

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ

Книга 2 – ГЕОГРАФИЯ

Том 113

ANNUAL OF SOFIA UNIVERSITY “ST. KLIMENT OHRIDSKI”

FACULTY OF GEOLOGY AND GEOGRAPHY

Volume 2 – GEOGRAPHY

Volume 113

РЕЗУЛТАТИ ОТ МИКРОКЛИМАТИЧНИ НАБЛЮДЕНИЯ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ПАРК „ДОКТОРСКА ГРАДИНКА“ В ГРАД СОФИЯ, ПРОВЕДЕНИ ПРЕЗ ЕСЕНТА НА 2019 Г.

ХРИСТО ПОПОВ¹, АННА-МАРИЯ ГЕОРГИЕВА, ХРИСТО АСЕНОВ,
ГЕРГАНА БОЖКОВА

¹ *Катедра по климатология, хидрология и геоморфология*
e-mail: hropov@gea.uni-sofia.bg

Hristo Popov, Anna Georgieva, Hristo Asenov, Gergana Bojkova. RESULTS OF MICROCLIMATE OBSERVATIONS ON THE TERRITORY OF DOCTORAL GARDEN PARK IN THE CITY OF SOFIA CONDUCTED IN THE AUTUMN OF 2019

Cities, as the main sources of pollutants in the atmosphere, generate some of these changes, but at the same time the changes are registered in them. These are the territories in which about 4/5 of the world's population lives and operates. It is the microclimatic studies that give the most accurate idea of the conditions in which this happens, because they cover the lower 2 m above the earth's surface. The variety of underlying surfaces – different types of buildings, building density, parks, water bodies and road surfaces, offers different modes of heating and cooling, resulting in the formation of different microclimates within a city, and sometimes nearby territories within the city. The data used in the present study were collected through direct measurements conducted according to an established methodology (Vekilska et al. 1992, Sirakova 2000, Vekilska 2012) in the same time interval of the day in the period since 17.10.2019 till 18.12.2019. A comparison is made with the measurements of the minimum and maximum temperatures for Sofia station for the same period, published by NIMH (NIMH 2019, 2020). The measurements were made over an asphalt and grass surface, respectively located in the sun and in the shade, as well as over a water surface located in the shade. The purpose of the present study is to establish or confirm regularities in the change of the measured climatic elements in the ground layer of the atmosphere.

Key words: Urban climate, microclimate, climate change, surface layer, boundary layer.

УВОД

Микроклиматичните изследвания в градски условия заемат все по-важна роля в условията на изменящ се климат. Градовете като основни източници на замърсители в атмосферата генерират част тези изменения, но едновременно с това в тях измененията се и регистрират. Това са териториите, в които живеят и упражняват своята дейност около 4/5 от населението на света. Именно микроклиматичните изследвания дават най-точна представа за условията, в които това се случва, понеже обхващат долните 2 m над земната повърхност. Разнообразието от подстилащи повърхнини – различни типове постройки, гъстота на застрояването, паркове, водни обекти и пътни настилки, предлага различни режими на тяхното нагриване и изстиване, в резултат на което се формират различни микроклимати в рамките на един град, а понякога и на близко разположени територии в рамките на града.

ИЗХОДНИ ДАННИ, ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Данните, използвани в настоящото изследване, са събрани чрез директни измервания, проведени по утвърдена методика (Аверкиев и др. 1970, 1971; Колесник 1986; Векилска и др. 1992; Сиракова 2000; Векилска 2012) в еднакъв времеви интервал от денонощието в периода от 17.10.2019 г. до 18.12.2019 г. Направено е сравнение с измерванията на минималните и максимални температури за станция София за същия период, публикувани от НИМХ (НИМХ 2019, 2020). Измерванията са направени над асфалтова и тревиста повърхност, съответно разположени на слънце и на сянка, както и над водна повърхност, разположена на сянка (преди и по време на измерванията). Направените на 04.12 измервания вместо над затревена повърхност са направени над снежна, асфалтът е мокър поради разчистената и разтопена снежна покривка. На 20.11 поради почистване, а от началото на декември поради спряна експлоатация на фонтана, разположен в парка, измервания над водна повърхност не са правени.

Целта на настоящото изследване е да се установят или потвърдят закономерности в изменението на измерените климатични елементи в приземния слой на атмосферата.

