

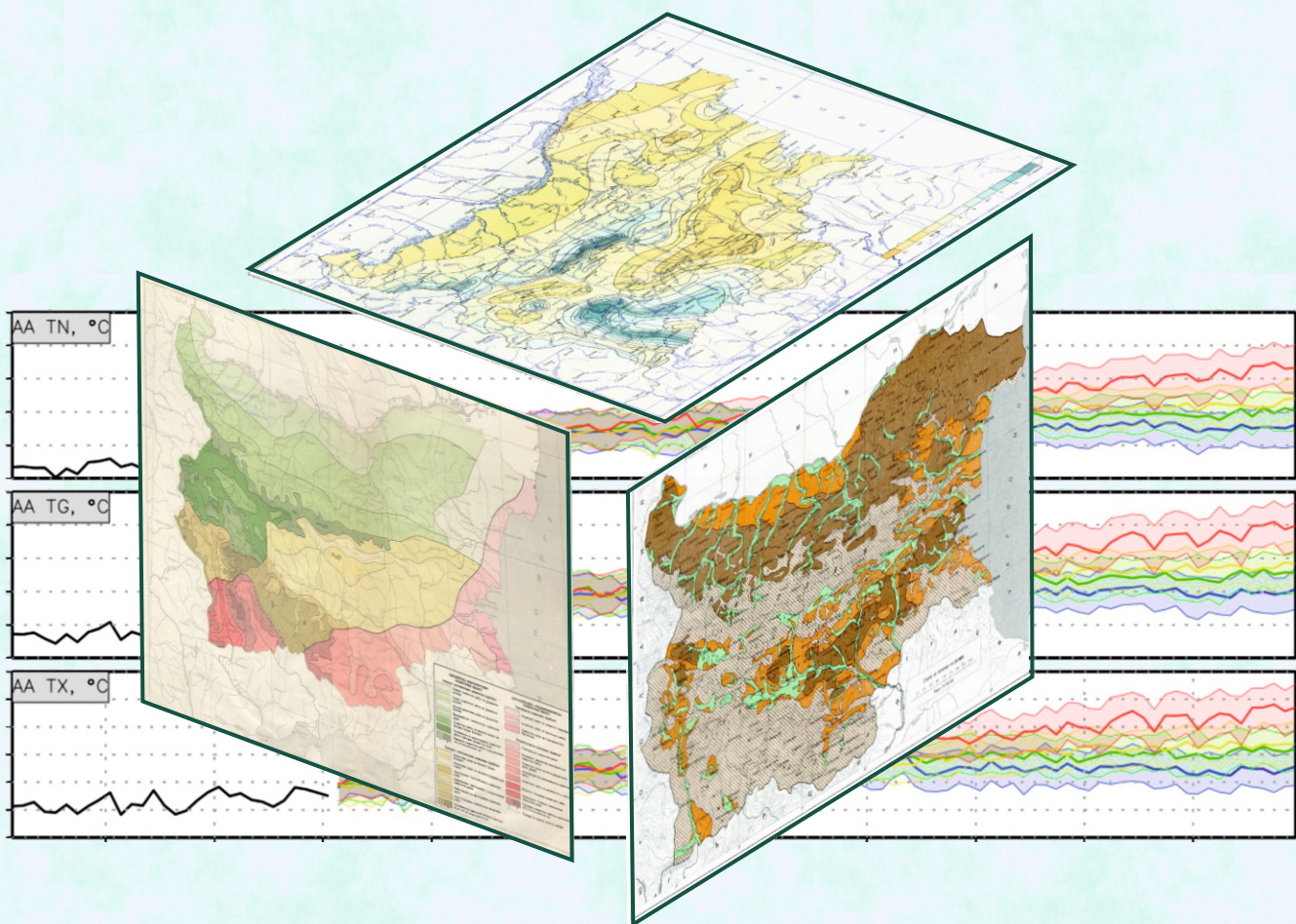
# ИСТОРИЯ

## на климатичните изследвания в

# НАЦИОНАЛНИЯ ИНСТИТУТ

## ПО МЕТЕОРОЛОГИЯ И

# ХИДРОЛОГИЯ







ИСТОРИЯ  
НА КЛИМАТИЧНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ  
В НАЦИОНАЛНИЯ ИНСТИТУТ  
ПО МЕТЕОРОЛОГИЯ И ХИДРОЛОГИЯ

