



**СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“ ГЕОЛОГО-  
ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ**

**КАТЕДРА „КЛИМАТОЛОГИЯ, ХИДРОЛОГИЯ И ГЕОМОРФОЛОГИЯ“**

**Симеон Димитров Матев**

**СЪВРЕМЕННИ КОЛЕБАНИЯ НА КЛИМАТА В БЪЛГАРИЯ**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

на дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен

„доктор“

**СОФИЯ, 2020**

Дисертационният труд е обсъден на катедрен съвет и разширено заседание на катедра „Климатология, хидрология и геоморфология“ при Геолого–географски факултет на Софийски университет „Свети Климент Охридски“ в онлайн среда,

## ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА

Дисертационният труд е в обем 187л страници текст, разделени в Увод, пет основни глави включващи и Изводи, както и Приложение. Дисертационният труд е онагледен с 54 броя фигури и 65 таблици (в автореферата номерацията на фигурите и таблиците отговаря на тази в дисертацията). Използваната литература е в обем 9 страници със 179 заглавия, от които 92 на кирилица и 77 на латиница.

Уводът (Глава I) съдържа актуалност на научния труд, цел и задачи на изследването, както и приети ограничения общо в размер от 3 стр. Глава I. Колебания на климата – теоретична рамка и изследвания включва, Климат, колебания на климата и изменение на климата, Изменения на климата в България – литературен обзор, Подходи и методи за изследване измененията на климата с общ обем с общ обем 19 стр. В глава III Изходна информация и методи на изследване са разгледани детайли за изходната база данни и приложените методи на изследване в 24 стр. В глава III Многогодишен и годишен режим на климатични елементи са изложени резултатите от направените изследвания в шест подточки(за всеки климатичен показател/индекс по-отделно), а в седма подточка са резултати от изследване на взаимовръзките между отделните показател/индекс с обща дължина 89 стр. В глава IV се разглеждат Индикатори (показатели) и индекси – теоретична рамка, Коефициенти на климатична промяна – принципи за съставяне и описание и резултати от прилагането им в извънпланинската част от територията на страната с общо обем 15 стр.. В глава V са обобщени основни изводи на 5 стр. Дисертацията завършва с Приложения разделени на четири части в размер 11 стр.

Защитата на дисертационният труд ще се състои на .....2020 г. от ..... часа в зала № ..... на Софийския университет “Свети Климент Охридски”.



**СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“ ГЕОЛОГО-  
ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ**

**КАТЕДРА „КЛИМАТОЛОГИЯ, ХИДРОЛОГИЯ И ГЕОМОРФОЛОГИЯ“**

**Симеон Димитров Матев**

## **СЪВРЕМЕННИ КОЛЕБАНИЯ НА КЛИМАТА В БЪЛГАРИЯ**

### **А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

на дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен

„доктор“

Научен ръководител:

Проф. д-р Георги Дончев Рачев

#### **Научно жури:**

Проф. д-р Нина Ванкова Николова

Проф. д-р Георги Дончев Рачев

Чл. кор. дфн Екатерина Ангелова Бъчварова

Проф. дгн Димитър Георгиев Топлийски

Доц. д-р Стефан Борисов Велев

**СОФИЯ**

**2020**

## **Благодарности:**

*Авторът изказва своята специална благодарност към научния си ръководител проф. Георги Рачев, за доверието към мен и затова, че ми предаде своя научен опит, за подкрепата и напътствията при изготвянето и защитата на дисертационния труд.*

*Искам да благодаря специално и на проф. Н. Николова и проф. Н. Христова за ценните методологични и практични съвети, без които трудно бих се справил.*

*Тази дисертация се реализира и с помощта на проф. Кендерова и доц Пенков, на гл. ас. Кренчев и Божков, както и на много други колеги и приятели които ме подкрепяха и ми даваха ценни съвети.*

*Завършването на дисертацията не би било възможно без търпението и разбирането от страна на моето семейство. То бе моята опора в тежките моменти.*

## **УВОД**

### **Актуалност на темата**

Колебанията на климата или измененията на описващите го характеристики са една от най-важните теми на XXI в. в областта на научните и научно-приложните изследвания, в световния политически дневен ред. Значимостта на темата е предпоставена от многоаспектното значение на климата (екологично, социално, стопанско и др.), нееднаквите подходи и методи за оценка на неговите изменения, широкото вариране на определението за екстремни (климатични и метеорологични) събития и др., и се доказва от създаването през 1988 г. на Междуправителствена експертна група по изменение на климата – МЕКГИК (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) от Световната метеорологична организация (СМО) и Програмата на ООН за околна среда. Докладите на СМО определят годините от 1998 до 2017 г. за най-топлите след 1850 г. Според МЕКГИК десетилетията между 1983 и 2012 г. са най-топлите за последните 1400 години, през периода 1906 – 2005 г. средната глобална температура се е повишила с 0.74 °C (IPCC, 2007), за годините 1880 – 2012 г. системата суша-океан се е затоплила с 0.85 °C. (IPCC, 2014). Дългосрочното повишаване на средната температура на климатичната система е означено с понятието глобално затопляне (IPCC, 2007) е с различно регионално проявление и локални особености (IPCC, 2014), особено през лятото в средните

географски ширини и през цялата година на малките географски ширини (Hansen & Sato 2017). Тенденции за затопляне на територията на България се установяват от Киров и Кръстанов (1938), Ганев, Кръстанов, (1949), Колева (1991), Топлийски (2006), Велев (2010), Н. Рачев и Димитрова (2016), Г. Рачев и Асенова (2019).

Измененията на климата през последните десетилетия се изучават през последните години чрез честотата интензивността, продължителността и вариациите на екстремни (климатични и метеорологични) събития (възникване на стойности на метеорологична променлива над (или под) прагова стойност (10-ти, 90-и квантил) в близост до горния (или долния) край на обхвата на нейните наблюдавани стойности в конкретен регион (IPCC Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation, 2011), метеорологично засушаване, топлинни вълни, интензивни валежи студени и топли периоди и др. Периодичността и интензивността на екстремните метеорологични събития се увеличават през последните десетилетия вследствие на глобалното затопляне и са обект на многобройни проучвания в различни контексти (Hansen et al. 2000, 2012, Alexander et al. 2006, Dos Santos et al. 2010, Wong et al. 2010, Hirschi et al. 2011, Jędruszkiewicz & Wibig 2019, Abbasnia & Toros 2018, 2020, Tschurr et al. 2020 и др.). Екстремни климатични и метеорологични събития в България през последните години са предмет на изследване от Рачев (1995), Велев (1997), Бочева и др. (2010), Александров (2011), Власков (2017) Николова и Ченкова (2018) и др. Между температурно базираните индекси досега не са изучавани или много слабо са засегнати: дневни температури над 25 °С, студени и топли дни, студени и топли нощи, брой дни с температура под 0 °С. От екстремно валежните явления не са изучавани максималните и минималните периоди с последователно сухи и влажни дни, много и екстремно валежни дни и др.

Изследването на настъпващите регионални климатични промени и особености, както и изучаването на редица климатични показатели са основа за изготвянето на планове за адекватно реагиране при настъпващите климатични промени.

В контекста на глобалното затопляне, в съответствие с препоръките на СМО за по-детайлно изучаване на регионалния климат, **обект на изследване** е климата в извънпланинската територия на България от 1961 до 2018 г., а **предмет на изследване** – колебанията на климата за периодите 1961–1990 г. и 1989–2018 г.

## **Цел и задачи на изследването**

Цел на настоящото изследване са колебанията на климата в извънпланинската територия на България за периодите 1961–1990 г и 1989–2018 г. чрез годишните стойности и многогодишния режим на екстремни климатични събития и установяване на степента на настъпилите промени.

За реализирането на целта се решават следните задачи.

Преглед на изследванията по темата.

Събиране и анализ на ежедневни метеорологични данни и избор на методи.

Установяване на режима и тенденциите на избрани климатични характеристики и индекси.

Разработване на индекс за идентифициране степента на изменение на климатичните елементи.

**Ограничения** на изследването. Настоящото изследване се ограничава в териториален аспект от публично достъпната информация за ежедневни данни на температурата на въздуха, валежите и снежната покривка след 1989 г.

**Научната новост** на изследването е анализиране за първи път на индекса „тропични нощи“ и въвеждането на индекс за определяне степента на изменение на климатичен елемент/елементи.

**Научната значимост** на резултатите от изследването е разширяване на досегашните проучванията за колебанията на климата в извънпланинската част от територията на страната и на използваните индекси за установяване на изменението на климата.

## **ГЛАВА ПЪРВА**

### **КОЛЕБАНИЯ НА КЛИМАТА – ТЕОРЕТИЧНА РАМКА И ИЗСЛЕДВАНИЯ**

#### **1.1. Климат, колебания на климата и изменение на климата**

Изследванията върху състоянието и процесите в климатичната система във времеви аспект се свързват с ясното дефиниране на понятията климат, колебания на климата и изменения на климата. Причина за поставянето на този въпрос е липсата на единно мнение по отделните понятия в климатологията и метеорологията, което намира отражение в подходите и методите за изследване, в анализа на резултатите от провежданите проучвания (Werndl, 2015).

### 1.1.1. *Понятието климат в контекста на времеви мащаб*

Понятието „климат“ се дефинира по различен начин във времето и от различни автори. Според Lamb (1972), ранният научен възглед е „климатът е постоянен“ (цит. по Lovejoy & Schertzer, 2013). Юлиус Фон Хан (Julius von Hann) дава следното определение: „... съвкупността на метеорологичните явления, характеризиращи средното състояние на атмосферата, в което и да е място от земната повърхност. Това, което назоваваме, като време, е само фаза, единичен акт в последователността на явленията, пълния ход на които, повече или по-малко е еднообразен от година в година, съставя климата на дадено място. Климат – това е съвкупност от времена (метеорологични) за по-голям или по-малък отрязък от време в тяхната обичайна проява в едно или друго време от годината.“ (цит. по Топлийски 2007). Едуард Лоренц (Edward Lorenz) в публикацията си „Climatic determinism“ (1968) дефинира понятието „климат“ като ансамбъл състоящ се от всички състояния на времето, за дълго, но крайно време в хронологичен аспект, а по-късно и като очаквано време (Lorenz, 1995). За Bryson, (1997) климатът е термодинамичното/хидродинамичното състояние на глобалните гранични условия, които определят едновременния масив от метеорологични условия.

Най-широко дискутираният въпрос по дефинициите за климата е времевата компонента – обсъждат се варианти, които обхващат периоди от геоложкото начало на нашата планета, до няколко години, доколкото атмосферата е силно променлива в огромни диапазони от пространствено-времеви мащаби (Lovejoy & Schertzer, 2013). През 2001 година в доклад на IPCC климатът се дефинира като статистическо описание от гледна точка на средните стойности и изменчивостта на съответстващите количествени показатели за времеви период от няколко месеца до хиляди и милиони години. Според СМО при дефиниране на климата, хронологичният интервал се определя, като достатъчно дълъг за 30 години. Посоченият 30-годишен период не съвпада с определен периодичен процес в климатичната система – досега са установени само денонощен и годишен цикъл.

### 1.1.2. *Колебания на климата и изменение на климата (climate change)*

Колебания на климата е понятие, чрез което се описват вариациите в средното състояние и други характеристики на климата „във всички пространствени и времеви мащаби извън този на отделните метеорологични събития.“ (IPCC, 2013: Annex III: Glossary). Колебанията на стойностите на климатичните елементи са периодични и

непериодични, краткосрочни и дългосрочни (Rohli & Vega, 2018), възникват под влияние на различни фактори и имат различна времева и пространствена проява.

Колебанията на даден климатичен елемент описват плавното му изменение между два максимума или минимума. Климатичните цикли са ритмични колебания на климата, повтарящи се през определени времеви интервали, които могат да варират от един сезон до милиони години. Според Брукс и Карузерс (1963), както и в Рамкова конвенция на ООН по изменение на климата (The United Nations Framework Convention on Climate Change, 1994), климатичните периоди са цикли, при които интервалът от време между два максимума или минимума е приблизително еднакъв. Статистически достоверното постоянно намаление или увеличение в стойностите на даден климатичен елемент се означава като климатична тенденция (климатичен тренд). Нелинейният характер на климатичната система се проявява чрез екстремни климатични явления (събития), които са трудни за изследване и още по-трудно предвидими, защото по дефиниция те са рядкост и се подчиняват на различни статистически закони от средните стойности.

Понятието „изменение на климата“ първоначално се отнася до повишаването на температурата на въздуха и дългосрочното затопляне на планетата, означено с понятието „глобално затопляне“. В Пети доклад за оценка от Междуправителствения панел по изменение на климата (IPCC 2013) се твърди, че средните глобални температури са се повишили с около 0,85 °C от 1880 до 2012 г. и, че повече от половината от наблюдаваното увеличение в световен мащаб е предизвикано от повишените емисии на въглероден диоксид и други парникови газове. Според Maslin (2019), климатът на Земята винаги се е променял, но изследването на „миналия климат“ показва, че промените през последните 150 години – от началото на индустриалната революция, са изключителни и не може да са „естествени“. Аргументът за „естествените изменения“ се допълва от факта, че климатът на Земята се възстановява от ниските температури на мини ледниковия период 1300–1850 г. и че температурите в съвременното са същите като през топлия период 900–1300 г., които обаче са регионални изменения на климата (засягащи северозападна Европа, източна Америка, Гренландия и Исландия).

Постепенно понятието „изменение на климата“ се разширява и включва по-широк спектър от промени – повишаване на морското равнище, намаляване на площта на планинските ледници, ускоряване на стопяването на леда в Гренландия, Антарктида и Арктика, по-честа проява на екстремни климатични събития и др., които са последица от глобалното затопляне.



В настоящата работа изменение на климата се възприема като колебание във времето на климата на Земята и в отделни региони, което се изразява в статистически достоверни отклонения на стойностите на климатичен елемент/и от средните многогодишни стойности за периоди от десетилетия до милиони години.

## **1.2. Изменения на климата в България – литературен обзор**

Изучаването на климата в нашата страна започва в края на XIX в., след началото на систематичните инструментални измервания, и е насочено към обща характеристика на климата и климатично райониране (Иширков, 1902а, 1902б, 1903, Киров, 1929, Събев и Станев, 1959, Димитров, 1979, Тишков, 1982, Велев 1990, 2010, Топлийски, 2006), към влиянието на атмосферната циркулация върху температурния и валежния режим (Писарски, 1955, Стоянова, 1965, Велев и Кононова, 1978), към динамиката на времето в Северна и Южна България през XX в. (Тишков 1988, 1991) и др.

Целенасочените изследвания за колебанията на климата започват през 40-те години на XX в. Киров и Кръстанов (1938), на основата на данни от 1887 до 1936 г. за София, установяват тенденция на затопляне през първите десетилетия на миналия век, Това повишение на температурите е потвърдено по-късно от Ганев и Кръстанов (1949). По-късно Мартинов и Богачев (1978) изследват изменението на температурата в гр. София за близо 90 години и установяват съответствие на тези за света. Векилска и Топлийски (1980) изследват многогодишните колебания на температурата на въздуха във Варна и Бургас и зависимостта им от „типизирани циркулационни форми“. Колева (1981), на основата на месечните редове от температура на въздуха и валежи през януари, април, юли и октомври за периода 1906–1975 г., констатира по-високи януарски температури през 1913–1923 г и по-ниски през 1937–1946 г. Ст. Велев (1990) откроява периода 1971–1986 г. като период с нарастващи положителни отклонения през зимата.

Структурата на хронологичните колебания на средномесечните температури на въздуха в гр. София за периода 1896–1979 г. е изследвана от Топлийски (1992), а на средномесечните и годишните температури в извънпланинската част на България – от Николова (1996), която доказва тренд на понижаване на годишните температури между 1956 и 1985 г. По-късно Николова (2002) установява противоположни тенденции на изменение на температурите между Северна и Южна България за студеното полугодие. Велев (1997, 2002) не регистрира изменение на средните годишни температури, а изменение на валежите, които намаляват в периода 1970–2000 г в сравнение с предходни 30-годишни периоди. В по-късни изследвания Велев (2006, 2008) г., установява

повишение на зимните и летните температури, по-добре изразено в Северна България, тенденция на увеличаване на валежните суми в Североизточна България и намаляването им в северозападните и югозападните части на страната. В подобен аспект са изследванията на Шаров и др. (1999). Koleva & Alexandrov (2008) изследват засушаването в извън планинската част на България и определят сухите периоди през топлото и студено полугодие в годините на случването им, а Александров и др. (2011) – засушливите периоди и сухите години.

Относно засушаването за непланинската част на Южна България Nikolova et al. (2012) установяват, че през XX в. сухи са годините около 40-те, 80-те и началото на 90-те, а от новия век това са 2000 и 2003 г. Nikolova & Vasilev (2005) разглеждат промените в летните валежи над Дунавската равнина. Nikolova & Penev (2007) година правят анализ на екстремно студените и топли месеци в България. Николова и Мочурова (2010) разглеждат съвременните изменения на климата, а Nikolova & Chenkova (2019) – екстремните месечни валежи в Североизточна България в контекста на глобалното затопляне.