За постигането на целта са изпълнени следните задачи:

- Анализирани са типовете синоптични обстановки, при които са направени директните измервания.
- Измерена е температурата на въздуха на 5, 100 и 200 cm над различни повърхности.
- Изчислени са вертикални температурни градиенти.

Анализ на синоптичната обстановка

Измерванията, анализирани в настоящото изследване, започват на 17.10.2019 г., когато при земята и във височина баричното поле е антициклонално, като на 28.10 антициклонът отслабва. Балканският полуостров е далеч от активните атмосферни процеси, а над по-голямата част от страната преобладава слънчево време. При такава обстановка в часовете до обяд в котловините, включително и Софийската, се образува мъгла или ниска слоеста облачност. Температурите са по-високи от обичайните, за София средната месечна за октомври е с 3 °С над нормата (1961–1990). В тези условия са направени и измерванията на 23.10.

На 29.10 Балканският полуостров попада в предната част на обширен антициклон с център над Северно море, който през следващите дни се премества на изток и в края на месеца е с център над Украйна. Третото измерване е проведено на 30.10. След измерванията облачността се увеличава с преминаването на студен атмосферен фронт, свързан с циклон над Европейска Русия. На 31.10 на юг от страната баричното поле е циклонално, а на север – антициклонално. Фронталната зона е над страната и на много места, включително София, са регистрирани валежи от дъжд. В източната периферия на антициклона от север-североизток прониква студен въздух и температурите се понижават значително – с 10–15 °С.

След преминаването на студен атмосферен фронт в края на октомври, на 01–02.11 страната попада в периферията на мощен антициклон с център над Централна и Източна Европа. Над страната се установява предимно облачно и студено време без съществени валежи. В периода 03–14.11, когато е направено четвъртото измерване (на 6.11), антициклонът бързо отстъпва на изток. Температурите чувствително се повишават, като най-високи са на 06.11, когато за София достигат 24,1 °С. В западната половина от Европа се е развила обширна област на ниско налягане, в която се генерират циклонални вихри с посока на придвижване от югозапад на североизток. Над България започва активен пренос на топли въздушни маси от юг. Времето е много динамично и доста по-топло от обичайното. До 10.11 вятърът от южна четвърт често е умерен и силен северно от планините. При бързото преминаване на атмосферни смущения в София са отчетени превалявания на 08.11. На 11 и 12.11 времето е по-спокойно, а на 13.11 е направено петото микроклиматично измерване.

На 14.11 валежите са почти повсеместни, когато плитък циклон минава през страната. След преминаването на атмосферните смущения вятърът за кратко придобива северна компонента и дневните температури временно се понижават.

В периода от 15 до 19.11 България попада в периферията на антициклон, чийто център е над Източна Европа. Големият баричен градиент и съответно по-силният вятър са в западната част на Балканите. В страната времето е спокойно, а заради високата влажност на въздуха в равнинната част от страната

на места се образуват трайни мъгли и ниска облачност. Остава доста по-топло от обичайното за периода, въпреки че започва постепенно понижение на температурите. Средните месечни температури за ноември в София са с 4,5 °C над нормата. На 18.11 над Западна и Централна България преминава студен атмосферен фронт. На места там превалява слаб дъжд. На 19.11 след преминаването на фронта налягането се повишава, облачността временно се разкъсва. На 20.11, когато е правено шестото микроклиматично наблюдение, от запад приближава средиземноморски циклон и преминава през западната част на Балканите. Периферията му минава през Западна България. В много райони там има валежи от дъжд, слаби и умерени. На 21.11 налягането от север се повишава с израстването на баричен гребен. Над Гърция налягането се понижава, полето придобива циклонална кривина и към вечерта се формира циклон, който на 22 и 23.11 се изтегля бавно на изток. Под комбинираното влияние на двете образувания над България се създава валежна обстановка. Най-значителни са валежите в Рило-Родопската област, където на отделни места общото количество достига 200 mm за двете денонощия. В Северна България от североизток в периферията на антициклона на 22.11 вечерта нахлува доста по-студен въздух и на отделни места в Дунавската равнина, Предбалкана и североизточните райони дъждът се примесва и преминава в сняг, без да се задържа трайна снежна покривка. На 23 и 24.11 постепенно след изтеглянето на циклона налягането се повишава. Страната отново попада в периферията на обширния антициклон, заемащ почти цяла Източна Европа. Във височина гребенът е от югоизток. Времето остава предимно облачно и мъгливо. Валежите чувствително намаляват, в повечето райони и спират. От мъглата на места преръмва. Температурите в Северна България са с около 5 °C по-ниски от тези в Южна България. В Централното Средиземнорие се формира нов циклон. На 25 и 26.11 средиземноморският циклон преминава през Гърция, а в България отново има почти повсеместни валежи, значителни – в Родопите и в крайните югоизточни райони, където са измерени количества от порядъка на 70–80 mm. Там има локални наводнения, активизират се свлачища. На 27.11, когато е направено седмото измерване, баричното поле над България е размито, във височина започва адвекция на топъл въздух от юг-югозапад. Времето в много райони остава с ниска облачност, мъгли и намалена видимост. В източната част от страната и в крайните югозападни райони, където след обяд има и слънчеви часове, температурите достигат 15–16 °C. На 28.11 страната попада в периферията на обширен циклон, който се развива в западната част на континента, в топлия му сектор. Времето е топло, с променлива облачност и продължаващ южен пренос, почти без валежи. Максималните температури достигат на места до 18–19 °C. Само в крайните северозападни райони е мъгливо, с по-ниски температури. През нощта срещу 29.11 през страната преминава размито атмосферно смущение. От запад на изток на много места превалява предимно слаб дъжд. През деня, след преминаването на фронта,

