteorological stations, almost evenly distributed throughout the country. They are located in the towns of Vidin, Lovech, Razgrad, Varna, Sadovo, Kardjali, Kiustendil, Sandanski and on Mussala peak.

The climatic norm, chosen as a basis to establish the deviations, refers to the period 1961–1990, which is recommended by the WMO (World Meteorological Organization).

The analysis of the obtained results indicates that during the period of 1961–2015 the air temperature increased from +0.2 to +0.5 °C. It has to be noted that all stations recorded the greatest temperature rise in summer – in August it was 0.5–0.9 °C for the years 1961–2015, and 1.6–2.5 °C for the years 2000–2015. In North Bulgaria positive air temperature anomalies were observed in January (from 0.5 to 0.9 °C). After the year 2000 these air temperature anomalies reached up to 2.0 °C. From the spring months March was remarkable for the most significant temperature increase, especially during the period 2000–2015 in the northern, central and northeastern regions of the country (1.6–2.3 °C). The most impressive rise in the air temperature was recorded in the high-mountain station Mussala (1.0 °C after the year 2000), which suggests a considerable warming even in the higher troposphere.

The precipitation amounts in Bulgaria for the period 1961–2015 varied within a wide range and did not exhibit a clear-cut tendency. On a regional scale the mean annual precipitation totals increased more substantially in North-East Bulgaria – by 7–11% for the period of 1961–2015, and up to 23% for the years 2000–2015. A precipitation decline by 2–5% was established only in the stations of Kiustendil and Mussala, which particularly for the period 2000–2015 was by 11%. During 1986–2015 all stations measured a decrease in the spring precipitation totals and an increase in the autumn ones. The mean monthly precipitation amounts grew most significantly in September and October after the year 2000. The most marked drop was recorded in November (up to 45%) primarily in the southern parts of the country.

After the year 2000 the annual precipitation amounts in Bulgaria varied around and above the norm. The persistent drought throughout 1982–1994 was replaced by a period of above-normal annual rainfall totals.

The trend towards changes in the air temperatures and precipitation amounts in Bulgaria became more distinct at the end of the 20th and the beginning of the 21st century. These changes were best expressed in the northern regions, while the southern ones were less affected.

ЛИТЕРАТУРА

- Александров, В. 2010. Климатични промени, НИМХ БАН
- Александров, В., Колева, Ек., Славов, Н. 2003. Климатични особености на засушаването. Засушаването в България – съвременен аналог на климатични промени. С., БАН, 38–50.
- Велев, Ст. 2006. Глобалните климатични промени и климатът на България.
- Велев, Ст. 2002. Съвременни колебания на температурата на въздуха и валежите в България. – В: География на България, С., БАН, 157–160.
- Дреновски, И. 2012. Промени в съотношението на сезонните валежи в България за периода 1995–2010 г. – *Проблеми на географията*, кн. 1–2, 80–89.
- Колева Ек. 1991. Разпределение на валежите. Климатът на България, С., Изд. БАН, 225 с.
- Николова, Н. 2005. Изменение на климата и устойчиво развитие. – *Управление и устойчиво развитие*, бр. 3–4 год. 7, т. 13, Лесотехнически университет, С., 97–103.
- Николова, Н., Мочурова М. 2010. Съвременни изменения на климата и последиците от тях. – *Минно дело и геология*. бр. 7/8. 33–40.
- Николова, Н., К. Боронеанц, А. Пенков, Р. Ризова, А. Орзан. 2010. Изменения на сезонните валежи в долното поречие на река Дунав. – *Водно дело*, 1/2.
- Раев, И., G. Knight, М. Станева, 2003. Засушаването в България – съвременен аналог на климатични промени. Природни, икономически и социални измерения на засушаването 1982–1994. БАН, С., 19–22.
- Рачев, Г., Кр. Динков. 2003. Средиземноморски черти на климата на Санданско-Петричкия район. – *Годишник на Софийския университет, ГГФ, Книга 2 – География*, т. 95, 69–84.
- Рачев, Г., Филипов, Д. 2016. Хронологични изменения на валежите при станция Мусала, Ботев и Черни връх. – *Годишник на Софийския университет, ГГФ, Книга 2 – География*, т. 109.
- Стефанов, Ст. 1961. Върху някои особености на месечните и сезонните суми на валежите за отделните месеци през периода 1899–1958 г. – *Хидрология и метеорология*, кн. 2, 51–61.
- Топлийски, Д. 2006. Климат на България. С.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2014. Climate change 2014: Synthesis Report. Approved Summary for Policymakers to the Fifth Assessment Synthesis Report.
- Vekilska, B., Ratchev, 2000. Current Changes in Precipitation in Bulgaria. – *Sofia University Year Book*, Vol. 90, Geography, 31–37.
- Velev, St. 2012. Changes in the average annual air temperatures and the annual precipitation on Musala peak. – *Problems of Geography*, 3–4, 35–37.
- НИМХ, 2014. <http://meteo.bg>
- МОСВ, 2014. <http://eea.government.bg/bg/soer/2011/climate/climate1>
- <http://en.tutiempo.net/climate/bulgaria.html>
- <http://eca.knmi.nl>
- <http://www.stringmeteo.com>

Постъпила март 2017 г.