Изменението на температурата и валежите на територията на България се разглежда през последните десет години от Велев (2011), Александров (2010), Рачев (2010, 2012, 2016), Рачев и Димитрова (2016). Анализите удостоверяват повишаване на температурата на въздуха след 2000 година, по-отчетливо през лятото и зимата и по-малко през пролетта и есента. При валежите е установена тенденция към намаляване на валежните суми до края на миналото столетие и увеличаване през последните десетилетие в Североизточна България и части от Централна България, намаляване в югозападните райони, при най-голямо намаление – с повече от 25% се наблюдава в някои високопланински станции (Велев 2012, Рачев, 2016). Зачестяват случаите на интензивни валежи в България (Vocheva et al., 2010). Според Дреновски (2012) по-голямата честота на средиземноморски циклони през летния сезон водят до рекордни валежи в България.

Тодорова (2014) регистрира положителна тенденция на средната годишна максимална температура през периода 1985–2009 г. при станции от Източна Добруджа и Северното Черноморие с +0.08 °C/год. Гачев (2016) съобщава за повишаване на температурата на въздуха в Пирин: за периода от м. септември 2011 г. до м. октомври 2013 г. е отчетено повишение с 2.1 °C при „Казана“ и 3.9 °C при в. Вихрен. Митков и Колева-Лизама (2017) установяват положителен тренд за редните месечни температури

на въздуха в района на Черни връх предимно през летните месеци през периода 1986–2015 г. спрямо периода 1961–1990 г. Увеличаване на месечните температури на въздуха (най-значимо за месеците януари, май, юни, юли и август – от 0.5 °C до 1.3 °C над нормата, определена за периода 1961–1990 г.) през последните три десетилетия за в. Мургаш регистрират Митков и Колева-Лизама (2019).

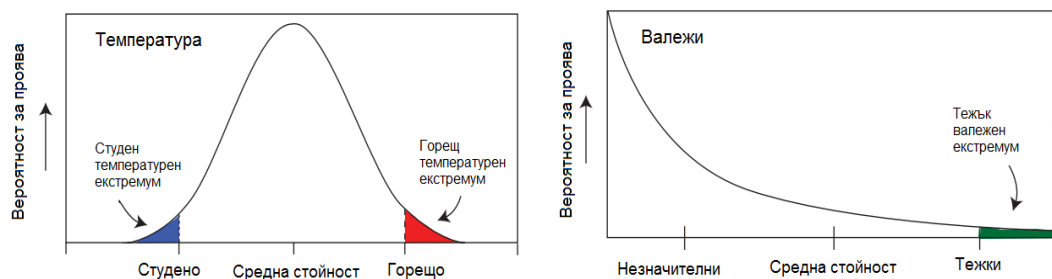
### 1.3. Подходи и методи за изследване измененията на климата

#### 1.3.1. Общ преглед

Измененията на климата се изследват на основата на различни подходи и методи, в различни контексти, и за различни климатични елементи. Най-често се анализира динамиката на годишните и месечните стойности на температурата на въздуха, валежите и снежната покривка. За тази цел се използват стандартни статистически показатели (средни стойности, стандарти отклонения, коефициенти на вариация, на асиметрия и на ексцес), отклонения от нормата за референтен период, статистически тестове за сравняване на средни стойности и стандартни отклонения, метод на пълзящите средни (при различни филтри), методът на линейна регресия (за разкриване на тенденциите на изменение) и др.

#### 1.3.2. Индекси за оценка на екстремни климатични явления

През последните години се увеличават анализите в пространствено-времевата проява на екстремни климатични явления (метеорологична суша, изключително високи температури на въздуха, интензивни валежи и др.), за които се предполага, че ще станат по-чести, по-широко разпространени и/или по-интензивни през XXI в. (IPCC, 2007 г.). Представа за екстремните събития дава графиката, изработена от IPCC (2003) и представена на фиг. 1.



Фигура 1. Екстремни климатични събития (по IPCC, 2003)

За получаване на единна гледна точка на наблюдаваните промени във времето и екстремните климатичните явления, експертният екип на Световната метеорологична организация за климатични промени – Expert Team for Climate Change Detection Monitoring and Indices (ETCCDI) определя набор от 27 индекса, които описват специфични характеристики на екстремните климатични явления, включително честота, амплитуда и постоянство, и които са представени от СМО и ETCCDI в документа „Guidelines on analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation“ (2009). Индексите се основават на прагови стойности, определят се на основата на ежедневни данни и всеки един има специално означение .

В настоящата работа се анализират средногодишни и средномесечени минимални и максимални стойности, два температурно базирани индекса – брой тропични нощи и брой ледени дни (тези два индекса са част от 27-те в доклада на ETCCDI ). Валежите се изследват чрез брой дни с валежи над 1.0 mm и брой дни със снежна покривка

*Средни минимални и максимални температури.* Минималната температура на въздуха при синоптичните станции се записват в синоптичната телеграма в 6 часа гринуичко време (GMT), а максималната температура на въздуха – в 18 ч GMT (Дъбов, 1971). Понякога, макар и не много често, е възможно случването на дневните екстремуми след въпросния срок. Най-често това става при преминаване на атмосферни фронтове с което се нарушава нормалния дневен ход на температурата (повишаване от изгрев слънце до пладне и понижаване след това до изгрева) и е възможно минималната температура да бъде измерена не до 6 GMT, а по-късно през деня, понякога дори и следобед. Същото важи и за максимума на температурата – макар и рядко при преминаващи топли фронтове или фьоновии прояви е възможно максималната температура да бъде отбелязана в началото на нощта или дори в сутрешните часове. Поради тази причина в изследването е възприето отчитането на минимума да е между два сутрешни синоптична срока в 06 GMT, а на максимума между два вечерни синоптична срока в 18 GMT. Дневните екстремуми зависят от въздушната маса, която е над страната, от синоптичната обстановка и от физикогеографските условия в района на станцията.

Прегледът на проучванията показва най-голям брой изследвания на екстремните температури на въздуха в сравнение с останалите индекси, отчитащи показатели на екстремни климатични явления. Географските особености на температурните екстремуми са представени от Chen et al. (2015) в European Trend Atlas of Extreme

Temperature and Precipitation Records, който не се анализира в настоящата работа, защото не се открива в библиотечния фонд.

*Тропична нощ.* Индексът „тропична нощ“ (TN<sub>ij</sub>) се дефинира като денонощие, в което минималната температура е по-висока или равна на 20 °C (Vincent et al., 2005, Alexander et al., 2006, WMO 2009, EEA Report 2012, Donat et al. 2013, DWD 2013). Посоченият индекс е един от надеждните показатели за затопляне (Lisa et al. 2009, Russo & Sterl 2011). Брой тропични нощи е годишната сума на дни, в които минималната температура е над 20 °C. Ако TN<sub>ij</sub> е дневната минимална температура на ден *i* в годината *j*, за изчисляване на TN<sub>ij</sub> се сумират дните, в които TN<sub>ij</sub> > 20 °C (Попов и др., 2014).

Проявата на тропична нощ за територията на България е възможно през периода март – октомври и се случва най-често при следните синоптични и физикогеографски условия и антропогенни въздействия. Синоптични условия – висока температура на ниво 850 hPa – повечето пъти над 15 °C, условия за приземен вятър със средна скорост над 3 m/s, нормален денонощен ход на температурата. Понякога при преминаване на студен фронт през светлата част на денонощието е възможно температурата през деня да се понижи под 20 °C и по този начин ще бъде нарушено условието за денонощие с температура равна или по-висока от 20 °C. Физикогеографски условия – географско положение и особености на подстилащата повърхност. Надморската височина има основна роля при формиране на температурния режим и предпоставя регистриране на повече тропични денонощия в равнинния и хълмистия хипсометричен пояс. Влияние оказват и формите на релефа: негативните форми на релефа обуславят по-малък брой тропични нощи в сравнение с хълмистите при равни други условия. Причината е образуването на инверсии, дори и през летния сезон в пониженията на релефа (Танев и Христов, 1970). По-голям брой дни тропични нощи е възможно да бъдат регистрирани по морските крайбрежия спрямо вътрешността на територия в случаите, когато температурата на водата във водоема надхвърля 20 °C и има условия за пренос на въздушни маси от водата към сушата. В нашата страна това се случва, когато има насочен и добре изразен баричен градиент от изток и североизток, който нарушава бризовата циркулация и нощно време поддържа вятър от крайбрежната зона с източна компонента. Антропогенното влияние върху брой тропични нощи е посредством т.нар. „остров на топлина“ в урбанизирани територии. Станции разположени във вътрешна градска среда имат по-високи минимума от тези в периферията на града. (Танев, Христов, 1970). Целенасочено изследване на броя тропични нощи за територията на България е направено от Власков (2017, според когото това явление е „нетипично и сравнително рядко срещано

в климатичната история на страната през последните 130 години“ на основата на резултати от изследваната характеристика при пет климатични станции (София, Пловдив, Бургас, Варна и Сандански) за периода 1997–2016.

*Ледени дни.* Брой ледени дни ( $TX_{ij}$ ) е годишната сума на дните, в които максималната температура ( $TX$ ) е под  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ако  $TX_{ij}$  е дневната максимална температура на ден  $i$  в годината  $j$ , за изчисляване на  $TX_{ij}$  се изброяват дните с  $TX_{ij} < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (СМО, 2007, Попов и др., 2014). Ледените дни са индикатор не само за изменения на климата, а и показател за подчертаването на студените зими (Танев, Христов, 1970).

За случването на леден ден има няколко фактора, между които с най-голямо влияние са синоптичните условия и физикогеографската особеност на региона, определящи температурата на въздуха на 2 m височина. Ледени дни в извън планинската част на територията на страната е възможно да се регистрират от м. октомври до м. април или през периода, в който през повечето дни се наблюдава зимен тип атмосферна циркулация с нахлуване на въздушни маси с арктичен произход. По време на самото нахлуване на студен въздух, благоприятни условия са надморската височина и отвореността на региона спрямо нахлуващата въздушна маса. Последващата трансформация на нахлулият въздух в различните типове релеф при различна надморска височина е определящо за броя ледени дни. Негативните форми на релефа са благоприятстващ фактор, заради способността за формиране на мощни температурни инверсии и задържането на студен въздух, дори в условията на пренос на топли въздушни маси над страната. Наличието на голям воден басейн, както и позитивна форма на релеф намаляват случването на ледени дни, заради по-топлата водна повърхност и невъзможността за формиране на температурни инверсии. Антропогенното влияние намалява броя ледени дни, посредством „топлинния остров“ в урбанизираните територии, особено при гранични условия – максимални температури близки до нулата. Станции разположени във вътрешна градска среда имат по-високи максимуми от тези в периферията на града.

Индексът брой ледени дни не е изследван за територията на страната. Танев, Христов, 1970 изследват ледените дни в София и установяват, че средногодишният им брой за периода 1887-1966 г. е 27.5 дни. Тези данни се отнасят за метеорологичната станция разположена в днешната Ботаническа градина до пам. Левски.

*Дни с валеж над 1,0 mm.* За ден с валеж над 1,0 mm се приема ден с валеж, равен или по-голям от 1,0 mm или  $1,0\text{ l/m}^2$  в сутрешният срок на отчитане в дъждомера за изминалото денонощие. Понякога се отчитат валежни количества и от хоризонтални

валежи (роса, слана, скреж), но почти винаги количеството от такъв тип валежи в извънпланинските станции е под 1,0 mm, в повечето случаи възлиза на 0,2 – 0,5 mm.

В най-голяма степен броят на дните с валеж над 1,0 mm зависи от циркулационните условия на даден район, както и от местните условия. Основен носител на валежи в страната през цялата година са атмосферните фронтални системи свързани с циклоналната дейност. Позитивните релефни форми увеличават количеството на падналите валежи, особено когато се явяват наветрени (срещуположни) спрямо идващата влажна въздушна маса (Топлийски, 2005) и предпоставят очакванията за по-голям брой дни с валеж над 1,0 mm в планинските райони спрямо равнинните. Орографските прегради могат да имат и обратен ефект – да формират валежни сенки при конкретен въздушен пренос, защото въздушните маси преодолявайки планинската преграда и спускайки се зад билото, се затоплят и губят част от влагата си, което често води до разрушаване на облачната среда (Панчев, 1988). През топлото полугодие често вали и от облаци образувани във вътрешномасово поле (Годев, 1976), когато атмосферата е силно неустойчива, като тези процеси са особено силни в местности с пресечен терен.

*Дни със снежна покривка.* Брой дни със снежна покривка е годишната сума на дните с отбелязана снежна покривка в сутрешния срок на наблюдение с височина най-малко 0.5 cm и покритост на метеопарка поне 50%. Образоването на снежна покривка е в тясна връзка с количеството на снеговалежите и температурата на въздуха и почвата. Възможният период на задържане на снежна покривка зависи от крайните дати на нейната поява и стопяване. Голяма роля за броя на дните със снежна покривка оказват физикогеографската обстановка и нейното трансформиращо въздействие върху атмосферния пренос и радиационния баланс (Топлийски, 2006). Местата разположени в негативни форми на релефа, поради способността си да задържат по-дълго инверсии и студен въздух, имат по-голяма възможност за задържане на образувана вече снежна покривка, особено през месеците ноември, декември и януари, когато инверсионното влияние е най-силно. От друга страна по-високо разположени места, заради по-ниските си температури, и по-големите количества валежи, особено на наветрени склонове ще образуват по-лесно снежна покривка и с по-голяма дебелина от места разположени по-ниско и в низина. По-високото хипсометрично положение обаче, предполага по-лесно разрушаване на инверсиите и съответно по-бързо топене на снежната покривка в относително топла въздушна маса. Ако мястото е разположено на изпъкнала земна форма, голямо влияние оказва и скоростта на вятъра, която при положителни температури има голяма роля за по-бързо стопяване на образувалата се снежна покривка.

В извън планинските райони на България се образува ежегодно снежна покривка (Велев, 1990), която е неустойчива (Векилска и др., 1992).

Снежната покривка на територията на страната е изследвана в различни аспекти. Проучване върху синоптичните условия за образуването на съществена снежна покривка в Югозападна България прави Рачев (1995), в своя дисертационен труд. Анализи за съвременните колебания в режима и задържането на снежната покривка в България прави Тетовски (2008), който установява увеличаване на дните със снежна покривка в Североизточна България и части от Южна и намаляване на снегозадържането в северозападните райони. Относно продължителността на снегозадържане за периода 1931–2005 г Петкова (2014) установява тенденция към намаляване за части от Дунавската равнина, Черноморието, някои райони на Източна България и планинските части. За високите западни полета, голяма част от Горно-Тракийската низина, както и за Централния и Източен Предбалкан е установена нарастваща тенденция за продължителността на снегозадържане.

## **ГЛАВА ВТОРА**

### **ИЗХОДНА ИНФОРМАЦИЯ И МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ**

#### **2.1. Изходна информация**

##### *2.1.1. Метеорологични станции – местоположение и климат*

Изходната информация в настоящото изследване е от метеорологичните наблюдения в осем синоптични станции от първи клас, с подаване на данни на всеки три часа. Изборът на метеорологичните станции се основава на възможността за публичен достъп до метеорологична информация и на географското им разположение. За териториалното разположение на наблюдателните пунктове се прилагат следните изисквания: климатичен пояс, форми на релефа, разположение във вътрешността и крайбрежието на страната. При съчетаване на достъпа до публична информация и географско разположение, възможните синоптични станции в извън планинската територия на страната са осем, от които четири синоптични станции – Видин, Ловеч, Разград и Варна, са разположени в Северна България, а останалите четири – Сливен, Кърджали, Сандански и София, в Южна България (фиг. 3).





**Фигура 3. Географско положение на използваните станции**

В съответствие с целта и задачите на изследването – да се анализират колебанията на климата чрез избрани показатели и индекси в извънпланинската част от територията на страната, синоптични станции са разположени в равнинния и хълмистия хипсометричен пояс с надморска височина от 31 m (Видин) до 586 m (София). Повечето от синоптичните станции са организирани в места с надморска височина между 200 и 500 m (табл. 2). Географските координати на избраните наблюдателни пунктове от метеорологичната мрежа ги поставят между крайните южна и северна, западна и източна точки на страната.

**Таблица 2  
Географски координати и надморска височина на синоптичните станции**

Станция	Номер в СМО	Географски координати		Надморска височина (m)
		с.ш	и.д	
Видин	15502	43° 59"	22° 52"	31
Ловеч	15525	42° 59"	24° 43"	220
Разград	15549	43° 31"	26° 31"	345
Варна	15552	43° 13"	27° 55"	41
София	15614	42° 42"	23° 20"	586
Сливен	15640	42° 41"	26° 20"	257
Сандански	15712	41° 34"	23° 17"	206
Кърджали	15730	41° 39"	25° 22"	330

Метеорологичните станции Видин, Ловеч, Разград и София се включват в границите на умереноконтиненталната климатична област, в хипсометричните пояси низинен (0–200 m), равнинен и хълмист. Метеостанцията във Варна е в северната част на черноморската климатична област. Станция Сливен е разположена в преходната климатична област, (Велев, 2010), в Сливенска котловина. Метеорологичните станции Сандански и Кърджали са разположени в континентално-средиземноморската климатична област, съответно в котловина и долинно разширение.