налягането временно се повишава. Времето е ветровито, с променлива облачност, почти без валежи. Температурите все още са сравнително високи, като и в северозападните райони заради вятъра мъглите се вдигат и температурите там се повишават. На 30.11 преминава още един студен фронт, вече по-добре изразен. Още от рано сутринта от запад на изток превалява дъжд, а вятърът от северозапад се усилва. В западните райони температурите са с много малък дневен ход (НИМХ 2019).

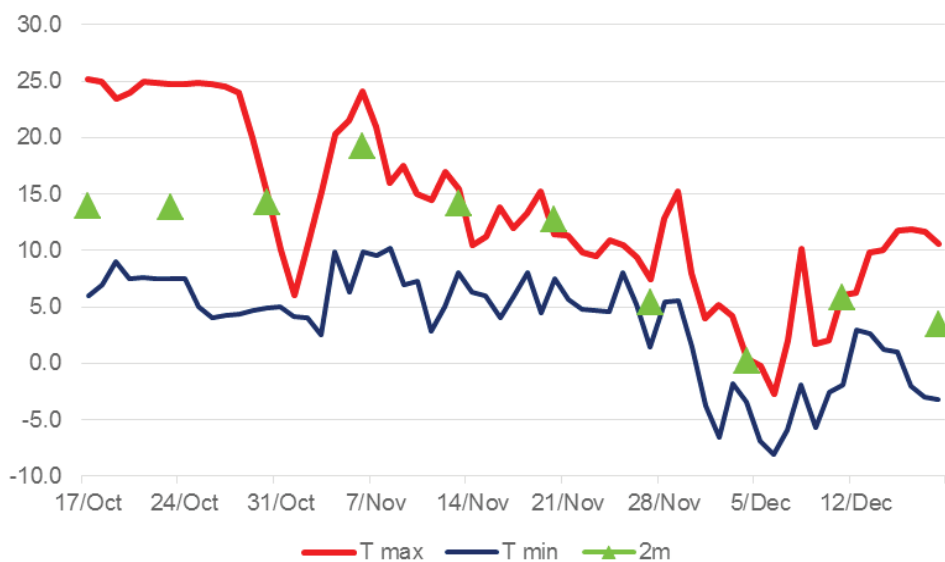
На 01.12 след преминаването на студения атмосферен фронт над страната се настанява студена въздушна маса, температурите се понижават и са близки до обичайните за началото на декември. Налягането се повишава и над Балканския полуостров се формира антициклон. Преди обяд все още на отделни места в северните райони има слаби превалявания от дъжд, в източната част на Дунавската равнина и от сняг. Постепенно през деня облачността се разкъсва и намалява. Северозападният вятър отслабва. На 02.12 в приземния слой налягането се понижават и антициклонът над Балканите отслабва. Във височина се пренася топъл въздух и дневните температури се повишават, но минималните в повечето райони са отрицателни. Постепенно от запад средната и висока облачност се увеличава. До вечерта в отделни западни райони има слаби превалявания. На 03.12 през Балканите преминават плитка барична долина и лежащият в нея студен атмосферен фронт. Усилва се вятърът от северозапад, нахлува студен въздух и температурите се понижават. На много места по атмосферния фронт превалява дъжд, който в Северна България, а през нощта срещу 04.12 и на места в Южна преминава в сняг и се образува тънка снежна покривка. На 04.12 през деня от север налягането се повишава и валежите спират, а над северните райони и облачността се разкъсва. Същият ден е направено осмото измерване при наличие на снежна покривка над затревените части от парка. На 05.12 във височина и при земята баричното поле е антициклонално. Постепенно въздушната маса се трансформира и се затопля. На много места в равнините и котловините се образуват ниска слоеста облачност и мъгла, които на места в Дунавската равнина и Софийското поле са трайни, и там дневните температури остават близки до 0 °С, а в останалата част от страната достигат 5–10 °С. На 06.12 максималните температури са положителни и по върховете. На 07.12 антициклонът постепенно се разрушава. Във височина над Балканския полуостров е разположена предната част на плитка барична долина. Преди обяд все още на много места в равнините и котловините е мъгливо. В Югозападна България започват валежи от дъжд и поради отрицателните температури в приземния слой се образуват поледици. През деня валежи от дъжд, в планините – от сняг, има на места в Западна и Централна България. На 08.12 след изтеглянето на баричната долина на изток налягането се повишава и от запад се заражда антициклон. Валежите спират и облачността се разкъсва. На 09.12 в приземния слой баричното поле е антициклонално, а във височина Балканите са в предната част на барична