издание на  
ХЕРОН ПРЕС ООД  
BG-1504 София, ул. Оборище 18, България

**ИСТОРИЯ НА КЛИМАТИЧНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ  
В НАЦИОНАЛНИЯ ИНСТИТУТ ПО МЕТЕОРОЛОГИЯ И ХИДРОЛОГИЯ**

**под редакцията на проф. Христомир Брънзов**

Текст © 2020

Предговор: Димитър Сираков

Раздели 1.1, 2.1, 3.1 и 4.1:

Цветан Димитров, Кръстина Малчева, Лилия Бочева, Вълчо Попхристов,  
Христо Червенков, Анастасия Стойчева;

Раздели 1.2, 2.2, 3.2 и 4.2:

Веска Георгиева и Валентин Казанджиев;

Раздели 1.3, 2.3, 3.3 и 4.3:

Цвятка Карагъзова, Пламен Нинов, Ирена Илчева, Красимира Начева,  
Гергана Друмева, Евелина Дамянова

Издание © 2020 Херон Прес ООД

*Всички права са запазени.*

*Всяко разпространяване извън Закона за авторското право и сродните му права,  
както и размножаване, микрофилмиране и преработка в различни електронни  
системи не е разрешено от издателството и автора.*

**ISBN 978-954-580-389-5**



ИСТОРИЯ  
НА КЛИМАТИЧНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ В  
НАЦИОНАЛНИЯ ИНСТИТУТ  
ПО МЕТЕОРОЛОГИЯ И ХИДРОЛОГИЯ

под редакцията на проф. Христомир Брънзов

*Посвещава се на учените и специалистите на  
Националния институт по метеорология и хидрология,  
провеждали 130 години метеорологични и 100 години  
хидроложки изследвания в България*



## ПРЕДГОВОР

Това издание е посветено на двойния юбилей в Националния институт по метеорология и хидрология (НИМХ) – 130 години метеорологична дейност и 100 години хидроложка дейност. През този дълъг период институцията претърпява сложно развитие с добавянето на нови дейности, с вливането на нови структури и отцепването на структури и дейности, преминали или дали начало на нови организации. Понастоящем НИМХ е автономна научна организация към министъра на образованието и науката и по същество е българската хидрометеорологична служба.

Най-популярната дейност на НИМХ е прогнозата на времето, излъчвана постоянно по медиите. Заедно с прогнозата на времето се издават и агрометеорологични и хидроложки прогнози. Тази дейност обаче, както картинно се изразяват, е само „върхът на айсберга“. Качествените прогнози се дължат на дейности като непрекъснати измервания в широка мрежа от станции, събирането на данните в архиви, обработка на архивите, международен обмен на данни и числени прогнози, данни от спътници и радари. В тези дейности са въввлечени всички учени и специалисти на НИМХ. Наред с оперативните дейности, в НИМХ се извършват и интензивни научни изследвания, които са насочени най-вече към определяне на хидрометеорологичните ресурси на страната, промените в климата на България и влиянието им върху различни сектори на националното стопанство, към създаване на нови методи за по-точно прогнозиране на опасни метеорологични, агрометеорологични и хидроложки явления, включително и замърсяване на въздуха.

И именно на част от тази скрита за широката общественост дейност на НИМХ е посветена тази книга. В нея, в исторически план, са представени научните разработки, свързани с изследването на климата на България в НИМХ по три основни направления – метеорология, агрометеорология и хидрология. Заедно с обзор на публикациите, в книгата е засегнат и въпросът за еволюцията на измерителните мрежи и архивите, върху чиито данни се извършва научната дейност. Представени са най-значимите резултати в горните три направления, съпроводени с цитирания на огромен брой публикации в справочниците, атласите и научните поредици (трудовете, известията, списанията), издадени от институцията.

Пожелавам на любознателния читател да се наслади на този труд, въздаващ заслужената слава на плеяда от български учени и специалисти, отдала се цялостно на работата си в полза на НИМХ, държавата и обществото.