### *2.1.2. Изходни данни и изчислителен период*

В настоящото изследване изходната база данни представляват регистрираните ежедневни и ежемесечни стойности на минималната и максималната температура на въздуха за денонощието и ежедневните данни за снежна покривка и валежно количество от синоптични телеграми подавани от съответната станция към НИМХ и СМО на всеки три часа в денонощието. т.е. по 8 пъти за 24 часа.

Всички записи са реализирани чрез наземни наблюдения в метеорологични станции и прилежащите им наблюдателни площадки т.е. източник на базата данни са синоптичните станции.

Липсващи данни се установяват само при станция Ловеч за температурата на въздуха през отделни месеци, като са попълнени по метода на разликите (Христов, 1962) и процедура, описана от Николова (2018). Оценката на силата на корелационната връзка е извършена по скалата, цитирана от Калоянов (2004), според която при стойност на корелационния коефициент ( $R$ ) между 0,70 и 0,80 зависимостта е силна, а над 0,90 – много силна. За станция аналог са избрани Видин и Разград, поради пълната база данни. Стойностите на  $R$  между изследваните времеви редове варират от 0,62 до 0,89 за минималната температури на въздуха през всички месеци между Ловеч и Разград, и от 0,80 до 0,90 за максималната месечна температура. Сходни стойности на корелационните коефициенти, но по-високи, се установяват при метеорологичните данни за температурата между Ловеч и Видин, поради което за станция аналог да се използват данните от станция Видин.

За изследване на колебанията на избраните климатични елементи и индекси се сравняват два 30 годишни периода – 1961–1990 г. и 1989–2018 г., които отговарят на изискването на СМО (2007) за получаване на т.нар. „климатични норми“. Периодът 1961–1990 г. е препоръчан от СМО за референтен. Периодът 1989–2018 г. съответства по продължителност на референтния изследователски период. Предимство на периода 1989–2018 г. е и факта, че се доближава до следващият тридесетгодишен референтен период

1990–2020 г и по този начин ще се получат данни близки до следващите норми, които ще имат голямо практическо значение в прогнозната дейност.

## **2.2. Методи на изследване**

Настоящото изследване за колебанията на показатели и индекси на климата за извънпланинската част от територията на страната се основава преобладаващо на статистически методи, и в по-малка степен на синоптичен анализ, използван за обяснение на условията, които предпоставят проявата на екстремни климатични явления.

### *2.2.1. Статистически методи за оценка на времевите редове от месечни и годишни стойности на изследваните показатели и индекси на климата*

Еднородността на времевите редове е изследвана чрез квадратично отклонение и коефициента на вариация –  $C_v$ . Стойностите на  $C_v$  дават основание редовете от годишни минимални и максимални температури на въздуха и на брой дни с валеж на 1.0 mm за 1961–2018 г. да бъдат приети за еднородни.

Статистическите параметри на времевите редове – средни, максимални и минимални стойности, стандартно отклонение, мода, коефициенти на асиметрия и на ексцес, се определят чрез софтуерните продукти на Excel и SPSS.

Времевите редове се изследват за вида разпределението чрез графичните методи  $P$ - $P$  плотове и *Boxplot* (графика-кутия). Получените резултати показват най-близко разположение на точките до нормалното разпределение на годишните стойности на максималните и минималните температури, при които се отчита дясно асиметрично разпределение за целия изчислителен период и за периода 1961–1990 г. (коефициентите на асиметрия имат положителен знак), и лява асиметрия за разпределението на двата показателя през периода 1989–2018 г. Най-големи отклонения се отчитат при времевите редове от годишен брой тропични нощи .

Получените резултати от тестовете за нормалност на разпределението дават основание за сравняването на получените стойности за периодите 1961–1990 г. и 1989–2018 г. да бъдат приложени непараметрични тестове.

Връзките и степента на зависимост между изследваните показатели и индекси е изследвана чрез корелационния коефициент на Пирсън, стойностите на който са оценяване за статистическа значимост с помощта на използваните компютърни програми.

### *2.2.2. Методи за анализ на колебанията на изследваните показатели и индекси на климата*

Първият етап в изследването на времевите редове от годишни стойности на изследваните показатели и индекси на климата е анализът за изясняване природата на тези времеви редове или дали колебанията на се явяват чисто случаен стохастичен процес. За тази цел е приложен авторегресионен анализ с определяне на коефициентите на автокорелация и на частичните коефициенти на автокорелация. Стойностите на автокорелационния коефициент при повечето времеви редове е в границите на доверителния интервал, с изключение на броя дни с минимална температура и с максимална температура, и на броя тропични нощи.

За наличието или отсъствието на тренд се прилага метода на регресия. Многогодишните колебания на климатични елементи се изследват чрез филтриране на времевите редове по метода на „плъзгащи се средни“ (плъзяща средна). Според Сираков (1981), важно предимство на метода е не само в достъпността на изчисленията, но и във факта, че в преобразуваната редица фазата на периодичните членове не се изменя. При определяне на цикличност при този метод е възможна известна субективност и това се явява един от недостатъците му. В изследването е използвана 10 годишна стъпка на плъзгащи се средни. За степента на изменение на климатични елементи е използван метода на отклонение от нормата. За установяване на екстремни климатични събития се прилагат прагови стойности, определени по препоръки на IPCC (2001) – по-рядко от 10-ия квантил за ниски стойности и 90-ия квантил за високи.

## **ГЛАВА ТРЕТА**

### **МНОГОГОДИШЕН И ГОДИШЕН РЕЖИМ НА КЛИМАТИЧНИ ЕЛЕМЕНТИ**

#### **3.1. Средни минимални температури на въздуха**

Средната месечна и годишна минимална температура дава представа за средните граници, до които се понижава температурата на въздуха.

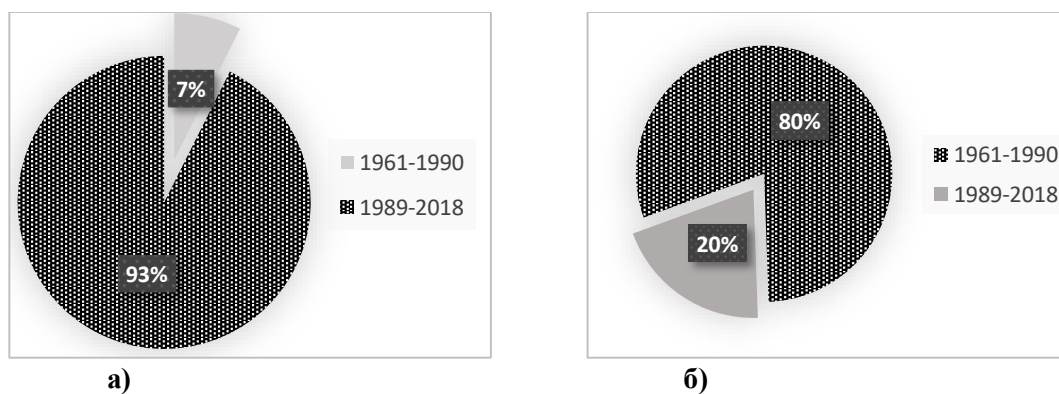
##### *3.1.1. Средногодишна минимална температура на въздуха*

Средногодишните минимални температури в извънпланинската част от територията на страната за 1961–2018 г. варират от 5.5 °C (София) до 9.0 °C (Сандански), с по-високи стойности в Южна България спрямо северните части на страната.

Средногодишните минимални температури в извънпланинската част от територията на страната за 1961–1990 г. и 1989–2018 г. се различават незначимо по гранични стойности както между двата изследвани периода, така и между тях и периода 1961–1990

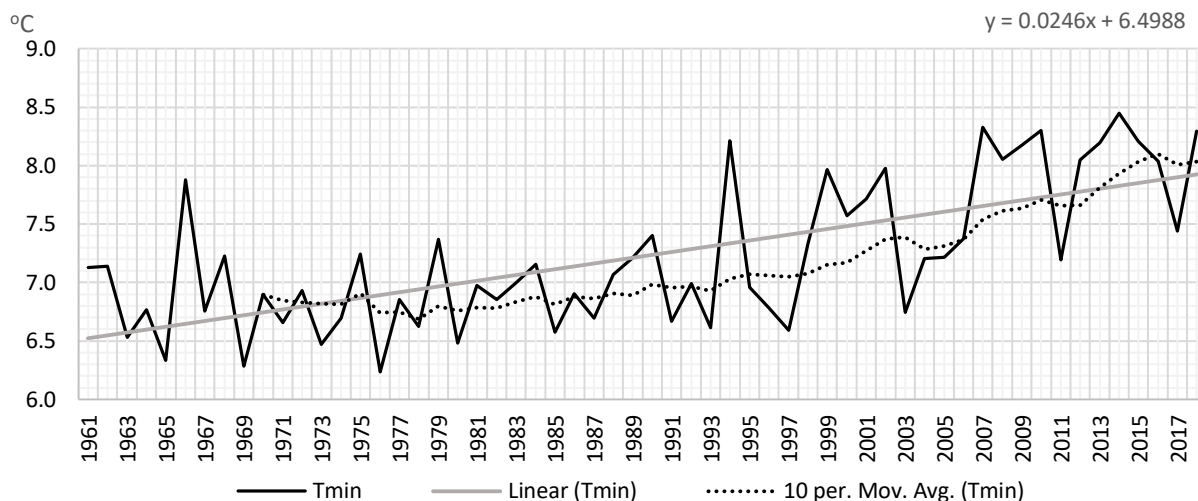
г.: средногодишните минимални температури за 1961–1990 г. варират от 5.1 °С (София) до 9.0 °С (Сандански), а за 1989–2018 г. – между 6,0 °С (София) и 9.2 °С (Сандански). Средногодишните минимални температури са по-високи с няколко десети от градуса през 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г., с изключение на Кърджали. При сравняване на средногодишната минимална температура за двата тридесетгодишни периода се установява повишение през 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г. между 0.4 °С (Видин, Сандански) и 1,7 °С (Разград). Изключение от посочената тенденция се регистрира при Кърджали, където средногодишната минимална температура през 1989–2018 г. е по-ниска с 0.2 °С спрямо предходния период.

Общият брой случаи на екстремно високи средногодишни минимални температури и екстремно ниски средногодишни минимални температури за периодите 1961–1990 г. и 1989–2018 г. показва съсредоточаване на случаите с екстремно високи средногодишни минимални температури през 1989–2018 г. в по-голяма степен в сравнение със случаите с екстремно ниски средногодишни минимални температури за същия период спрямо референтния период 1961–1990 г. (фиг. 12).



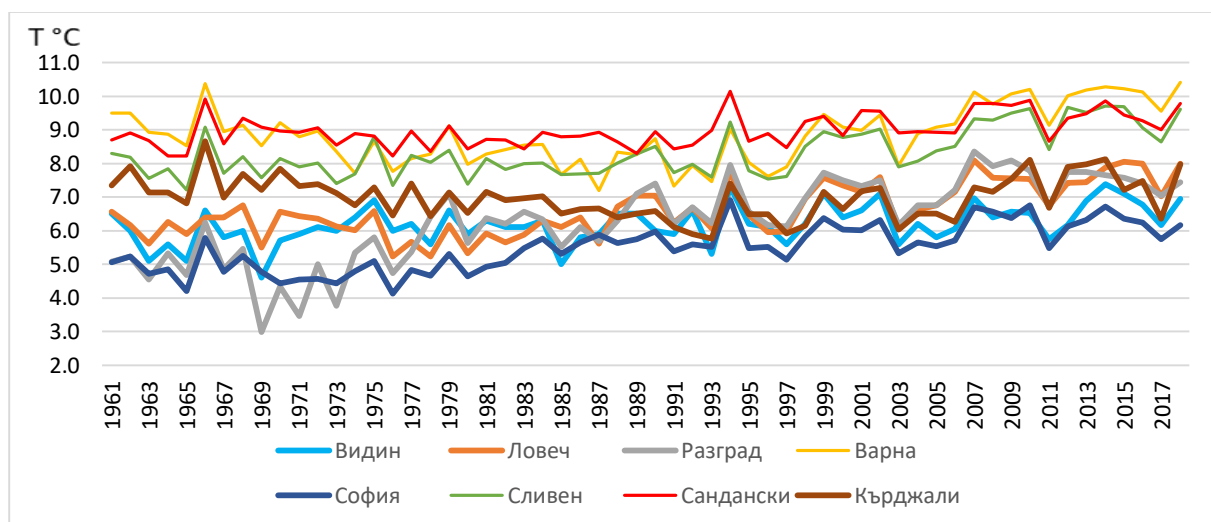
**Фигура 12. Относителен дял на случаите с екстремни годишни минимални температури на въздуха: а) екстремно високи ; б) екстремно ниски**

Осреднените стойности на годишните минималните температури през периода 1961–2018 г. за всички станции показват тенденция към повишаване (фиг. 13). Уравнението на линейната регресия показва повишение с около 0.2 °С на десетилетие.



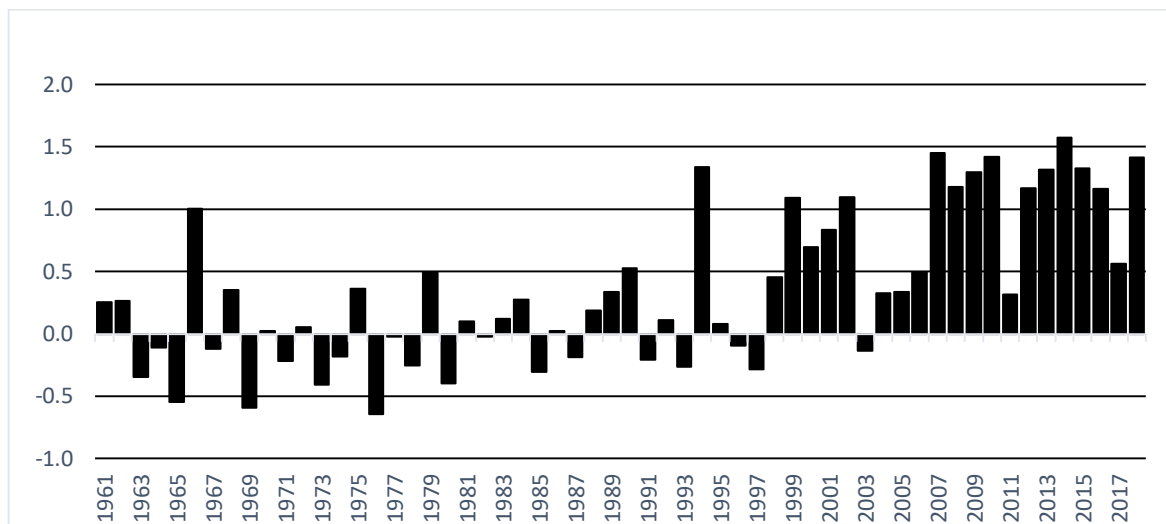
**Фигура 13. Многогодишен ход на средногодишната минимална температура на въздуха за всички станции през периода 1961–1990 г.**

При проследяване на многогодишния ход на средната минимална температури по отделни станции се установява синхронност, по-ясно изразена за южната част на страната, за районите с континентално-средиземноморски климат (фиг. 14).



**Фигура 14. Многогодишен ход на минимална температура на въздуха за 1961–2018 г.**

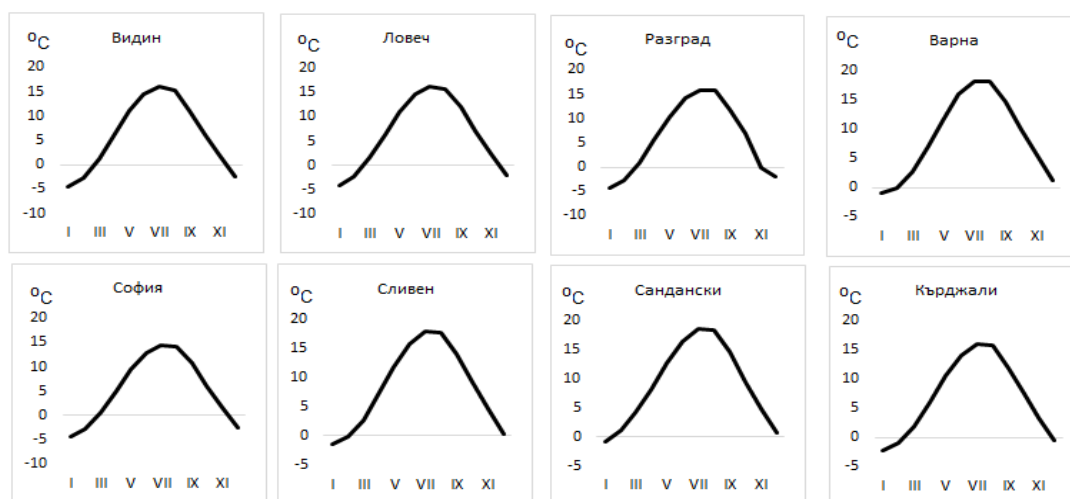
Повишаването на годишните стойности на минималната температура на въздуха е най-ясно изразено при станциите Разград и София, а най-слабо – при станциите Сандански и Кърджали. Тенденцията за повишаване на годишните минимални температури през 1989–2018 г. в сравнение с предходния изчислителен период се доказва и от положителния тренд в отклоненията на годишната минимална температура за всички станции спрямо средната многогодишна стойност за 1961–1990 г. (фиг. 15).