долина. Отново на места в равнините и котловините се образува мъгла и там дневните температури остават по-ниски. На 10.12 баричното поле във височина и при земята е циклонално. В Централното Средиземноморие се формира циклон, който на 11.12 преминава през Южна Гърция, а от северозапад над страната започна да нахлува студен въздух. Преобладава облачно, а в равнините и котловините и мъгливо време. Започват слаби валежи от дъжд, а в планините – и от сняг. На 11.12 е проведено десетото измерване в парка. На 12 и 13.12 времето е облачно, на много места със слаби превалявания. На 13.12 над Северна Италия се формира нов средиземноморски циклон, който на 14.12 се задълбочава и се премества на изток-югоизток и преминава през Южна Гърция. България попада в предната му част и над страната се пренасят топли и влажни въздушни маси. Времето се задържа облачно и мъгливо, на места със слаби превалявания от дъжд. На 15.12 след изтеглянето и запълването на циклона към Източното Средиземноморие над Балканите налягането се повишава и баричното поле става антициклонално. Валежите спират, облачността се разкъсва и намалява до незначителна. От 16 до 19.12 баричното поле във височина и при земята е антициклонално. Над равнинната част от страната се образуват мъгли и ниска слоеста облачност, а над припланинските райони е предимно слънчево и значително по-топло от обичайното за периода (НИМХ 2020). На 18.12 е проведено последното за изследвания период микроклиматично наблюдение в парка.

От казаното дотук можем да обобщим, че от направените 10 микроклиматични измервания 7 са проведени при антициклонална обстановка, 1 при размито барично поле и 2 при циклонална обстановка.

РЕЗУЛТАТИ

Резултатите от измерванията през втората половина на октомври показват по-голяма връзка със сутрешния минимум на температурата на въздуха и охладената подстилаща повърхност, която е излъчвала през нощните часове и се е охладила радиационно. От началото на ноември измерванията се доближават до максимумите на температурата на въздуха. За същия период наблюдаваме и намаляване на денонощните температурни амплитуди. Това намаляване и последвалото увеличаване на денонощните температурни амплитуди се обяснява с редуването на циклонални с антициклонални синоптични обстановки (фиг. 1).



Фиг. 1. Ход на максималната и минималната температура на въздуха в ст. София (НИМХ) и измерената на 2 m по време на микроклиматичните наблюдения

Fig. 1. Maximum and minimum air temperature in Sofia (NIMH station) and measured at 2 m during the microclimatic observations

Данните от измерванията на температурата на въздуха показват, че над огретите от слънцето повърхности инверсиите се разрушават по-бързо и не са добре изразени в приземните части. Над изложените на слънчево греење затревени участъци отчитаме 2 случая на изотермия в слоя до 1 метър – на 30.10 и на 11.11, и 2 случая на изотермия в слоя между 1 и 2 m над повърхността – на 23.10 и 20.11. На 04.11 е отчетен отново изотермен слой на същото ниво, формиран над образувалата се снежна покривка. Регистрираните случаи на инверсии над тази повърхност са 4 – на 30.10, 04.11, 11.11 и 18.12. С изключение на отчетената в слоя над снежната покривка до 1 m на 04.12, останалите 3 случая са „приповдигнати“ – в слоя между 1 и 2 m. Две от тези инверсии са регистрирани над изотермните слоеве, отчетени на 30.10 и на 11.12.