*проф. дн Димитър Сираков*  
Председател на Научния съвет на НИМХ

## ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ

ALADIN	– акроним от Aire Limitée Adaptation Dynamique développement InterNational
ANOVA	– акроним от Analysis of variance
ARPEGE	– акроним от Action de Recherche Petite Echelle Grande Echelle
BJMH	– Bulgarian Journal of Meteorology & Hydrology
CFS	– акроним от Climate Forecast System
CMIP	– акроним от Coupled Model Intercomparison Project
COST	– акроним от Cooperation in Science and Technology (междуправителствена рамка за европейско сътрудничество в областта на науката и технологиите)
ECMWF	– Европейски център за средносрочни прогнози за времето (Рединг, Англия)
EUMETSAT	– Европейска организация за метеорологични спътници
GMT	– акроним от Greenwich Mean Time
IFS	– акроним от Integrated Forecast System
Meteo France	– Метеорологична служба на Франция
NOAA	– акроним от National Oceanic and Atmospheric Administration
RegCM	– акроним от Regional Climate Model system
SRES	– акроним от Special Report on Emissions Scenarios
АЕЦ	– Атомна електрическа централа
БАН	– Българска академия на науките
ГУХМ	– Главно управление „Хидрология и метеорология“ – БАН
ДГОВ	– долна граница на оптималната влажност
ДЗИ	– Държавен застрахователен институт
ДМ	– Дирекция на метеорологията към Министерство на просвещението
ЕС	– Европейски съюз
ИВП	– Институт по водни проблеми (към БАН)
ИЕ	– Институт по електроника (към БАН)
ИИКТ	– Институт по информационни и комуникационни технологии (към БАН)
ИКИТ	– Институт за космически изследвания и технологии (към БАН)
ИМХ	– Институт по метеорология и хидрология (от 1991 г. преименуван в НИМХ)
ИХМ	– Институт по хидрология и метеорология (съкращение от НИИХМ – Научно изследователски институт по хидрология и метеорология)
МОСВ	– Министерство на околната среда и водите
МРРБ	– Министерство на регионалното развитие и благоустройството
НИМХ	– Национален институт по метеорология и хидрология
НЦОЗА	– Национален център за обществено здраве и анализи (към Министерство на здравеопазването)
ПМС	– Постановление на Министерския съвет
ППВ	– пределна полска влагоемност
ПУРБ	– Планове за управление на речните басейни
ПУРН	– Планове за управление на риска от наводнения
РДВ	– Рамкова директива за водите на ЕС
СМО (WMO)	– Световна метеорологична организация
ТВК	– температурно-влажностен комплекс
УХМ	– Управление „Хидрология и метеорология“
ФАО (FAO)	– акроним от Food and Agriculture Organization
Х. и М.	– списание „Хидрология и метеорология“ (съкращение в списъка на литературата)
ХМС	– Хидрометеорологична служба
ЦМИ	– Централен метеорологичен (и сеизмологичен) институт
ЦМС	– Централна метеорологична станция
ЮНЕСКО	– акроним от United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)



# СЪДЪРЖАНИЕ

КРАТЪК УВОД .....	1
<b>ГЛАВА 1: ОПЕРАТИВНА, НАУЧНО-ПРИЛОЖНА И ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА ДЕЙНОСТ НА МЕТЕОРОЛОГИЧНАТА СЛУЖБА В ПЕРИОДА 1890–1934 г. ....</b>	<b>5</b>
1.1 Изграждане и развитие на метеорологичната мрежа. Първи климатични изследвания и публикации .....	5
1.2 Начало на организиране на наблюденията и развитие на земеделската метеорология в България .....	9
1.3 Изграждане на хидроложка мрежа от станции и първи наблюдения на режима на оттока в България .....	11
<b>ГЛАВА 2: НАУЧНО-ПРИЛОЖНА И ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА ДЕЙНОСТ НА ЦЕНТРАЛНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕН ИНСТИТУТ (1934–1950 г.) .....</b>	<b>14</b>
2.1 Изследвания върху режима на основните климатични елементи и климатичното райониране на България .....	14
2.2 Начало на агрометеорологичните изследвания у нас .....	17
2.3 Начало на хидроложките изследванията в България .....	23
<b>ГЛАВА 3: ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА ДЕЙНОСТ НА ИНСТИТУТА ПО ХИДРОЛОГИЯ И МЕТЕОРОЛОГИЯ В ОБЛАСТТА НА КЛИМАТОЛОГИЯТА, АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯТА И ХИДРОЛОГИЯТА (1950–1989 г.) .....</b>	<b>26</b>
3.1 Развитие на изследванията в основни научни направления на съвременната климатология .....	26
3.2 Изграждане и развитие на агрометеорологична мрежа и оценка на агроклиматичните ресурси на земеделските земи в България .....	49
3.3 Развитие на изследванията в основни научни направления на съвременната хидрология .....	65
<b>ГЛАВА 4: НАУЧНИ И НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ КЛИМАТИЧНИ, АГРО-МЕТЕОРОЛОГИЧНИ И ХИДРОЛОЖКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА НАЦИОНАЛНИЯ ИНСТИТУТ ПО МЕТЕОРОЛОГИЯ И ХИДРОЛОГИЯ СЛЕД 1989 г. ....</b>	<b>77</b>
4.1 Съвременни научни и научно-приложни климатични изследвания. Изменение на климата, климатични промени и адаптирането към тях ...	77
4.2 Научни направления в съвременната агрометеорология .....	99
4.3 Съвременни научни и научно-приложни хидроложки изследвания .....	117
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>137</b>
към Глава: 1.1, 2.1, 3.1, 4.1 .....	137
към Глава: 1.2, 2.2, 3.2, 4.2 .....	153
към Глава: 1.3, 2.3, 3.3, 4.3 .....	163