**Фигура 15. Отклонение (°C) на годишната минимална температура за всички станции спрямо периода 1961–1990 г.**

### 3.1.2. Режим на минималната температура на въздуха.

Вътрешно годишното разпределение на средните месечни минимални температури за 1961–2018 г. е с минимум през януари и с максимум през м. юли (фиг. 17).



**Фигура 17. Режим на месечните минимални температури на въздуха за 1961–2018 г.**

Анализът на данните за повишенията/пониженията на месечните минимални температури през периода 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г. показва нарастване от 0.4 до 2.7 °C при почти всички станции. Получените стойности са сходни с тези, установени от Рачев и Асенова (2019) за 1986–2015 г. (спрямо същия референтен период).

Абсолютните максимални стойности на месечната минимална температура на въздуха за периода 1961–2018 г. варират в границите 18.7 °C (Разград) и 22.3 °C (Варна), отчитат се през месеците юли и август, преобладаващо след 2000 г. (с изключение на абсолютната максимална стойност на месечната минимална температура при Кърджали,

отчетена през 1988 г.). Всички абсолютни максимални стойности на месечната минимална температура на въздуха през м. януари се регистрират през 2007 г., с изключение на Сандански и Кърджали, при които те се отчитат през 1971 г. Абсолютните минимални стойности на месечната минимална температура на въздуха за периода 1961–2018 г. варират в границите  $-12.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Видин) и  $-6.2\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Сливен), отчитат се при всички изследвани станции през м. януари, през различни години. Повечето абсолютни минимални стойности на изследвания показател се регистрират през 1969 г. (Видин, Ловеч, Разград, Сливен), а в районите с континентално-средиземноморски климат – през 2000 г.

В обобщение:

1. Минималната температура на въздуха в извънпланинската част на територията на страната се повишава през 1989–2018 г. в сравнение с референтния период:

а) с около две десети от градуса на десетилетие при средногодишната минимална температура;

б) между  $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $2.7\text{ }^{\circ}\text{C}$  при месечните минимални температури, с изключение на Кърджали, където намалява с няколко десети от градуса;

в) най-значимо през месеците юли и август и през летния климатичен сезон;

2. Вътрешно годишното разпределение на средната минимална температура за 1961–2018 г. е с минимум през януари и с максимум през м. юли и за половината станции запазва конфигурацията си през периодите 1961–1990 г. и 1989–2018 г. През периода 1989–2018 г във Варна средната минимална температура през август е по-висока от тази през юли, докато през периода 1961–1990 г са имали еднакви стойности. През новия период в станциите Разград, Сливен и Сандански средните минимални температури през юли и август имат еднакви стойности, за разлика от периода 1961–1990 г, когато юли е бил с по-високи стойности на разглеждания индикатор.

3. Абсолютните максимални стойности на минималната температура на въздуха

а) се отчитат през периода 1989–2018 г. за най-високите стойности на средногодишната минимална температура, преобладаващо за периода 1961–1990 г. за най-ниските стойности на средногодишната минимална температура с изключение на станцията Кърджали, където установените закономерности не се регистрират: най-високата стойност на средногодишната минимална температура е през референтния период, а най-ниската на средногодишната минимална температура – през периода 1989–2018 г.



б) по месеци за периода 1961–2018 г.:

- варира при абсолютните максимални стойности в границите 18.7 °C и 22.3 °C, регистрира се през м. юли и м. август, и преобладаващо след 2000 г., с изключение на абсолютната максимална стойност на месечната минимална температура при Кърджали

- варира при абсолютните минимални стойности в границите -12.0 °C и -6.2 °C, отчита се при всички изследвани станции през м. януари и за повечето от тях са отбелязани през периода 1961-1990 г с изключение на станциите Сандански и Кърджали, където са отбелязани през периода 1989-2018 г.

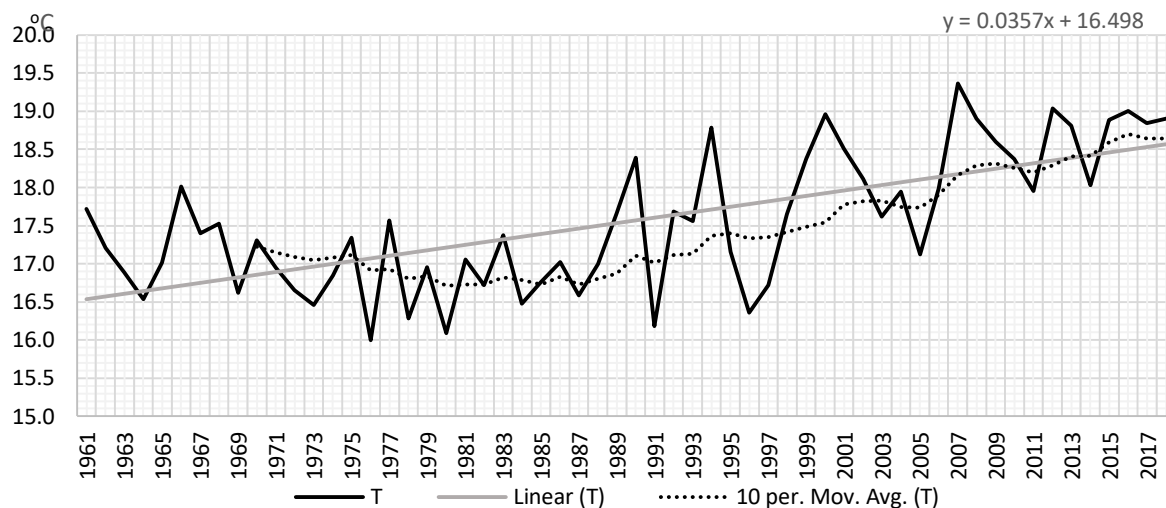
### **3.2. Средни максимални температури на въздуха**

Максималната температура се влияе в по-малка степен от формата на релефа, отколкото средната денонощна и средната минимална температура, защото тя се случва обикновено в часовете около и след зенита на слънцето, когато турбулентният въздухообмен е най-голям.

#### *3.2.1. Средногодишна максимална температура на въздуха*

Средногодишните максимални температури в извънпланинската част от територията на страната през 1961–1990 г. варират между 15.1 °C (София) и 19.5 °C (Сандански), а през 1989–2018 г. – от 16.3 °C (София) и 20.8 °C (Сандански). Повишението на средногодишните максимални температури през 1989–2018 г. спрямо референтния период е в границите от 0.5 °C (Разград) до 1.4 °C (Ловеч). Средногодишните максимални температури на въздуха се повишават през 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г. при всички станции, за разлика от измененията на средногодишните минимални температури.

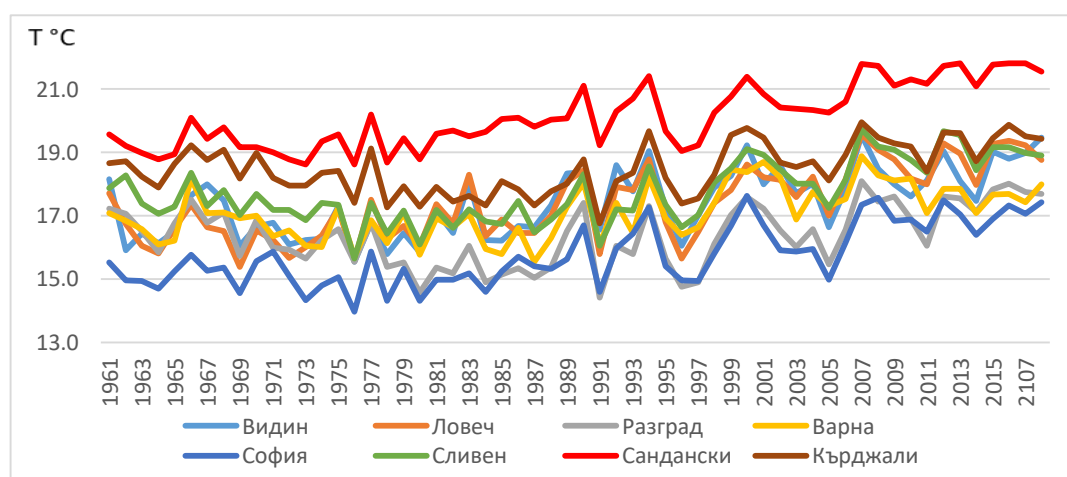
Многогодишният хронологичен ход на средногодишните максимални температури на въздуха за 1961–2018 г. показва големи амплитуди между стойностите на изследвания показател, особено след 1987 г., както и добре изразен положителен линеен тренд. Уравнението на линейната регресия показва повишение на средногодишните максимални температури с около 0.4 °C на десетилетие (по-високо в сравнение с повишението при средногодишните минимални температури за същия времеви период) (фиг. 19).



**Фигура 19. Многогодишен ход на средногодишната максимална температура на въздуха за всички станции за периода 1961–2018 г.**

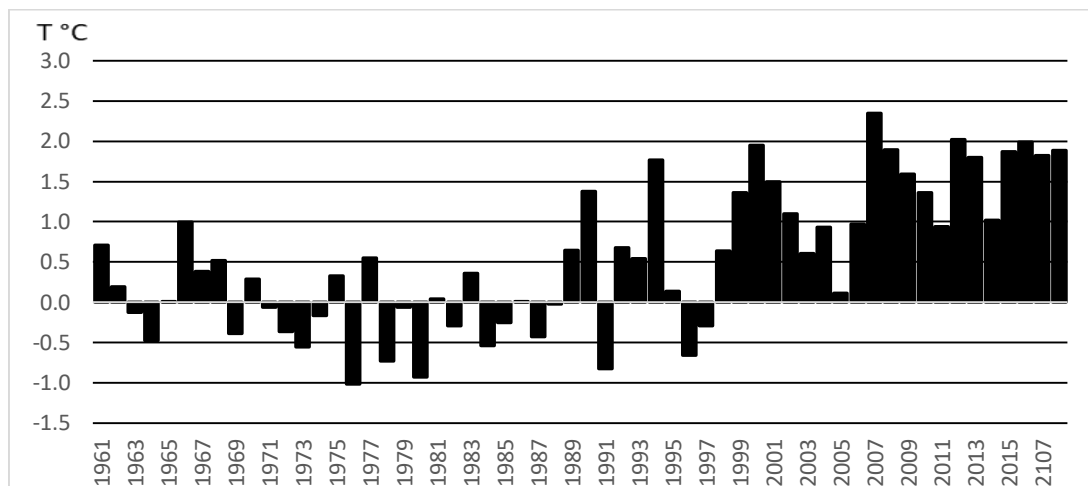
Многогодишният ход на средногодишната максимална температура на въздуха за 1961–2018 г. се характеризира с по-голям размах на колебанията след 90-те години на ХХ в.

При проследяване на многогодишния ход на годишната максимална температура при отделни станции се установява синхронност. Кривата на Варна има известно отклонение от общия сноп през някои години, вследствие на морското влияние при определени синоптични условия и съответно зачестяването им или случването им по-рядко (фиг. 20).



**Фигура 20. Многогодишен ход на максималната температура на въздуха за 1961–2018 г.**

След 1989 г. преобладават положителните отклонения, като има само три години – 1991, 1996 и 1997 г с отрицателни аномалии (фиг. 21). След 2005 г. се случват години с положително отклонение между 0.9 и 2.4 °C.



**Фигура 21. Отклонение на годишната максимална температура, усреднена за всички станции спрямо периода 1961–1990 година**

### 3.2.2. Режим на максималната температура на въздуха

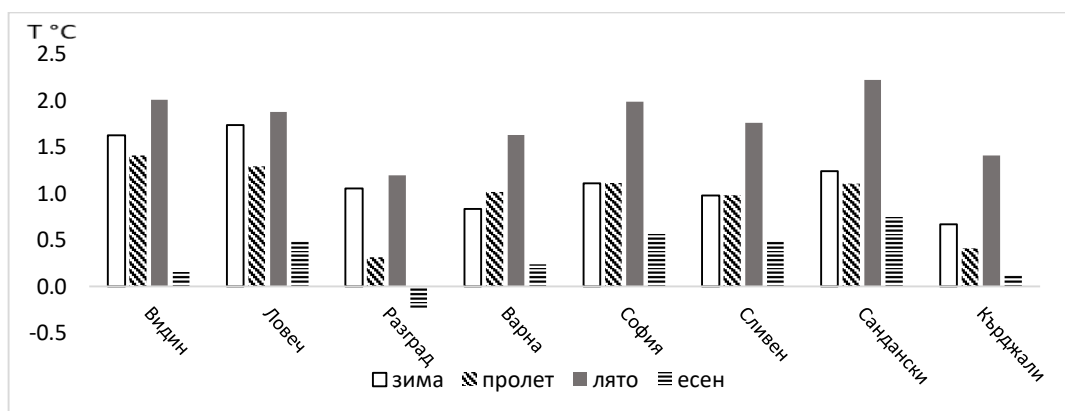
Анализът на получените резултати показва следните особености в разпределението на месечните максимални температури на въздуха. През всички месеци и при всички станции се регистрират по-високи средномесечни стойности на изследвания климатичен показател през периода 1989–2018 г. спрямо периода 1961–1990 г. Изключение са месеците април, септември и октомври при станция Разград, през м. ноември при станциите Разград и Видин и Кърджали и през м. декември при станция Кърджали, където стойностите на средномесечните максималните месечни температури за 1989–2018 г. намаляват с няколко десети от градуса спрямо периода 1961–1990 г. (табл. 25). Положителните аномалии варират от 0.1 °C (м. април при станция Кърджали) до 2.6 °C (през м. август при станция Сандански).

**Таблица 25**  
**Изменение (°C) на средномесечните максимални температури през периода 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г.**

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>Видин</b>	1.8	2.5	2.5	0.8	0.9	1.6	2.1	2.3	0.1	0.1	0.2	0.6
<b>Ловеч</b>	2.0	2.4	2.0	0.8	1.1	1.4	2.0	2.2	0.6	0.7	0.2	0.8
<b>Разград</b>	1.2	1.7	1.0	-0.1	0.0	0.6	1.3	1.7	-0.3	-0.3	-0.2	0.3
<b>Варна</b>	1.0	1.4	1.5	0.7	0.8	1.2	1.7	2.0	0.7	0.2	-0.2	0.0
<b>София</b>	1.3	1.6	1.7	0.8	0.9	1.6	2.1	2.3	0.4	0.6	0.7	0.4
<b>Сливен</b>	1.2	1.5	1.5	0.7	0.7	1.2	1.9	2.1	0.5	0.6	0.4	0.2
<b>Сандански</b>	1.4	1.7	1.6	0.7	1.0	1.9	2.2	2.6	0.6	0.7	1.0	0.6
<b>Кърджали</b>	0.9	1.2	0.9	0.1	0.2	0.8	1.5	1.8	0.2	0.3	-0.1	-0.2
<b>Средно</b>	<b>1.4</b>	<b>1.8</b>	<b>1.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.7</b>	<b>1.3</b>	<b>1.8</b>	<b>2.1</b>	<b>0.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0.3</b>	<b>0.3</b>

При почти всички станции с изключение на Видин през периодът 1989-2018 г максималните стойности на средната максимална температура са вече през м. август, докато през референтния период тази особеност се е наблюдавала само в станциите Варна и София (табл. 22). Т.е. може да се предположи, че най-топлият период през годината се е преместил няколко дена назад през годината от края на юли в началото на август.

Най-голямото изменение на максималната температура се наблюдава през лятото и се установява при всички станции, с по-малки отклонения при Разград и Кърджали (фиг. 23).



**Фигура 23. Промяна на средните максимални температури за периода 1989-2018 г. по сезони спрямо 1961-1990 г. в изследваните станции**

Най-малки са отклоненията през есента, като това важи за всички станции, като в Разград се наблюдава понижение с 0.3 °C. Характерно за Разград е, че тези три десети от градуса понижение на максималните температури се наблюдават и през трите есенни месеци.

В обобщение:

1. Максималната температура на въздуха в извънпланинската част на територията на страната:

а) се повишава през 1989–2018 г. в сравнение с референтния период с около 0.4 °C на десетилетие при средногодишната максимална температура, най-значимо през месеците юли, август и февруари, както и през летния климатичен сезон;

б) е с положителни аномалии между 0.1 °C и 2.6 °C при месечните максимална температури през 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г., с отрицателни аномалии от няколко десети от градуса през есенните месеци при някои станции (Разград, Видин и Кърджали).