При огрятата от слънце асфалтова повърхност отчитаме инверсии само в слоя до 1 m. От регистрираните пет само две са с градиент под $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. На 13 и 20.11 са отчетени изотермни слоеве от 1 до 2 m над повърхността. С началото на зимата температурните разлики над огрятата асфалтова повърхност са се изгладили и слой до 2 m над повърхността е с изотермна структура на 11.12 и с градиент от $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}/2\text{ m}$ на 18.12. Резултатите от направените измервания показват, че ако сравним стойностите само от 5 и 200 cm, ще открием един случай с инверсия ($0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$) и един случай с изотермия. Инверсията е в

ситуацията с динамичен антициклон, а изотермията е при преминаването на циклон с център над Гърция.

Таблица 1
Table 1

Температурни градиенти, изчислени над различни подстилащи повърхнини.
 t_0-t_1 – от 5 до 100 cm, t_1-t_2 – от 100 до 200 cm
 Temperature gradients calculated over different surfaces.
 t_0-t_1 – from 5 to 100 cm, t_1-t_2 – from 100 to 200 cm

	Трева				Асфалт				Вода	
	Слънце		Сянка		Слънце		Сянка		Сянка	
	t_0-t_1	t_1-t_2	t_0-t_1	t_1-t_2	t_0-t_1	t_1-t_2	t_0-t_1	t_1-t_2	t_0-t_1	t_1-t_2
17 окт.	0,3	0,6	-0,8	0	-0,6	1,3	-0,6	0,4	-0,5	-0,7
23 окт.	0,2	0	-0,8	-0,5	-0,2	0,5	-0,5	0,6	-0,1	-0,7
30 окт.	0	-0,6	-0,6	-0,5	0,6	0,2	0,3	-0,6	-0,7	-0,5
06 ное.	0,6	0,6	-1	-0,4	-0,1	0,3	-0,3	-0,4	-0,7	-0,2
13 ное.	0,6	0,1	0,3	-0,2	-0,1	0	-0,2	0	0,1	0,3
20 ное.	0,6	0	0,6	0	0,3	0	0,3	0		
27 ное.	0,9	0,2	0,3	0,4	-0,1	0,6	-0,3	0,3	0,2	0,3
04 дек.	-0,2	0	-0,2	0	0,6	0,1	0,6	0,1		
11 дек.	0	-0,6	0	-0,6	0	0	0	0		
18 дек.	2,8	-0,4	-0,8	-0,2	0	0,1	-0,7	0,1		

Над останалите три подстилащи повърхности, разположени на сянка – трева, асфалт и вода, инверсиите и изотермите са често отчитано състояние. Инверсиите над разположената на сянка затревена повърхност са най-отчетливо изразени. Стойностите на градиентите в четири от измерванията са с поне 1 °C разлика между подстилащата повърхност и стойностите, регистрирани на 2 m. В случаите с по-ниски стойности отчитаме изотермен слой. Такива са ситуацияите при измерванията на 17.10, 04.12 и 11.12.

Над разположената на сянка асфалтова повърхност градиентите са с по-ниски стойности и не обхващат целия слой до 2 m. В два от случаите на 23.10 и 27.11 градиентите на двата слоя се компенсират и въз основа на стойностите, измерени на 5 и 200 cm, приземният слой може да бъде определен като изотермен. В 6 от измерванията един от двата слоя е инверсен. При две измервания е отчетен изотермен слой между 1 и 2 m (на 13 и 20.11) и веднъж на 11.12 – по целия профил.

Над водна повърхност на сянка са регистрирани инверсии по целия профил в първите четири от общо шестте измервания. Градиентите варират от -0,8 до -1,2 °C. В останалите две измервания изменението е с положителни градиенти с до 0,3 °C между всеки две точки от профила или с до 0,5 °C за целия слой.