## КРАТЪК УВОД

Развитието на климатичните, агрометеорологичните и хидроложките изследвания в България най-общо следва основните етапи от историята на националната хидрометеорологична служба [Андреев, 2008, 2014]. В „Климатът на България“ Св. Станев отбелязва, че *общата климатология* е първият и най-добре застъпен клон от климатологията, разработван и в нашата хидрометеорологична служба [Станев, Кючукова и Лингова, ред., 1991]. Паралелно се заражда и може би най-приложната ѝ част – земеделска климатология, или *агроклиматология*. Към края на 30-те години на XX век са публикувани първите изследвания по *динамична климатология* у нас. Друго направление в приложната климатология, оформило се по-късно (1950–1955 г.), е *медицинската климатология*. Техническото развитие през последните десетилетия на XX век довежда и до развитието на трето основно направление – *техническата климатология*. От началото на XXI век развитието на българската климатология се характеризира с усвояване и утвърждаване на принципно нови научни методи, сред които и численото *моделиране на регионалния климат*. Целта на *хидро-климатичните изследвания* е да се оценят пространствено-времевите характеристики на хидроложките и климатични фактори, които са от основно значение при управлението и планирането на водните ресурси, както и за по-добро разбиране на въздействието на климатичната променливост върху хидроложкия цикъл.

**Първият етап** обхваща периода от 1887 до 1934 г., започвайки с откриването на първата българска метеорологична станция (01.02.1887 г.), преобразуването ѝ в Централна метеорологична станция (ЦМС) на 20.02.1890 г. и създаването на Дирекция на метеорологията (ДМ) през 1894 г. Организатор и ръководител на метеорологичната дейност в България в продължение на 38 години (1890–1928 г.) е Спас Вацов, изтъкнат за времето си учен, преподавател и общественик, който от 1884 г. е действителен член на Българското книжовно дружество. От 1928 до 1950 г. метеорологичната служба се ръководи от доц. Киро Киров (1897–1961 г.) – изтъкнат климатолог и сеизмолог. Обобщавайки научната дейност в началния етап от историята на българската метеорологична служба в „Климатът на България“ е написано: *„Макар все още скромни по обем, в качествено отношение климатичните изследвания остават на добро равнище за своето време“*.

Със своите програми, упътвания и нареждания Дирекция на метеорологията полага основите на организирането на земеделско-метеорологични наблюдения на територията на България. Още през 1891 г. Спас Вацов публикува „Програма за изучаване на климата на България с особено внимание върху важните за земеделието периодични явления при животните и растенията“.

През 1920 г., с приемането на Закона за водните синдикати, се създава служба по водите при Министерството на земеделието и държавните имоти с отдел за хидрография, който е натоварен с организирането и извършването на хидрометричните и хидрологичните проучвания. Независимо от трудностите, началното изграждане на хидроложката мрежа и първите наблюдения на режима на оттока в България са изключително важни и са в подкрепа на управлението на водните ресурси през този период.