В) е с почти сходна конфигурацията през 1961–1990 г. и 1989–2018 г за по-голямата част от годината, като максимумът за всички станции с изключение на Видин през вторият период е вече през август, докато при спървия е през юли .

3. Абсолютните максимални стойности на годишната максимална температура на въздуха се отчитат през периода 1989–2018 г. за най-високите стойности и преобладаващо за периода 1961–1990 г. за най-ниските стойности.

4. Абсолютните максимални стойности на месечната максимална температура за 1961–2018 г. се регистрират през м. юли и м. август, и преобладаващо след 2000 г., а абсолютните минимални стойности – предимно през 1961–1990 г.

### 3.3. Тропични нощи

#### 3.3.1. Годишен брой тропични нощи

Средногодишният брой тропични нощи в извънпланинската част на територията на страната през целия изчислителен период (1961–2018 г.) варира от един ден (София) до 18 (Варна и в Сандански) при голяма разлика между умереноконтиненталния и останалите климатични зони (табл. 25).

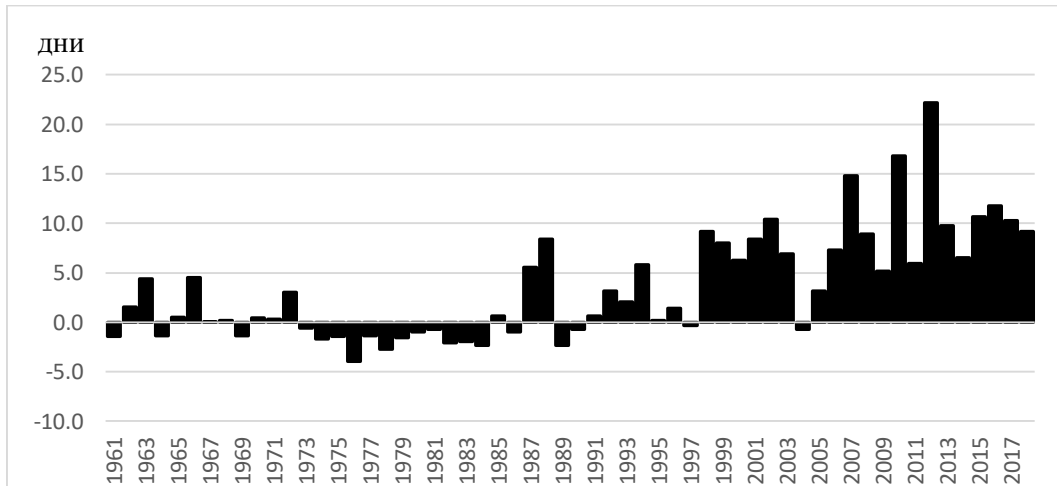
**Таблица 25**  
**Средногодишен брой тропични нощи**

Станция	Период			Изменение (%) през 1989–2018 г. спрямо 1961– 1990 г.	Максимален брой тропични нощи	
	1961– 2018	1961– 1990	1989– 2018		Брой	Година
<b>Видин</b>	2.9	1.5	4.3	178	15	2002
<b>Ловеч</b>	4.3	2.1	6.2	200	18	2012
<b>Разград</b>	5.2	1.6	8.7	439	31	2012
<b>Варна</b>	17.8	10.6	24.1	139	51	2016
<b>София</b>	1.1	0.5	1.7	220	7	2012
<b>Сливен</b>	14.1	7.5	20.5	175	49	2012
<b>Сандански</b>	17.8	11.6	23.4	107	39	2007
<b>Кърджали</b>	2.7	2.4	2.9	25	16	2012

През 1961–1990 г. при всички станции се наблюдава по-малък брой тропични нощи спрямо целия изчислителен период, с изключение на станция Кърджали.

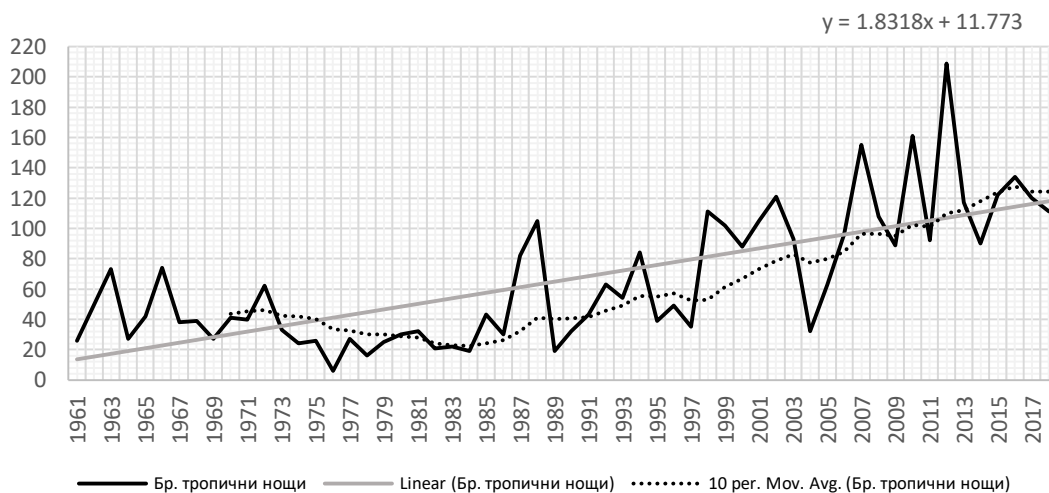
Получените резултати за увеличаване на броя тропични нощи през последните десетилетия съвпадат с констатациите на Giannakopoulos et al. (2011) за континенталната, крайбрежната и островната част на Гърция, на Sensoy et al. (2011) за територията на цяла Турция, на Tasić (2016) за Източна Сърбия, на Royé & Ezpeleta (2015) за атлантическото крайбрежие на Испания и др.

Положителният тренд в броя тропични нощи за извънпланинската част от територията на страната през периода 1989–2018 г. спрямо предходните години се доказва и от графиката на отклоненията на средните стойности за всички станции (фиг. 24).



**Фигура 24. Отклонение на годишния брой тропични нощи спрямо периода 1961–2018 г.**

Изменението на броя тропични нощи в границите на целия изчислителен период се илюстрира от положителния линеен тренд, който показва увеличаване на тропичните нощи с 18.3 броя за десетилетие (фиг. 25).



**Фигура 25. Многогодишна динамика и линеен тренд на годишния брой тропични нощи усреднено за всички станции**

Изменението в броя тропични нощи по месеци през периода 1961–1990 г. спрямо 1989–2018 г. варира между 0% (за м. май при станциите Варна и София) и 842% (през м. август при станция Разград), а по станции – най-голямо при станция Разград, а най-малко при станция Кърджали (табл. 28).

**Таблица 28**  
**Изменение (%) на броя тропични нощи**  
**за периода 1990-2018 г. спрямо 1961–1990 г.**

Станции	V	VI	VII	VIII	IX	X	Год.
<b>Видин</b>	200	260	100	345	-	-	178
<b>Ловеч</b>	(-)100	486	93	423	500	-	200
<b>Разград</b>	100	557	296	842	75	0	439
<b>Варна</b>	-	365	106	144	113	0	139
<b>София</b>	-	300	100	600	100	-	220
<b>Сливен</b>	50	276	136	199	86	-	175
<b>Сандански</b>	100	206	88	103	180	-	107
<b>Кърджали</b>	-	40	3	50	-	-	25

Максималният брой тропични нощи за месец и година се отбелязва през различни години, но преобладават тези след 2000 г. Най-старата година в хронологично отношение по този показател е тропичната нощ във Варна през м. октомври 1963 г. и шест дена през м. септември за същата година

В обобщение:

1. Броят тропични нощи в извънпланинската част на страната

а) варира средногодишно през периода 1961–2018 г. между един ден и 18 дена, през референтния период – между един и 11 дена, през 1989–2018 г. – между два дена и 24 дена;

б) показва положителен тренд след 60-те години на XX в. и потвърждава досегашни изследвания за повишаване на температурата на въздуха през летния климатичен сезон за територията на Европа и България;

в) е най-голям през най-топлите години на настоящото столетие.

2. Тропичните нощи

а) се регистрират през топлото полугодие на годината, от м. май до м. октомври, при най-голям брой през месеците юли и август;

б) се увеличават през топлото полугодие на периода 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г. най-значимо през м. юли и м. август;

в) намаляват с увеличаване на надморската височина;

г) силно зависят в проявата си от формите на релефа

**3.4. Ледени дни**

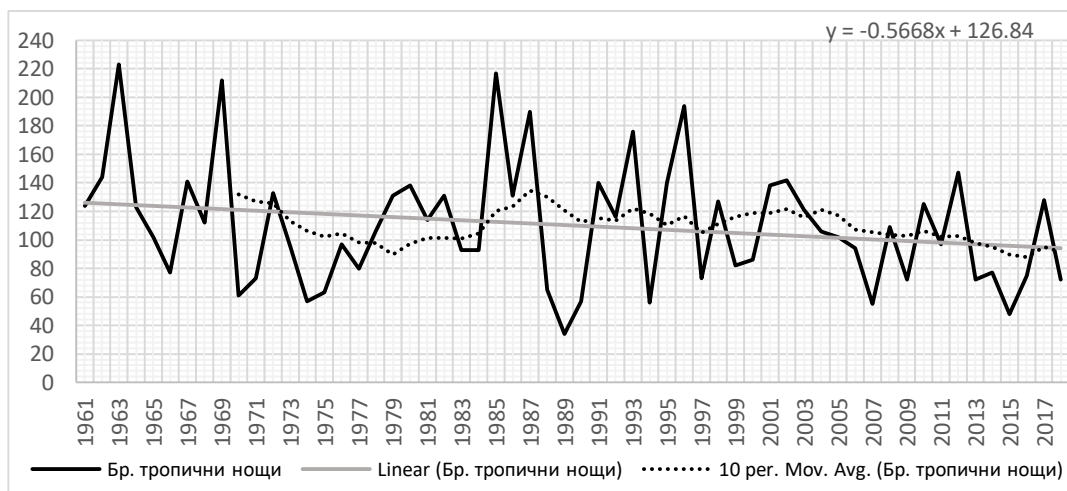
3.4.1. *Годишен брой ледени дни*

Средногодишният брой ледени дни в извънпланинската част на територията на страната през периода 1961–2018 г. варира от три дена (Сандански) до 24 (Разград) при голяма разлика между умереноконтиненталния и останалите климатични зони в страната.

През 1961–1990 г. при всички станции се наблюдава по-голям брой ледени дни спрямо целия изчислителен период, с изключение на станция Кърджали, но това изменение не е статически значимо. Средногодишният брой за този период е между три дена (Сандански) и 24 дена (Разград), докато през 1989–2018 г. намалява в сравнение с референтния период и варира в границите между два дена (Сандански) и 24 дена (Разград). Запазва се ясното разграничение между климатичните пояси – умереноконтинентален и останалите: броят ледени дни и през трите анализирани периода е неколккратно по-голям в северните части на страната в сравнение със Северно Черноморско крайбрежие и южните територии на страната.

Максималният годишен брой ледени дни за целия изчислителен период е между 15 дена (Сандански) и 50 дена (Разград), при регистриране на тези стойности през различни години, повечето от които през периода 1961–1990 г.

Изменението на годишния брой ледени дни в границите на целия изчислителен период се илюстрира от негативния линеен тренд, който показва намаляване на ледените дни с около шест броя за десетилетие (фиг. 28).

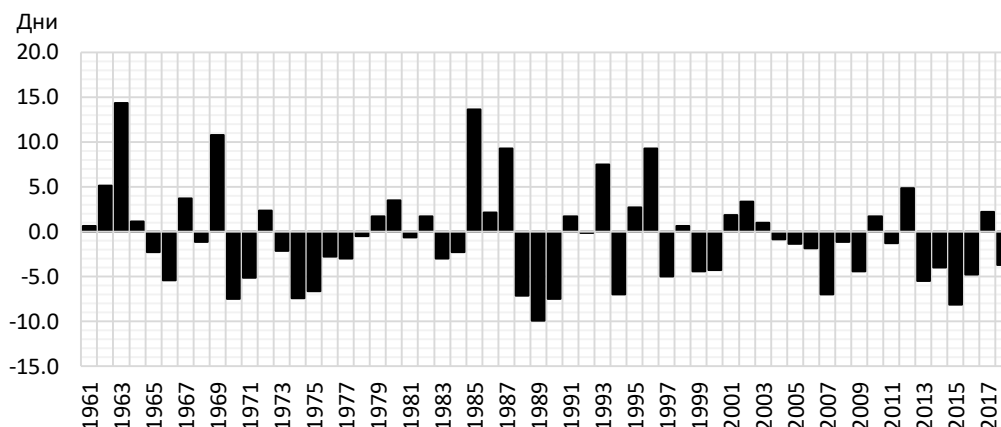


**Фигура 28. Многогодишна динамика на годишния брой ледени дни, усреднено за всички станции**

Графиката за отклоненията на броя ледени дни през годините спрямо нормата за периода 1961–2018 г. показва увеличаване на броя години с отрицателна аномалия след 2000 г., с изключение на 2012 г. и 2017 г. (фиг. 29). Най-голямо е отклонението от нормата



през 1963 г., когато се регистрира и най-големият (223) брой ледени дни за изследваните времеви интервали.



**Фигура 29. Отклонение на годишния брой ледени дни спрямо периода 1961–1990 г.**

### 3.4.2. Режим на брой ледени дни

Месечното разпределение на броя ледени дни в извънпланинската част на територията на страната логично се отличава със съсредоточаване на изследваната характеристика през месеците януари и февруари, с единични случаи през м. март и м. ноември. Изключение се регистрира при станциите София и Разград, при които се отбелязват ледени дни и през месеците април и октомври.

Установеното намаление на роя ледени дни през периода 1989-2018 спрямо 1961-1990 г. варира през месеците между 0% (за м. декември при станция Сандански) и 100% (за м. март при станция Сандански), в най-голяма степен през м. март (табл. 33).

**Таблица 33**  
**Изменение (%) на броя ледени дни**  
**за периода 1990–2018 г. спрямо 1961–1990 г.\***

Станции	I	II	III	IV	...	X	XI	XII
<b>Видин</b>	(-)26.9	(-)38.2	(-)50.0				18.8	2.8
<b>Ловеч</b>	(-)17.5	(-)29.1	(-)35.5				88.2	(-)7.7
<b>Разград</b>	(-)3.0	(-)23.4	(-)35.7			1 д	95.7	33.1
<b>Варна</b>	(-)16.7	(-)25.0	(-)53.8				7 д	42.4
<b>София</b>	(-)17.9	(-)10.7	(-)44.2	1 д		1 д	(-)51.4	5.2
<b>Сливен</b>	(-)22.5	(-)28.1	(-)53.8				4 д	39.4
<b>Сандански</b>	(-)39.1	(-)7.1	(-)100.0				(-)	0.0
<b>Кърджали</b>	-14.3	-4.2	-36.4				7 д	116.1

\* когато в референтния период няма ледени дни, а през 1989–2018 г. се отбелязват такива, те са маркирани с „д“ и за тях не са изчислявани %

В обобщение:

1. Броят ледени дни в извънпланинската част на територията на страната

а) варира средногодишно през периода 1961–2018 г. между 3 и 24 дена, през референтния период – между 4 и 24 дена, през 1989–2018 г. – между 2 и 24 дена при голяма разлика между умереноконтиненталния и останалите климатични зони за всички изследвани периоди: при станциите, разположени в умереноконтиненталния климатичен пояс ледените дни са с около 3 пъти повече в сравнение с броя ледени дни, отчетени при станциите, разположени в останалите райони;

б) показва тенденция за намаляване след 90-те години на XX в., но разликата в средните стойности между периодите 1961–1990 г. и 1989–2018 г. не е статистически значима;

в) за периода 1961–2018 г. е с големи амплитуди на колебанията, с последователни отклонения над и под нормата за периоди от две-три до осем години, с по-малък диапазон на отклоненията от нормата в умереноконтиненталния климатичен пояс в сравнение с останалите климатични области на стараната;

г) е максимален през най-студените години, регистрирани на територията на страната,

2. Ледените дни

а) се регистрират през зимните месеци на годината, преобладаващо през месеците януари и февруари, и с епизодична проява през месеците март, април, ноември;

б) намаляват през зимните месеци на периода 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г., но в диапазона на граничните стойности на референтния период;

в) са най-много на брой по месеци преобладаващо през една и съща година за март, октомври и ноември.