Средна температура и амплитуда между най-високата и най-ниската температура, измерена в съответния ден на 5, 100 или 200 cm

Average temperature and amplitude between the highest and lowest temperature measured on the respective day at 5, 100 or 200 cm

	0	m	1	m	2	m
	Средна	Амплитуда	Средна	Амплитуда	Средна	Амплитуда
17 окт.	14,6	2,0	15,0	2,1	14,7	1,7
23 окт.	14,2	1,4	14,5	1,4	14,5	1,1
30 окт.	13,9	2,1	14,0	0,8	14,4	0,4
06 ное.	19,4	2,0	19,7	0,6	19,7	1,2
13 ное.	14,5	0,5	14,4	0,7	14,3	0,5
20 ное.	13,1	0,7	12,6	0,4	12,6	0,4
27 ное.	6,0	0,9	5,8	0,4	5,5	0,2
04 дек.	0,4	0,8	0,2	0,0	0,2	0,1
11 дек.	5,4	0,4	5,4	0,4	5,7	0,2
18 дек.	3,4	1,9	3,3	0,6	3,4	0,2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отчитането на микроклиматични различия е свързано с антициклоналното състояние на атмосферата по време на преходните сезони. При други синоптични обстановки тези различия не са добре изразени.

Инверсно разпределение на температурата на въздуха в приземния слой до 2 m отчитаме над затревена, асфалтова и водна повърхностна сянка в измерванията, проведени до 06.11. Всички измервания до тази дата включително са проведени при антициклонални синоптични обстановки.

Подобни данни е добре да бъдат събирани и публикувани регулярно, тъй като след това актуалността им се загубва при усредняването на данните за продължителен период.

ЛИТЕРАТУРА

- Аверкиев, М. С., В. В. Полтараус, В. С. Самойленко и др. 1970. Метеорологический практикум. Част 1. Москва.
- Аверкиев, М. С., В. В. Полтараус, В. С. Самойленко и др. 1971. Метеорологический практикум. Част 3. Москва.
- Векилска, Б., Д. Топлийски, Г. Рачев и др. 1992 Ръководство по климатология. София: Университетско издателство „Св. Климент Охридски“.
- Векилска, Б. 2012. Обща климатология. София: Университетско издателство „Св. Климент Охридски“.
- Колесник, П. И. 1986. Метеорология – практикум. Киев: Вища школа.
- НИМХ Месечен хидрометеорологичен бюлетин, ноември 2019.

НИМХ Месечен хидрометеорологичен бюлетин, декември 2019.
НИМХ Месечен хидрометеорологичен бюлетин, януари 2020.
Сиракова, М. 2000. Атмосфера и климат. София: Херон Прес.

SUMMARY

RESULTS OF MICROCLIMATE OBSERVATIONS ON THE TERRITORY OF DOCTORAL GARDEN PARK IN THE CITY OF SOFIA CONDUCTED IN THE AUTUMN OF 2019

In climate changes conditions importance of urban microclimatic research increase. Cities, as the main sources of pollutants in the atmosphere, generate some of these changes, but at the same time the changes are registered in them. These are the territories in which about 4/5 of the world's population lives and operates. It is the microclimatic studies that give the most accurate idea of the conditions in which this happens, because they cover the lower 2 m above the earth's surface. The variety of underlying surfaces – different types of buildings, building density, parks, water bodies and road surfaces, offers different modes of heating and cooling, resulting in different microclimates within a city, and sometimes nearby territories within the city.

The article presents the results of measurements conducted during practical classes in the fall of 2019 in Sofia. An overview of the weather conditions was made, and their influence on the temperature profile in the ground layer of the atmosphere and the formation of different types of microclimate in urban conditions was studied. The data used in the present study were collected through direct measurements performed according to an approved methodology in the same time interval from the day in the period from 10.17.2019 to 12.18.2019. A comparison was made with the measurements of the minimum and maximum temperatures for Sofia station for the same period, published. The measurements were made over an asphalt and grass surface, respectively located in the sun and in the shade, as well as over a water surface located in the shade (before and during the measurements).

The data from the measurements can be supplemented and used as initial conditions in the launch of models related to urban planning and the influence of the types of underlying surface on the thermal regime of the environment in which we live. In conclusion, the importance of anticyclonic conditions for revealing the features of the microclimate over different underlying surfaces has been confirmed. Although only three in number, in other synoptic conditions these microclimatic differences are smoothed out or disappear.