**Вторият етап** от историята на българската хидрометеорологична служба започва с преобразуването през 1934 г. на Дирекция на метеорологията в Централен метеорологичен (и сеизмологичен) институт (ЦМИ). Според Киров [1950]: „Главните задачи на ЦМИ са основно проучване на климата на България и климатичното ѝ райониране главно в услуга на земеделието, а и на цялата стопанска, техническа, медицинска и културна практика. Бидоха открити отдели за високопланинска метеорология, за метеорологични инструменти, за земеделска метеорология и екология, и за земеделско-метеорологична предохранителна служба. Освен това изследователската дейност биде разширена и сложена на по-модерни начала“. Започват да излизат различни метеорологични и сеизмологични годишници, бюлетини и др. Метеорологичната служба изпълнява редица международни споразумения и участва в международната метеорологична дейност.

В периода от 1935 до 1950 г. се изгражда добре организирана хидрометрична мрежа. През 1947 г. хидрографската служба преминава към Министерството на електрификацията във връзка с бързото развитие на водноенергийно строителство. Обработените данни от измерванията на водните стоежи и водните количества в този период са публикувани в годишници, а резултатите от някои научни изследвания – в трудовете на ЦМИ.

**Третият етап (1950–1989 г.)** започва с Постановлението на Министерския съвет (ПМС) от 27.07.1950 г. за създаване на единна хидрометеорологична служба (ХМС), която обединява Централния институт по метеорология с няколко учреждения, свързани с дейностите по метеорология и хидрология у нас. Създава се Управление по хидрология и метеорология (УХМ) към Министерски съвет с ръководител акад. Любомир Кръстанов, който по-късно става председател на Българската академия на науките (БАН). За научното обезпечаване на тази важна национална дейност с ПМС № 13/22.01.1954 г. към УХМ е създаден Научноизследователски институт по хидрология и метеорология (НИИМХ, кратко ИХМ). Към ИХМ се организира самостоятелна секция по климатология с основна задача да започне планова работа по проучване на климата в нашата страна. През 1962 г. УХМ заедно с ИХМ преминават към БАН. От 01.07.1977 г. УХМ става Главно управление по хидрология и метеорология (ГУХМ).

Учените публикуват резултатите от научните си изследвания в периодичните издания на Института: „Трудове на ИХМ“ в 18 тома (1954–1963 г.); „Известия на ИХМ“ в 23 тома (1964–1974 г.); Списание „Хидрология и метеорология“ (съкр. Х. и М.) – 6 книжки годишно (1950–1984 г.).

В периода 1950–1980 г. са разработени почти всички основни въпроси от общата климатология и климатография на България.

*Микроклиматичните изследвания* в България започват скоро след създаването на секцията по климатология на ИХМ. Те се изразяват в емпирични проучвания за влиянието на формите на релефа и различните топлофизични свойства на подложната повърхност върху основните метеоеlementи – температура и влажност на въздуха и вятър. *Медицинската климатология* се развива активно в ИХМ в периода 1953–1963 г. Разнообразната дейност е обобщена в атласа „Курортно райониране на НР България“, издаден през 1971 г.

*Техническата климатология* в България възниква и се развива в тясна връзка с проблема за метеорологичното осигуряване на строителството на

широк кръг от индустриални и енергийни обекти, изложени пряко или косвено на въздействие на различни метеорологични процеси по време на изграждането и експлоатацията им. Около средата на 70-те години на XX век в ИХМ започват изследвания по влиянието на метеорологичните фактори върху топлинните загуби на сградите.

Едно от постиженията през третия етап е публикуваният 6-томен „Климатичен справочник за България“ под редакцията на М. Кючукова. Дело на целия колектив от научни сътрудници, специалисти и статистици на секцията по климатология при ИХМ този справочник поднася в научно издържана форма основните факти и числени данни, засягащи особеностите на нашия климат [Станев, Кючукова и Лингова, ред., 1991].

През този етап се изгражда постоянна мрежа от агрометеорологични станции и фенологични пунктове за специализирани наблюдения и измервания. Основно направление, в което се развива агрометеорологията в периода 1950–1980 г., е *изследване на агроклиматичните ресурси и райониране на земеделското производство*. Издаденият през 1982 г. „Агроклиматичен атлас на България“ поставя България сред малкото страни на света, които имат такъв атлас. Той става основа на разработването на бонитета на климата, а по-късно и на бонитета на природните ресурси на България. През 1984 г. е публикуван фундаменталният труд „Агроклиматични ресурси на България“ на Е. Хершкович, чийто научен принос за развитието на агроклиматологията е оценен с висока държавна награда. През 70-те и 80-те години на XX век започва активно развитие и приложение на *съвременни статистически и симулационни (динамични) модели и дистанционни методи* (наземни, самолетни и спътникови) за оценка на състоянието на посевите и почвите.