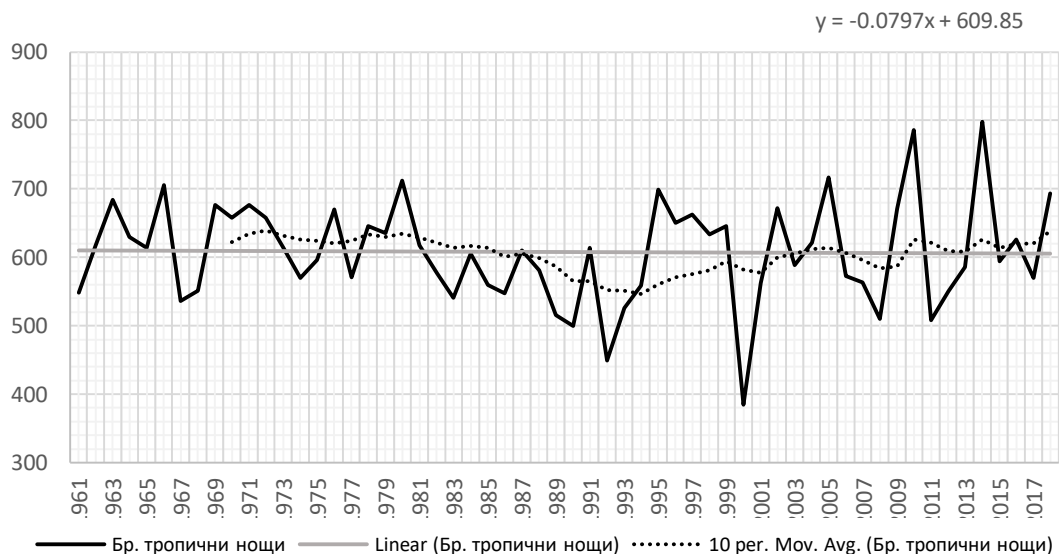
**3.5. Брой дни с валеж над 1,0 mm**

*3.5.1. Годишен брой дни с валеж над 1,0 mm*

Средногодишният брой дни с валеж над 1,0 mm в извънпланинската част на територията на страната през целия изчислителен период (1961–2018 г.) варира от 66 дена (Варна) до 86 (София) без големи разлика между различните климатични области на страната. Броят дни с валеж над 1,0 mm през периода 1961–1990 г. се запазва в почти същите граници, между 65 и 87 дена и при същите синоптични станции – Варна и София съответно. Средногодишният брой дни с валеж над 1,0 mm през 1989–2018 г. е в диапазона 67 дена (Варна, Сливен) и 84 (София).

При сравняване на изследваната характеристика за периодите 1961–1990 г. и 1989–2018 г. се установява намаляване на броя дни с валеж над 1,0 mm през втория период спрямо референтния между 3,2% (Сливен) и 6,7% (Сандански) (табл. 34) и увеличение от 3.0% (Ловеч) до 5.9% (Разград). Установената тенденция за по-малък брой дни с валеж над 1,0 mm през периода 1989–2018 г. спрямо предходния 30-годишен период е по-ясно изразена в южните части на страната. Полученият резултат съответства на увеличението на годишните валежни суми при Разград (с 19%), Варна (с 11%) и в Ловеч (с 7%), установено от Рачев и Асенова (2019) за периода 1986–2015 г. спрямо 1961–1990 г., както и на констатирано от Дреновски (2012) и Велев (2007, 2011) за други изчислителни периоди.

Хронологичният ход на годишния брой дни с валеж над 1,0 mm за периода 1961–2018 г. е с малки амплитуди в колебанията до 90-те години на XX в. и с голям размах на колебанията около нормата на целия изчислителен период през последните три десетилетия (фиг. 35). Уравнението на линейна регресия показва намаление на броя дни с валеж над 1,0 mm в многогодишен аспект – приблизително с един ден на десетилетие.

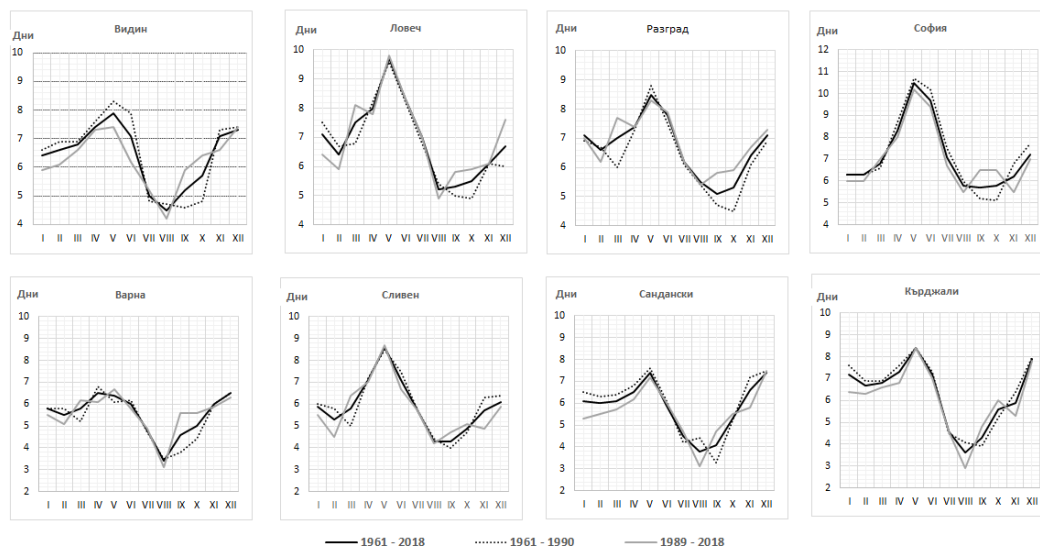


**Фигура 35. Многогодишна динамика на годишния брой дни с валеж над 1,0 mm за периода 1961–2018 г.**

### 3.5.2. Режим на броя дни с валеж над 1,0 mm

Получените резултати за броя дни с валеж над 1,0 mm показват: а) максимум през м. май за периодите 1961–1990 г. и 1989–2018 г. в почти същите граници в сравнение с целия изчислителен период – между 2–4 и 10–12 дена; б) изместване на месечния минимум от м. септември в м. август при станциите Видин, Сливен, Сандански и Кърджали, т.е. преобладаващо в местата със средиземноморско климатично влияние; в)

изместване на месечния минимум от м. октомври през м. август при станциите Разград и София; г) съвпадане на конфигурацията на месечното разпределение на изследвания показател между целия изчислителен период и периода 1989–2018 г. (фиг. 38).



**Фиг. 38. Вътрешногодишно разпределение на броя дни с валеж над 1,0 mm**

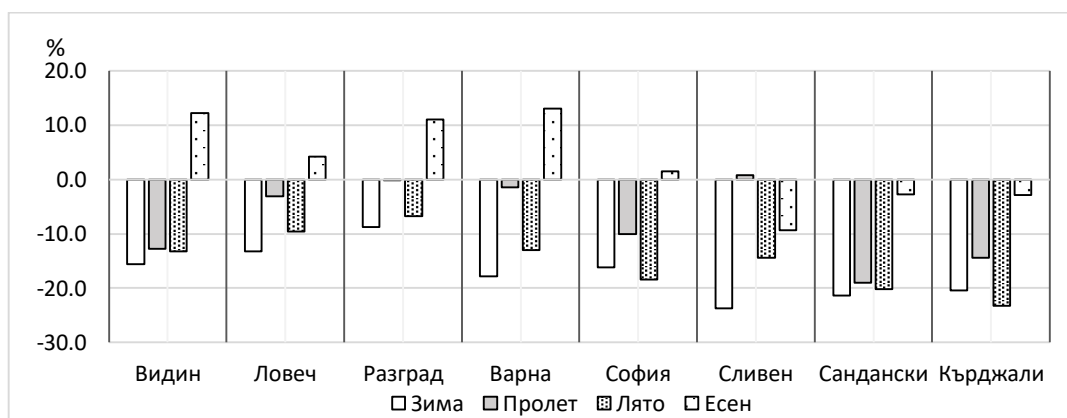
Изменението на броя дни с валеж над 1,0 mm в извънпланинската част на територията на страната по месеци през периода 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г. е с намаление през повечето месеци. Обратна тенденция на повишение се наблюдава през месеците март, юли, септември, октомври и декември. (табл. 38).

**Таблица 38**  
**Изменение (%) на броя дни с валеж над 1,0 mm**  
**през периода 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г.\***

Месец	Станция							
	Видин	Ловеч	Разград	Варна	София	Сливен	Сандански	Кърджали
<b>I</b>	(-10.7	(-16.7	1.4	(-5.5	(-5.6	(-9.1	(-24.1	(-19.4
<b>II</b>	(-12.0	(-13.4	(-8.1	(-12.3	(-6.1	(-28.9	(-13.3	(-10.1
<b>III</b>	(-5.3	16.8	21.7	15.7	6.2	21.8	(-12.4	(-5.6
<b>IV</b>	(-3.9	(-5.1	1.4	(-10.3	(-9.6	(-1.9	(-10.2	(-11.7
<b>V</b>	(-10.1	1.9	(-5.2	9.4	(-4.2	2.3	(-6	(-0.4
<b>VI</b>	(-21.1	1.8	5.0	(-6.3	(-8.5	(-12.5	(-2.2	(-4.8
<b>VII</b>	8.4	2.8	1.0	3.4	(-12.5	(-0.6	9.3	2.9
<b>VIII</b>	(-10.0	(-9.7	(-0.9	(-14.0	(-7.8	(-4.7	(-40.9	(-41.9
<b>IX</b>	29.9	13.4	18.3	32.3	20.5	15.5	31	20
<b>X</b>	31.7	16.7	23.6	22.5	22.4	7.2	4.9	14.4
<b>XI</b>	(-9.5	(-0.6	8.2	(-1.7	(-25	(-28.4	(-25.4	(-20.9
<b>XII</b>	0.0	21.3	6.3	(-3.2	(-10	(-8.4	(-0.4	(-3

Увеличението на броя дни с валеж над 1,0 mm през периода 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г. през м. септември и м. октомври много добре кореспондира с увеличените есенни количества валеж установени от Дреновски (2012), според когото увеличението на септемврийските валежи в северната и източната част на страната е толкова значимо, че дава отражение дори в сезонните валежи. Увеличение на есенните валежи констатира Ченкова и Николова (2015). Ножаров (2016) установява повишени валежни количества през м. септември не само в България, но и в Средиземноморския регион, които обяснява с промяна в атмосферната циркулация – изтегляне на Азорския антициклон на север над Европа и създаване на центрове на ниско налягане над Югоизточна Европа.

Изменението на броя дни с валеж над 1,0 mm в извънпланинската част на територията на страната по сезони през периода 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г. е с най-голямо намаление през зимния климатичен сезон – 40,0%, по-малко през летния климатичен сезон – 35,0% и пролетния климатичен сезон – 19,0%. През есенния климатичен сезон се отчита увеличение на броя дни с валеж над 1,0 mm с 8,0%. Установената обща тенденция в изменението на броя с валеж над 1,0 mm сезони през периода 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г. се проявява с различна амплитуда при отделните станции: например при станциите Сандански и Кърджали се отчита намаление през всички сезони, при станция Сливен има съвсем слабо увеличение през пролетта, а в София през есента, при станциите Варна, Видин и Разград увеличение през есенния сезон с над 10% (фиг. 40).



**Фигура 40. Изменение (в %) на броя дни с валеж над 1,0 mm спрямо 1961–1990 г. по сезони за отделните станции**

В географски аспект се отчита увеличение в степента на намаление в посока от север на юг и от североизток на югозапад, което свидетелства за по-мощни промени в

циркуляцията, а не само влияние на местни особености на релефа върху колебанията във времето на анализираната характеристика на климата.

В обобщение:

1. Броят ледени дни с валеж над 1.0 mm в извънпланинската част на територията на страната

а) варира средногодишно през периода 1961–2018 г. между 66 и 86 дена, през референтния период – между 65 и 87 дена, през 1989–2018 г. – между 67 и 84 дена, като по-голям брой такива дни има в умереноконтиненталния климатичен пояс, а най-малко по Северното Черноморско крайбрежие;

б) показва тенденция за намаляване в западните и южните райони на страната, по-съществено в местата с континентално-средиземноморски климат. В Предбалкан, в Североизточна България и по Северното Черноморско крайбрежие се наблюдава увеличение на дните с валеж над 1.0 mm с 3% до 5.9%;

в) за периода 1989–2018 г. е с по-големи амплитуди на колебанията спрямо референтния период 1961–1990 г., както в положителна, така и в отрицателна посока, като и най-големият (2014 г.) и най-малкият (2000 г.) абсолютен брой на дни с валеж над 1.0 mm са отбелязани през XXI в.

2. Броят дни с валеж над 1.0 mm

а) през периода 1989–2018 г. показва намаление през повечето месеци на годината спрямо 1961–1990 г., като най-добре изразено е за август, февруари и януари. В географски аспект намалението е най-силно в районите с континентално-средиземноморски климат. Обратна тенденция на повишение се наблюдава през септември, октомври и март;

б) запазва максимумът си през месец май, но в някои станции минимумът е изместен от септември, октомври през август;

в) през периода 1989–2018 г. намалява през всички сезони спрямо 1961–1990 г. с изключение на есента, когато най-голямо увеличение се отбелязва в североизточните райони на страната.

3. Екстремните събития при броя дни с валеж над 1.0 mm са с много по-голяма честота през периода 1989–2018 г., отколкото през 1961–1990 г., като увеличението се наблюдава както при екстремно валежните, така и при екстремно безвалежните случаи. Подобна тенденция се наблюдава и при случаите с 0 дни с валеж над 1.0 mm, като през

летния сезон зачестяването им е най-силно, докато през есента се отчита намаление на такива случаи.

### **3.6. Брой дни със снежна покривка**

Броят дни със снежна покривка е в тясна зависимост с количеството на твърдите валежи и с температурата на въздуха, от минималните и максимални температури, от броя ледени дни и броя дни с валеж над 1 mm. Тази характеристика на снежната покривка е един от най-важните индикатори за тенденциите на изменението на климата.

#### *3.6.1. Годишен брой дни със снежна покривка*

Средногодишният брой дни със снежна покривка в извънпланинската част на територията на страната през целия изчислителен период (1961–2018 г.) варира от 10 дни (Сандански) до 51 (София).

Броят дни със снежна покривка при отделните станции през периода 1961–1990 г. варира между 10 (Сливен) и 48 (София), а през 1989–2018 г. е в диапазона 9 дена (Сандански, Сливен) и 54 дена (София), при добре изразени различия между умереноконтиненталната и останалите климатични области. При сравняване на изследваната характеристика за периодите 1961–1990 г. и 1989–2018 г. се установяват две тенденции – за намаляване на сумарния годишен брой дни със снежна покривка при станции Видин, Ловеч, Сливен и Сандански, и увеличаване на годишния брой дни със снежна покривка при станции Разград, Варна, София и Кърджали. Намалението е между шест-седем и 14 дена, като най-малките изменения се установяват за районите с умереноконтинентален климат (станции Видин и Ловеч), а най-големите – в местата с преходен и континентално-средиземноморски климат в извънпланинската част от територията на страната. Увеличението на годишния брой дни със снежна покривка варира между 11 дена (София) и 54 дена (Разград), т.е. по абсолютна стойност е по-голямо в сравнение с размера на намалението на броя дни.

Максималният брой дни със снежна покривка в извънпланинската част на територията на страната за целия изчислителен период е между 31 (Сандански) и 93 дена (Ловеч) и се отчита през различни години, повечето от които през периода 1961–1990 г. През една и съща година се отчитат максимален брой дни със снежна покривка през 1969 г. за станции Ловеч и Сливен и през 1996 г. при станции Разград и Кърджали.

Хронологичният ход на годишния брой дни със снежна покривка за периода 1961–2018 г. е с големи амплитуди на положителните и отрицателните аномалии спрямо нормата на целия изчислителен период.

### 3.5.2. Режим на броя дни със снежна покривка

Месечното разпределение на броя дни със снежна покривка в извънпланинската част на територията на страната през периода 1961–2018 г. се отличава с максимум през м. януари, когато се отчитат 18 дена (София) и 4 дена (Сливен).

Тенденциите в изменението на броя дни със снежна покривка по месеци е разнопосочно във времеви и пространствен аспект (табл. 46). През м. януари намаление се регистрира при станциите Видин, Ловеч и Сливен и е най-значимо при Сливен, а увеличение – при останалите станции.

**Таблица 46**  
**Изменение (%) на броя дни със снежна покривка**  
**през периода 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г.\***

Станция	I	II	III	IV	...	...	...	...	...	X	XI	XII
<b>Видин</b>	(-)2	(-)7	(-)40	(-)50						(-)67	(-)12	4
<b>Ловеч</b>	(-)8	(-)21	(-)1	300						900	0	6
<b>Разград</b>	48	33	49	91						900	49	95
<b>Варна</b>	38	(-)10	45	1д						(-)	(-)33	90
<b>София</b>	11	14	20	525						350	(-)12	1
<b>Сливен</b>	(-)27	(-)27	8	2д						(-)100	(-)73	55
<b>Сандански</b>	3	(-)41	(-)35	2д						(-)	(-)36	(-)13
<b>Кърджали</b>	25	9	36	500						0	(-)11	45

През м. февруари се увеличават местата, в които броят дни със снежна покривка през периода 1989–2018 г. намалява в сравнение с предходния 30-годишен период. Положителни отклонения от нормата за референтния период се отчитат при станциите Разград и София. Намалението в броя дни със снежна покривка продължава и през следващите два месеца – март и април при станция Видин, през м. март за станция Ловеч и при станция Сандански (табл. 46). През м. април при всички станции, с изключение на станция Видин, се регистрира увеличение, което при София достига 525%. Най-големи изменения в месечния брой дни със снежна покривка през 1989–2018 г. спрямо референтния период се установява през м. октомври при станциите Ловеч и Разград – 900%, в посока увеличение (табл. 46). Дните със снежна покривка през м. октомври за периода 1989–2018 г. се случват в няколко различни години т.е. става дума за сравнително голяма честота на октомврийски снеговалежи, случили се в годините 1991, 1997, 2003, 2007, 2004, докато през период 1961–1990 г. това са само 1970 г. и 1972 г.



В обобщение:

1. Годишният брой дни със снежна покривка в извънпланинската част от територията на страната

а) показва противоположни тенденции на изменение в отделните части на страната, което намира отражение в слабо изразено намаление за многогодишен период в равнинните и хълмисти райони и липсата на ясно изразени географски закономерности;

б) е със значително по-големи максимални стойности за районите с умереноконтинентален климат в сравнение с местата с континентално-средиземноморски климат;

в) за периода 1961–2018 г. има добре изразен продължителен цикъл от 1979 до 2016 г. с позитивна фаза до 2005 г. и негативна през следващите години;

г) е с отклонение от нормата, определена за периода 1961–2018 г., с кратки периоди на положителни и отрицателни аномалии.

2. Месечното разпределение на броя дни със снежна покривка в извънпланинската част от територията на страната в границите на календарна година е с максимум през м. януари през всички изследвани периоди и станции.

3. Зачестяват случаите на снежна покривка през преходните месеци април и октомври през периода 1989–2018 г спрямо 1961–1990 г.

### **3.7. Връзки и зависимости между изследваните климатични показатели и индекси**

Анализът на връзките и зависимостите между изследваните климатични показатели и индекси, получени за периодите 1961–2018, 1961–1990 и 1989–2018 г., за извънпланинската част на територията на страната, показва различна степен на взаимосвързаност за различните изчислителни отрязъци от време.

Най-тясна положителна връзка, със статически значими коефициенти на корелация ( $R$ ) и на детерминация ( $R^2$ ), се открива между годишният брой дни със снежна покривка и годишният брой ледени дни (табл. 49).

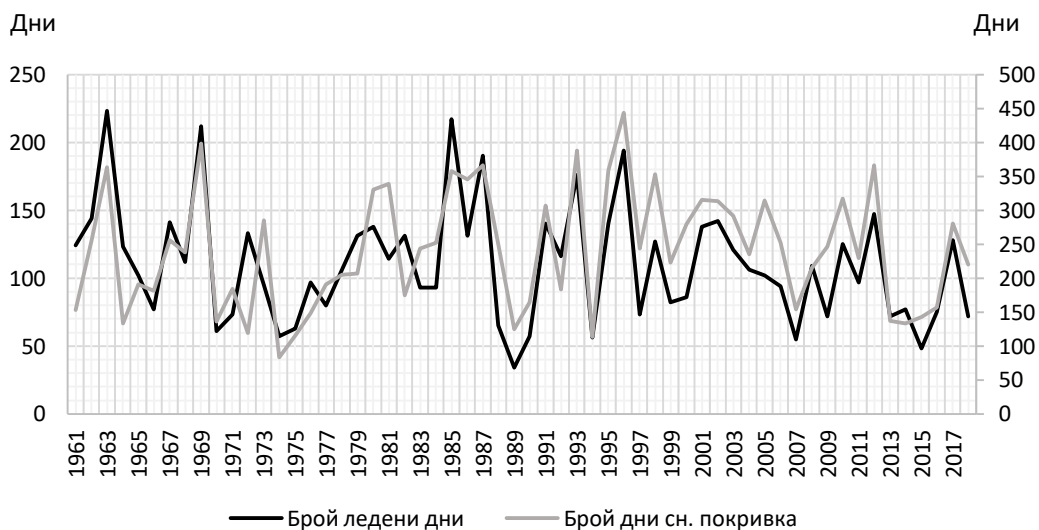
Този факт се обяснява със зависимостта на двете величини от температурата на въздуха, но и с обратното влияние на снежната покривка върху температурата на въздуха. Стойностите на корелационния коефициент са най-големи –  $R = 0.88$ . за вторият тридесетгодишен период. Добрата зависимост между двата показателя се удостоверява от синхронността между тях във времето. проследена в хронологичните изменения за всички изследвани периоди (фиг. 50).

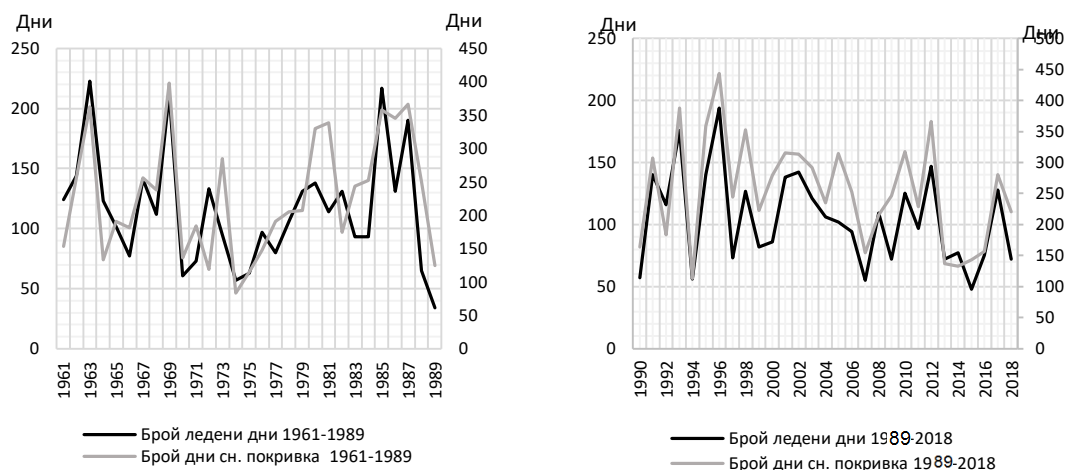
**Таблица 49**  
**Коефициенти на корелация и на детерминация**  
**между климатични показатели и индекси**

Корелирани показатели и индекси	Период	Коефициент на корелация ( $R$ )			$R^2$
		$R$	Значимост при 0.05		
			$p$ -value		
Годишен брой дни със снежна покривка – годишен брой ледени дни	1961–2018	0.75	0.0001	+	0.57
	1961–1990	0.73	0.0001	+	0.53
	1989–2018	0.88	0.0001	+	0.78
Средна минимална температура – брой тропични нощи	1961–2018	0.72	0.0001	+	0.52
	1961–1990	0.19	0.3235	-	0.03
	1989–2018	0.67	0.0007	+	0.48
Средна максимална температура – брой ледени дни	1961–2018	-0.39	0.0024	+	-
	1961–1990	-0.31	0.1017	-	-
	1989–2018	-0.52	0.0038	+	0.26

**Фигура 49. Графичен израз на зависимостта между годишния брой ледени дни и годишния брой със снежна покривка**

Изместване на двете линии се наблюдава през 1964 г., 1970 г. и 1984 г. (преобладаващо при минималните стойности на двата изследвани показателя). Абсолютните максимуми и абсолютните минимуми съвпадат по години при всички изследвани периоди (фиг. 50).





**Фигура 50. Хронологичен ход на годишния брой ледени дни и годишния брой дни със снежна покривка за различни изчислителни периоди**

## ГЛАВА ЧЕТВЪРТА

### КОЕФИЦИЕНТ/И НА КЛИМАТИЧНА ПРОМЯНА

#### 4.1. Индикатори (показатели) и индекси – теоретична рамка

В научните изследвания, в частност и при изследване на климата, се използват индикатори (показатели) и индекси за измерване и оценка на различни процеси и явления. Индикаторът (показателят) е количествена или качествена променлива за измерване на промените, извлечена от наблюдавани факти, обобщена мярка на данни. СМО определя следните критерии за съставяне на индикатори (показатели):

- Уместност: всеки индикатор (показател) трябва да бъде ясен и разбираем измерител на глобалните климатични промени; някои показатели ще имат и национални и регионални стойности;
- Представителност: индикаторите (показателите) трябва да предоставят представителна картина на промените в земната система, свързани с изменението на климата;
- Проследимост: индикаторът (показателят) трябва да се изчислява по международно договорен (и публикуван) метод;
- Своевременност: индикаторът (показателят) трябва да се изчислява редовно (поне веднъж годишно) с кратко забавяне между края на периода и публикуването на данните;
- Ограничен брой: броят на индикаторите (показателите) трябва да бъде ограничен до 10

Индексът е агрегиран или притеглен индикатор, основан на няколко други индикатора или данни, обобщена мярка, предназначена да обхване някои свойства в едно

число (Hawken & Munck 2012 Babbie, 2016). Един индекс може да бъде съвкупност от различни показатели (качествени и количествени променливи, зависими и независими променливи), да включва множество наблюдения или измервани елементи. Индексите обобщават и класират специфични наблюдения, а съставлящите ги елементи обикновено се претеглят еднакво (Babbie, 2016). Според Babbie, (2016) елементите трябва да бъдат избрани въз основа на валидност на съдържанието им, едномерност, степен на специфичност, да бъдат емпирично свързани помежду си.

Индексите, използвани в климатологията, се основават на различни подходи и методи – напр. на основата на регионални данни (Southern Oscillation Index, Nino 3.4), на емпирични функции (Arctic Oscillation, North Atlantic Oscillation – *NAO*, Northern Annular Mode – *NAM*). Повечето индекси използват една променлива (налягане на морското равнище, аномалии на температурата на морската повърхност, валежи), докато други са комбинация от променливи (напр. Palmer Drought Index е включва температура на въздуха и валежи). Подробно описание на индикатори (показатели) и индекси, свързани с климата, се съдържа в Indicators of Climate Change (2017).

## **4.2. Коефициенти на климатична промяна – принципи за съставяне и описание**

### *4.2.1. Принципи за съставяне на коефициентите на климатична промяна*

На основата на проведените анализи за годишните и многогодишните колебания на климата чрез показателите средни месечни и годишни минимални и максимални температури на въздуха, брой дни със снежна покривка, с валеж над 1 mm, тропични нощи и броя ледени дни, в настоящата дисертация се разработват два коефициента за оценка на степента на изменение на климата – *Коефициент на климатична промяна (ККП)*, в качеството на мярка за степента на изменение на климатичен елемент и *Комплексен коефициент на климатична промяна на климата (КККП)* за обобщена оценка на изменения на климата. Основен принцип за съставянето им е наличност на стандартни метеорологични данни.

Направеният кратък преглед на индикаторите (показателите) и индексите дава основание да бъдат приложени следните принципи при въвеждането на нов индекс:

- използване на стандартни метеорологични данни;
- включване в качеството на входна информация на различни елементи на климата с представителност на дължината на времевите редове;
- лекота в изчисленията

- възможност за оценка на изходната информация за хомогенност
- формиране на еднаква скала<sup>1</sup> за оценка на изменението на климатичен елемент;
- съответствие с критерии за съставяне на индикатори (показатели) на СМО (2017).

#### 4.2.2. Коефициент на климатична промяна (ККП) на един климатичен елемент

Коефициентът на климатична промяна – *ККП* се определя в зависимост от процентното увеличение или намаление на стойностите на анализирания климатичен елемент спрямо нормата на референтен период с идеята да проследи, къде и по кой климатичен елемент се наблюдава най-голяма или съответно най-малка промяна. Процентното отношение на промяна се изчислява с голяма точност за климатичните елементи, които се изразяват чрез брой дни. С по-малка точност е изчисляване на промяната на средните минимални и максимални температури. По-лесният вариант е да се отчете абсолютната стойност на промяна на температурата в градуси и по този начин да се състави класификационна схема за оценка с *ККП*.

За да се оцени правилно степента на изменение на температурата по-коректно е промяната настъпила през периода 1989–2018 г. да се превърне в процентно отношение спрямо средната температура за периода 1961–1990 г. По-този начин могат да се правят по-точни сравнения между станциите. Например ако в Сандански и Видин има промяна с 1,0 °С, заради различната температура, която имат през референтния период, този 1,0 °С е с много по-голямо значение за района на станция Видин отколкото за района на станция Сандански, поради по-високите температури като цяло в континентално-средиземноморската климатична област в сравнение с умереноконтиненталната. По този начин *ККП* за станция Видин ще има по-голяма стойност отколкото за станция Сандански. Например годишната минимална температура във Видин за периода 1961–1990 г. е 6,0 °С, а в Сандански 8.8 °С. През периода 1989–1990 г. средната минимална температура е съответно 6.4 °С и 9.2 °С. Разликата и за двете станции е 0.4 °С, т.е. по абсолютната стойност изменението на изследвания показател е еднакво. При представяне на 0.4 °С в процент от нормата, изменението на годишната минимална температура за Видин е 6.7%, а за Сандански 4.5%, т.е. промяната на годишната минимална температура в Сандански е по-малка от тази във Видин.

Скалата на формиране на *ККП* при различните климатични елементи се формира по един и същи начин. Най-голямата стойност на изменението (в %) се оценява с 10 точки.

---

<sup>1</sup> Предложените скали за оценка на изменението на климатичен елемент/климат в настоящото изследване са съставени на основата на използвания изчислителен период в дисертационното изследване.

Разликата между най-голямата и най-малката стойност на изменение (в%) се разделя на девет и получената стойност определя интервала на групите – общо десет.

Пример за приложение на процедурата на изчисляване и оценка на изменение на климатичен елемент е изменението в броя ледени дни: най-голямата промяна от 28.8% намаление на ледените дни за година се наблюдава в Сандански, поради което се присъждат най-голям брой точки 10 (табл. 50). За да се определи стъпката на изменение от група в група от 28.7 се изважда 0.3 (най-малкото изменение) и се дели на девет. Получава се приблизително 3.16 – т.е. това е стъпката при, която *ККП* се променя с една точка (табл. 50).

**Таблица 50**  
**Скала за определяне на ККП за промяната в броя ледени дни**

Изменение (%)	КПП – точки	Изменение (%)	КПП – точки
28.8	10	13.0 до 16.1	5
25.6 до 28.7	9	9.8 до 12.9	4
22.5 до 25.5	8	6.7 до 9.7	3
19.3 до 22.4	7	3.5 до 6.6	2
16.2 до 19.2	6	0.3 до 3.4	1

Степента на изменение на стойностите на климатичния елемент за периода 1989–2018 г. спрямо референтния период се оценява като незначимо (без изменение) при 0–3 точки, малко изменение – при 4–5 точки, средно изменение – при 6–7 точки и значимо изменение – 8 и над 8 точки.

**Таблица 51**  
**ККП за броя ледени дни между периодите 1989–2018 и 1961–1990**

Станция	Промяна (%)	ККП
Видин	-22.1	7
Ловеч	-15.9	5
Разград	0.3	0
Варна	-9.6	3
София	-13.6	5
Сливен	-15.2	5
Сандански	-28.8	10
Кърджали	11.3	4

Предложеното качествено описание на изменението на стойностите на даден климатичен елемент за изследван изчислителен период спрямо нормите, определени за даден референтен период, се приема в настоящото изследване за примерно и предстои да бъде тествано в последващи изследвания. В конкретния пример значимо изменение в броя ледени дни през 1989–2018 г. спрямо периода 1961–1990 г. се отчита при станция Сандански, средно значимо изменение при станция Видин, малко изменение при станциите София, Ловеч и Кърджали, без изменение – при станция Разград и Варна (табл. 51).

#### 4.2.2. Комплексен коефициент на климатична промяна (КККП)

Комплексният коефициент на климатична промяна – *КККП* включва стойностите на коефициенти за климатична промяна (*ККП*) на два или повече климатични елемента и е сходен на въведени в климатологията комплексни климатични индекси. Предполага се, че участието на повече стойности на *ККП* за отделен климатичен елемент дава по-достоверна оценка за изменението на климата на дадено място/район, както и възможност за картографиране на степента на изменението. Настоящата дисертация няма претенции за универсална приложимост на *КККП* и резултатите имат по-скоро експериментален характер.

Предлаганият Комплексен коефициент на климатична промяна в настоящата дисертация се определя по възприетата точкова оценка за изменение на изследваните климатични елементи и се получава от средната аритметична стойност на всеки *ККП* (табл. 52).

**Таблица 52**  
Стойности на *ККП* за изследваните климатични елементи

Климатичен елемент	<i>КККП</i>
Средна минимална температура	6
Средна максимална температура	4
Ледени дни	3
Тропични нощи	8
Дни с валеж над 1,0 mm	4
Дни със снежна покривка	2

### 4.3. Коефициент/и на климатична промяна за извънпланинската част от територията на страната.

#### 4.3.1. Коефициент на климатична промяна на климатичен елемент (ККП)

Коефициент на климатична промяна на годишните минимални температури на въздуха. За оценка на степента на изменение на средните минимални температури на въздуха се прилага скала, в която за изменение от 3.11% се присъжда една точка

Получените резултати за степента на изменение на годишните минимални температури на въздуха показват големи различия в стойностите на *КПП* – между една точка (Кърджали, Варна, Сандански) и десет точки (Разград) (табл. 54). Стойностите на *КПП* оценяват измененията на този климатичен елемент като незначими (0–3 точки) при Видин, Варна, Сливен, Сандански и Кърджали, малко значими при Ловеч и София и значими при Разград.