Създаването на единна хидрометеорологична служба и на Института по хидрология и метеорология поставя началото на нов етап в развитието на хидрологията и *хидроложките проучвания* в България. В рамките на 10-на години (1954–1964 г.) са издатени: „Хидрологичен справочник за реките в НР България“ в два тома; „Справочник на подземните води“; „Справочник на езерата в България“; монографията „Хидрология на България“ (с автори К. Иванов, Ив. Маринов, Т. Панайотов и Ал. Петков), както и редица публикации основно в „Трудове на ИХМ“ и сп. „Хидрология и метеорология“. През 1965 г. излиза „Хидроложки атлас на България“, който е пръв опит за картографиране на разпределението на хидроложките параметри. През 70-те години са издадени: „Хидрологичен справочник на р. Дунав“; „Хидрологичен наръчник, част 1“ (с автори Ив. Маринов, Д. Мандаджиев, Д. Печинов и Стр. Герасимов); учебни пособия за висшите училища, практически ръководства, упътвания и наръчници.

**Четвъртият етап** започва с Разпореждането на Министерския съвет № 15/211-1989 г. за обединяване на ГУХМ и ИХМ в ИМХ (Институт по метеорология и хидрология), правопреемник на ГУХМ и ИХМ. Научното „ядро“ на новия институт се структурира според спецификата на изследване (атмосфера, хидросфера) и включва специалисти от досегашните паралелни звена на ГУХМ и ИХМ. Предмет на дейност на новия ИМХ е да развива фундаментални и научно-приложни аспекти на метеорологията и хидрологията с цел комплексно и ефективно да обслужва и осигурява стопанството и отбраната относно хидрометеорологичните условия и опасни явления у нас. През 1991 г. ИМХ е преименуван на Национален институт по мете-

орология и хидрология (НИМХ) към БАН с ПМС № 148 от 25.07.1991 г. От 01.01.2019 г. НИМХ излиза от състава на БАН и става самостоятелна структура (автономна научна организация и национална хидрометеорологична служба) към Министерството на образованието и науката.

От 1990 г. се възстановява издаването на списанието „Хидрология и метеорология“ от ИМХ със статут на национално научно списание в тази област под новото име Bulgarian Journal of Meteorology and Hydrology (BJMH).

Климатичните изследвания до края на ХХ век в голямата си част са посветени на изучаване на регионалния климат и районирането му. От началото на ХХІ век НИМХ активно участва и изпълнява множество проекти, посветени на измененията на климата, влиянието им и адаптирането към тях.

Тази книга е резултат на съвместните усилия на учени от департаментите „Метеорология“, „Хидрология“ и „Прогнози и информационно обслужване“ на НИМХ.

Раздели 1.1, 2.1, 3.1 и 4.1 са подготвени от:

гл. ас. д-р Цветан Димитров, ас. Кръстина Малчева,  
гл. ас. д-р Лилия Бочева, Вълчо Попхристов,  
доц. д-р Христо Червенков и гл. ас. д-р Анастасия Стойчева.

Раздели 1.2, 2.2, 3.2 и 4.2 са подготвени от:

доц. д-р Веска Георгиева и проф. д-р Валентин Казанджиев.

Раздели 1.3, 2.3, 3.3 и 4.3 са подготвени от:

проф. д-р Цвятка Карагъзова, проф. д-р Пламен Нинов,  
доц. д-р Ирена Илчева, гл. ас. д-р Красимира Начева,  
гл. ас. д-р Гергана Друмева и Евелина Дамянова.