**Таблица 54**  
**ККП при промяна в % на годишната минимална температура за периода 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г.**

Станция	Промяна %	ККП
Видин	6.7	2
Ловеч	16.4	5
Разград	30.1	10
Варна	4.7	1
София	17.6	5
Сливен	8.8	2
Сандански	4.5	1
Кърджали	2.8	1

Коефициент на климатична промяна на годишните максимални температури на въздуха. За оценка на степента на изменение на годишните максимални температури се прилага скала със стъпка за една точка изменение с 0.6 %.

Получените стойности на *КПП* за степента на изменение на годишните максимални температури на въздуха варират между една точка (Разград) и десет точки (Ловеч) (табл. 56). Според резултатите годишните максимални температури на въздуха не се променят значимо през периода 1989–2018 г. спрямо периода 1961–1990 г. при станциите Разград и Кърджали, с малка значимост (4–5 точки) при станциите Варна и Сливен, със средна значимост (6–7 точки) при станция Сандански и значимо при станциите Видин, София и Ловеч.



**Таблица 56**  
**ККП при промяна в % на годишната максимална температура за периода 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г.**

<b>Станция</b>	<b>Изменение (%)</b>	<b>ККП (брой точки)</b>
Видин	7.7	8
Ловеч	8.4	10
Разград	3.1	1
Варна	5.4	4
София	7.9	9
Сливен	5.8	5
Сандански	6.7	7
Кърджали	3.9	2

Стойностите на ККП за средната годишна максимална температура потвърждават анализите в гл.ІІІ т.3.2. за по-малко изменение в североизточните райони и в Кърджали и по-голямо в Западна България.

Коефициент на климатична промяна на броя тропични нощи. За оценка на степента на изменение на изследвания показател се прилага скала със стъпка за една точка изменение с 45.8

Получените резултати за степента на изменение на броя тропични нощи показват най-малко значими изменения на изследвания показател при станциите Кърджали и Сандански или в районите с континентално-средиземноморски климат, а най-значимо изменение при станция Разград (табл. 58). Степента на изменение при останалите станции се отнася към малко значимо (4–5 точки).

**Таблица 58**  
**ККП при промяна в % на брой тропични нощи за периода 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г.**

<b>Станция</b>	<b>Изменение (%)</b>	<b>ККП (брой точки)</b>
<b>Видин</b>	178	4
<b>Ловеч</b>	200	4
<b>Разград</b>	439	10
<b>Варна</b>	139	3
<b>София</b>	220	5
<b>Сливен</b>	175	4
<b>Сандански</b>	107	2
<b>Кърджали</b>	25	1

Поради зависимостта на тропичните нощи от минималните температури, стойностите на *ККП* за тропични нощи се доближават до стойностите на *ККП* за средни минимални температури (табл. 54), което в известен смисъл потвърждава направените вече анализи за тези два климатична елемента.

Коефициент на климатична промяна на броя ледени нощи.

Получените стойности на *КПП* за степента на изменение на броя ледени дни варират между нула точка (Разград) и десет точки (Сандански) (табл. 60). Според тези резултатите броят ледени дни не се променят значимо през периода 1989–2018 г. спрямо периода 1961–1990 г. при станциите Разград и Варна, с малка значимост (4–5 точки) при станциите Ловеч, София, Сливен и Кърджали, със средна значимост (6–7 точки) при станция Видин и значимо при станция Сандански.

**Таблица 60**  
**ККП при промяна в % на брой ледени дни за периода**  
**1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г.**

Станция	Промяна %	<i>ККП</i>
Видин	-22.1	7
Ловеч	-15.9	5
Разград	0.3	0
Варна	-9.6	3
София	-13.6	5
Сливен	-15.2	5
Сандански	-28.8	10
Кърджали	11.3	4

Коефициент на климатична промяна на броя дни с валеж над 1,0 mm. За оценка на степента на изменение на изследвания показател се прилага скала със стъпка за една точка изменение с 0.4 %.

Получените стойности на *КПП* за степента на изменение на броя дни с валеж над 1,0 mm, подобно на получените вече резултати, се намират в диапазона 1–10 точки. Резултатите за стойностите на *КПП* за броя дни с валеж над 1,0 mm показват незначимо изменение на този климатичен показател през периода 1989–2018 г. спрямо периода 1961–1990 г. при станциите Видин, Ловеч, Варна, София и Сливен, средно значим при Кърджали и значимо в Разград и Сандански (табл. 62), но трябва да се отбележи, че тези две станции имат противоположни знаци на изменението – в Разград дните с валеж над 1.0 mm се увеличават, докато в Сандански намаляват.

**Таблица 62**  
**ККП при промяна в % на брой дни с валеж над 1,0 mm за периода**  
**1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г.**

<b>Станция</b>	<b>Промяна %</b>	<b>ККП</b>
Видин	-3.3	1
Ловеч	3.0	1
Разград	5.9	8
Варна	3.2	1
София	-3.3	1
Сливен	-3.2	1
Сандански	-6.7	10
Кърджали	-5.4	7

Коефициент на климатична промяна на брой дни със снежна покривка. За оценка на степента на изменение на изследвания показател се прилага скала със стъпка за една точка изменение с 5.0 %.

Получените стойности на *КПП* за степента на изменение на броя дни със снежна покривка се групират в категориите без изменение (0–3 точки) при станциите Видин, Ловеч, София, Сливен, Сандански, изменение с малка значимост (4–5 точки) при станция Варна, значимо изменение (над 8 точки) – при станция Разград (табл. 64). При *КПП* на този показател, за разлика от *КПП* на брой дни с валеж над 1,0 mm, се обособяват два случая: на станции с положителни отклонения на броя дни със снежна покривка през 1989–2018 г. спрямо нормата, определена за периода 1961–1990 г. – Разград, Варна, София и Кърджали, и на станции с отрицателни отклонения от нормата (табл. 64)

**Таблица 64**  
**ККП при промяна в % на брой дни със снежна покривка**  
**за периода 1989–2018 г спрямо 1961–1990 г.**

<b>Станция</b>	<b>Промяна %</b>	<b>ККП</b>
Видин	-7	1
Ловеч	-6	1
Разград	54	10
Варна	28	5
София	11	2
Сливен	-14	2
Сандански	-14	2
Кърджали	26	4

Сравнителният анализ на стойностите на  $K_{III}$  за отделните климатични елементи показва зависимост между температурно базираните показатели и индекси – между екстремните температури на въздуха (минимална и максимална) и индексите за екстремни климатични събития. Посочената зависимост се открива най-ясно при станция Разград:  $K_{III}$  е с максимална стойност на изменение за минималните температури на въздуха, на броя тропични нощи и на броя дни със снежна покривка. Добра обратна зависимост се открива между степента на изменение на максималната температура на въздуха и броя ледени дни при станция Сандански:  $K_{III}$  за средната максимална температура е 7, а за броя ледени дни – 10. Незначимите изменения на минималната и максималната температура на въздуха (под 3 точки), при станция Кърджали, предполагат малки изменения (4–5 точки) в броя тропични нощи и ледени дни.

#### 4.3.2. Комплексен коефициент на климатична промяна ( $KKK_{II}$ )

Комплексният коефициент на климатична промяна, получен чрез осредняване на стойностите на  $K_{III}$  на изследваните климатични елементи, варира в границите между 6.7 (Разград) и 2.8 (Варна) или в сравнително малък диапазон (табл. 65).

**Таблица 65**  
 **$KK_{II}$  за всички разгледани елемента и  $KK_{II}_6$  за отделните станции**

Станция	$T_{\min}$	$T_{\max}$	Тропични нощи	Ледени дни	Дни с валеж 1,0 mm	Дни със снежна покривка	$KKK_{II}$
<b>Видин</b>	2	8	4	7	1	1	3.8
<b>Ловеч</b>	5	10	4	5	1	1	4.3
<b>Разград</b>	10	1	10	0	8	10	6.7
<b>Варна</b>	1	4	3	3	1	5	2.8
<b>София</b>	5	9	5	5	1	2	4.5
<b>Сливен</b>	2	5	4	5	1	2	3.2
<b>Сандански</b>	1	7	2	10	10	2	5.3
<b>Кърджали</b>	1	2	1	4	7	4	3.2
<b>Средно</b>	<b>3.4</b>	<b>5.8</b>	<b>4.1</b>	<b>4.9</b>	<b>3.8</b>	<b>3.4</b>	<b>4.2</b>

Най-големи изменения на климата, характеризирани чрез средните месечни и годишни минимални и максимални температури на въздуха, броят дни със снежна покривка, с валеж над 1,0 mm, тропични нощи и ледени дни, за периода 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г. се отчитат при станция Разград –  $KKK_{II}$  е 6.7 (табл. 60). С много близка стойност – 5.3 е  $KKK_{II}$  при станция Сандански, следвани от София с 4.5.

Най-малки изменения на климата според стойностите на КККП се отчита при Кърджали, Варна и Сливен.

Получените резултати за *КККП* не са изненадващи. Промените на климата настъпили в нашата страна са резултат от съвкупността главно на промяната в атмосферната циркулация и промяната в местните условия. От тази гледна точка най-слабата промяна във Варна, вероятно е резултат от балансиращото, буферно влияние на Черно море. Причина за голямата промяна настъпила в София и Разград може да се търси и в по-голямата надморска височина. На този фон районът на Сандански със сходна степен на изменение, предполагаемо е засегнат от синоптични процеси, засягащи тази част на страната, но проявяващи се по специфичен начин, защото Кърджали, в същата климатична зона и засегнат от същият тип атмосферна циркулация показва една от най-слабите промени.

В обобщение: Данните за *КККП* свидетелства за по-голямата промяна на климата в станциите от умерено-континенталната климатична зона. В тази връзка може да се заключи, че използването на *ККПП*, въпреки някои недостатъци, потвърждава в голяма степен получените резултати по стандартните методи на изследване. Данните от коефициента на климатична промяна допълват досегашните изследвания в областта на изменение на климата.

## ГЛАВА ПЕТА. ИЗВОДИ

### **1. Досегашните изследвания за колебанията на климата установяват:**

- повишаване на температурата на приземния въздух на глобално равнище при големи регионални различия;
- използване на голям брой индикатори (показатели) и индекси за проследяване на измененията на климатичната система;
- незначими изменения на средногодишните и месечните температури на територията на страната, увеличаване на екстремните климатични събития.

**2. Колебанията на средните месечни и годишни минимални и максимални температури на въздуха, на броя дни със снежна покривка, с валеж над 1,0 mm, тропични нощи и ледени дни в извънпланинската част от територията на страната се проявяват в различни диапазони на времево и пространствено изменение през периода 1989–2018 г. спрямо периода 1961–1990 г.**

2.1. *Екстремните стойности на температурата на въздуха* – годишни и месечни минимални и максимални температури, се увеличават през периода 1989–2018 г. спрямо нормата, определена за периода 1961–1990 г. при което:

- годишната минимална температура на въздуха се е повишила средно за извънпланинската територия на страната с 0.7 °C при покачване е близо 2 десети от °C на десетилетие; най-голямо е изменението през летните месеци, а най-малко през декември, при запазване на конфигурацията на температурния режим – с минимум през м. януари и максимум през м. юли; повишението на средните минимални температури е по-голямо в Северна България и Софийско в сравнение с южните райони на страната, като по този начин се намалява температурната разлика между Северна България и Южна България.

- годишната максимална температура на въздуха се е повишила между 0.6 °C 1.4 °C в извънпланинската територия на страната; най-големи изменения се установяват през летния и зимния климатичен сезон; началото на най-топлия период в годината се измества от края на м. юли вече към началото на м. август.

### 2.2. *Броят дни с тропични нощи:*

- е под влияние на физикогеографските условия, и особено формите на релефа: при позитивните форми на релефа се отчитат повече тропични нощи в сравнение с негативните релефни форми;

- средногодишно се увеличава от 4.7 за периода 1961–1990 г. на 11.5 за периода 1961–1990 г.

- е най-голям през месеците юли и август при увеличаване на броя случаи през м. юни и септември и регистриране на отделни случаи през м. май през периода 1989–2018 г. спрямо периода 1961–1990 г.

- се променя в географски аспект в извънпланинската част от територията на страната.

### 2.3. *Броят ледени дни:*

- средногодишно намалява през 1989–2018 г. спрямо периода 1961–1990 г. с около 12% при значими разлики на показателя по територията на страната;

- увеличават екстремните си проявления през периода 1989–2018 г. спрямо 1961–1990 г., като има отчетени вече и през месеците април и октомври;

### 2.3. Броят дни с валежи над 1,00 mm:

- е средногодишно между 66 и 86 за периода 1961–2018 г. и намалява в Западна и Южна България до 6.7% през 1989–2018 г. спрямо периода 1961–1990 г., увеличават се в Предбалкан и в Североизточна България до 5.9%;

- са претърпели най-големи изменения в негативна посока през 1989–2018 г. спрямо периода 1961–1990 г. през летния и зимния климатични сезони, а през есента се увеличават най-съществено в Североизточна България;

- измества минималните си месечни стойности от есента към края на лятото, а максималната си месечна стойност почти навсякъде е през м. май;

През 1989–2018 г. се регистрира увеличение на месеците без ден с валеж над 1,0 mm, като най-голямо е това увеличение в южните райони на страната през летните месеци.

### 2.4. Броят дни със снежна покривка:

- е средногодишно между 10 и 50 в извънпланинската част от територията на страната за периода 1961–2018 г., увеличава се между 29% и 54% през 1989–2018 г. спрямо периода 1961–1990 г., но се установяват и места с намаляване на стойностите на този показател; отклоненията в положителна посока са по-чести и с по-голяма стойност в сравнение с отрицателните;

- са с повече екстремни стойности през 1989–2018 г. спрямо периода 1961–1990 г.

**3. Въведените коефициентите на климатична промяна – коефициент на климатична промяна на климатичен елемент (КПП) и комплексен коефициент на климатична промяна (ККПП), които отчитат изменението (увеличението/намалението, в %) на изследваните климатични елементи поотделно и комплексно през периода 1989–2018 г. спрямо периода 1961–1990 г. удостоверяват следното:**

3.1. *Коефициентът на климатична промяна на климатичен елемент (КПП)* е с най-големи стойности в извънпланинската част на България за годишните минимални и максимални температури на въздуха, за броя тропични нощи и броя дни със снежна покривка в районите с умереноконтинентален климат, за броя ледени дни и броя дни с валеж над 1,0 mm в местата с континентално-средиземноморски климат.

3.2. *Комплексният коефициент на климатична промяна (ККПП)*, определен чрез КПП на средните месечни и годишни минимални и максимални температури на въздуха,

на броя дни със снежна покривка, с валеж над 1,0 mm, тропични нощи и ледени дни открива по-големи изменения на климата през периода 1989–2018 г. спрямо периода 1961–1990 г. в районите с умереноконтинентален климат в сравнение с местата с континентално-средиземноморски и с преходен климат.

### **ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННОТО ИЗСЛЕДВАНЕ**

1. Предложен е коефициент за степента на изменение на климата в две разновидности – за степента на изменение на един климатичен елемент/показател и за степента на изменение на климата чрез едновременно отчитане на изменението на два и повече климатични елемента/показатели.

2. Доказани са положителни тенденции в изменението на екстремните температури на въздуха (средногодишни и месечни максимални и минимални температури) и съпътстващото увеличение на броя тропични нощи и намаление на броя ледени дни през периода 1989–2018 г. спрямо периода 1961–1990 г.

3. Изведени са географски закономерности в колебанията на средните месечни и годишни минимални и максимални температури на въздуха, на броя дни със снежна покривка, с валеж над 1,0 mm, тропични нощи и ледени дни за периода 1989–2018 г. в сравнение с избрания референтен период 1961–1990 г.

### **ПУБЛИКАЦИИ ПО ДИСЕРТАЦИОННОТО ИЗСЛЕДВАНЕ**

Матев, С. 2018. Глобалното затопляне и неговата регионална проява в района на София.

*Год. на СУ, ГГФ*, 111 (2), География, с. 55-61.

Матев, С. 2019. Тропични нощи в България в условията на климатични промени. В: Сб.

*Природа и общество. Интердисциплинарни четения*, т. 1, София: УИ „Св. Климент Охридски“, с. 23-35.

Матев, С. 2019. Ледени дни в извънпланинската част на България. *Год. на СУ, ГГФ*, 112 (2), География (под печат).

Материалите по защитата са на разположение на интересувашите се в Деканат на Геолого–географски факултет, каб. 254, ет. II (северно крило) на Ректорат на Софийски университет „Свети Климент Охридски“.