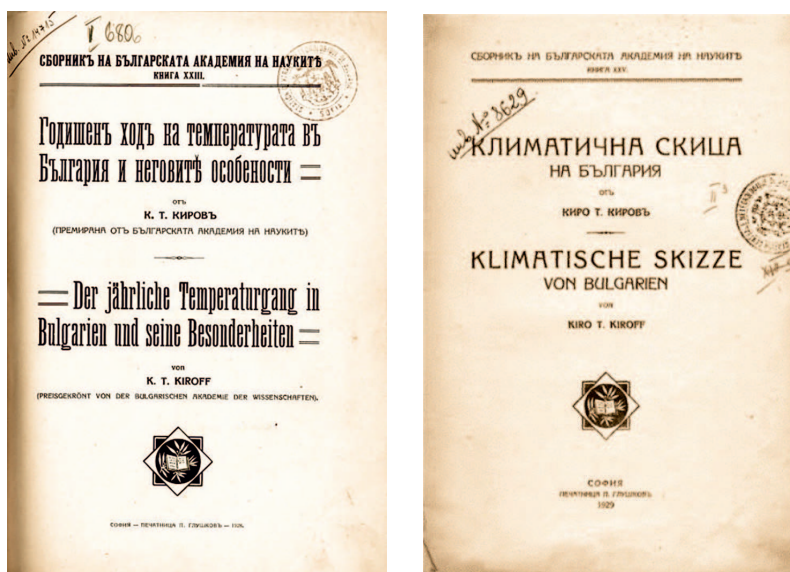
# ГЛАВА 1

## ОПЕРАТИВНА, НАУЧНО-ПРИЛОЖНА И ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА ДЕЙНОСТ НА МЕТЕОРОЛОГИЧНАТА СЛУЖБА В ПЕРИОДА 1890–1934 г.

### 1.1 Изграждане и развитие на метеорологичната мрежа. Първи климатични изследвания и публикации

В периода 1887–1894 г. се поставят основите на изграждането на национална метеорологична служба с откриването на първата българска метеорологична станция в София на 1.ІІ.1887 г., нейното трансформирането в Централна метеорологична станция (на 20.ІІ.1890 г.) и създаването през 1894 г. на Дирекция на метеорологията. До 1928 г. българската метеорологична служба е под ръководството на Спас Вацов, действителен член на Българското книжовно дружество от 1884 г. От 1928 до 1950 г. Дирекция на метеорологията се оглавява от Киро Киров – геофизик и забележителен климатолог. През 1894 г. действащите български метеорологични станции са вече 24, а дъждомерните постове – 60. В годините след Първата световна война мрежата от станции се разширява бързо поради „интереса към нашата метеорология и практическата ѝ значимост особено за земеделието“ [Станев, Кючукова и Лингова, ред., 1991]. Към края на 1928 г. в България вече има 69 метеорологични и 174 валежомерни станции, а през 1934 г. – 121 метеорологични станции, класифицирани по приетите международни стандарти, както и 309 валежомерни станции. Този етап е описан детайлно в книгата на В. Андреев „История на българската метеорологична и хидрометеорологична служба“ [Андреев, 2014].

Първите публикации върху климата на нашата страна са отпечатани в края на ХІХ век. Още през 1888 г. в книжка първа на „Периодическо списание“ М. Бъчеваров публикува кратко описание на климата на София по обобщени данни от първата българска метеорологична станция (София–Ботаническа градина), извършваща редовни наблюдения от 1. ІІ.1887 г. Следващото му публикувано изследване е „Някои бележки за климата на България“ [Бъчеваров, 1889]. В първите години на ХХ век се появяват и други „бележки“ за климата въз основа на вече събраните метеорологични данни (напр. [Иширков, 1902а, 1902б, 1906; Радев, 1908]). През периода 1904–1912 г. в областта на общата климатология работи активно Ст. Стайков, който публикува редица свои изследвания върху вертикалния температурен градиент в България и географското му разпределение, гръмотевичните бури в Софийско, методични бележки за хомогенизирането на климатичните редици и др. (над 25 публикации у нас и в чужбина). Неговата докторска дисертация „Beiträge zur Klimatologie von Bulgarien (Temperaturverteilung)“, успешно защитена в Берлин, е първият по рода си климатичен анализ на топлинните условия за цялата територия на страната и опит за определяне на основните климатични области според температурния режим [Staikoff, 1914].



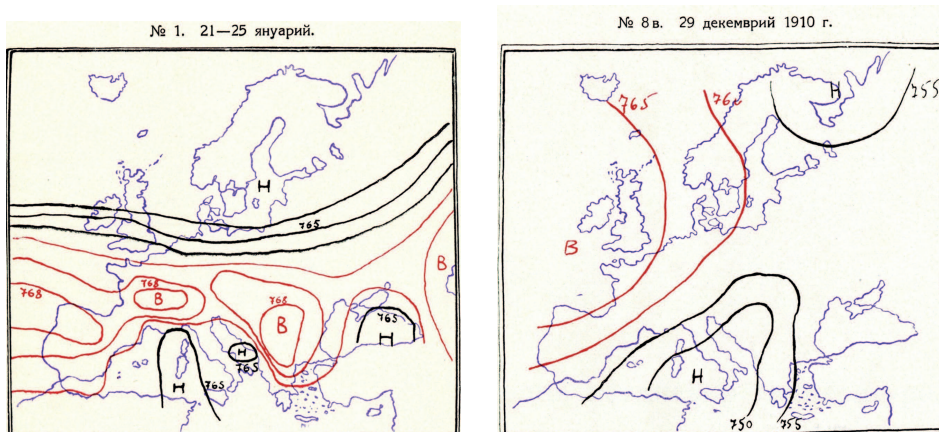
**Фиг. 1.1–1.** Заглавни страници на студията „Годишен ход на температурата в България и неговите особености“ (1928 г.) и на монографията „Климатична скица на България“ (1929 г.) от К. Киров.

През 1929 г. излизат две публикации на К. Киров: „Климатът на София“ [Киров, 1929a] и монографията „Климатична скица на България“ [Киров, 1929b] – фиг. 1.1–1, която представлява първи сериозен опит за представяне на общите климатични условия в България. Анализирани са основните климатични елементи – атмосферно налягане, температура и влажност на въздуха, валежи, облачност и ветрове. Предложено е климатично райониране, като страната е разделена на шест климатични области: Крайдунавска, Умерено-континентална, Горнотракийска, Черноморска, Южна, Преходно-средиземноморска и Високопланинска. Използван е също комплексен подход за оценка на климата чрез индекса на сухота на Де Мартон (de Martonne), степента на охлаждане и класификационната система на Кьопен.

Причинно-следствените връзки между баричните образувания (циклоните и антициклоните) и синоптичните условия са от съществено значение, както за прогнозата на времето, така и за типизацията на атмосферните процеси в по-дългосрочен „климатичен“ мащаб (от няколко до десетки години), която е предмет на динамичната (синоптичната) климатология. Киров [1928a] анализира смущенията в годишния ход на температурата в периода 1896–1925 г. и връзката им с картината на баричното поле както при някои подбрани типични синоптични обстановки, така и осреднено по петдневки. Той използва резултатите от забележителния труд на von Elsner [1925] за разпределението на атмосферното налягане над Европа в периода 1890–1909 г., а също и наличните в библиотеката на Дирекция на метеорологията ежедневни синоптични карти на руската, румънската и италианската метеорологични служби (фиг. 1.1–2)

В „Климатична скица на България“ [Киров, 1929b] за първи път се разглеждат някои барични центрове на действие като Исландският циклон, Си-

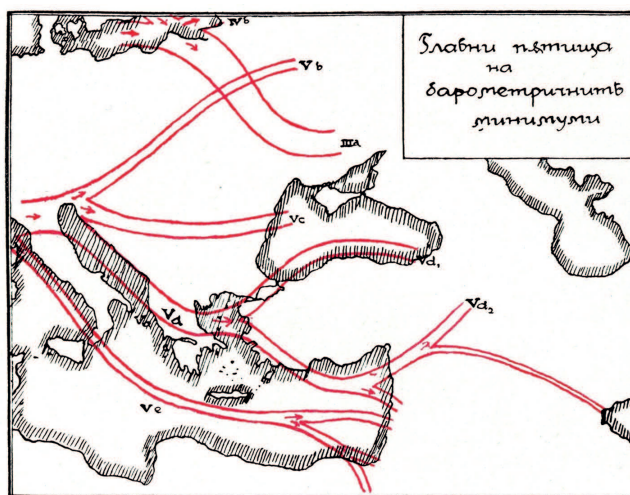




**Фиг. 1.1–2.** Средно разпределение на атмосферното налягане над Европа между 21 и 25 януари в периода 1896–1925 г. – петдневиецо, в което най-често се случват най-ниските минимални температури в годината (вляво); синоптична ситуация от 29.12.1910 г., при която са наблюдавани типичен високо-купест облак (*Altostratus*) над София и южен вятър, наречен по-късно фьон (вдясно).

бирският и Азорският антициклони (като се заключава, че те в голяма степен определят климата на България), както и пътищата на циклоните в източното Средиземноморие (фиг. 1.1–3).

Първата публикация относно режима на температурата у нас е „Вертикално разпределение на температурата в България“ [Стайков, 1912]. През 1928 г. излиза от печат студията на К. Киров върху годишния ход на температурата в България, „премирана“ от БАН [Киров, 1928a] – фиг. 1.1–1.



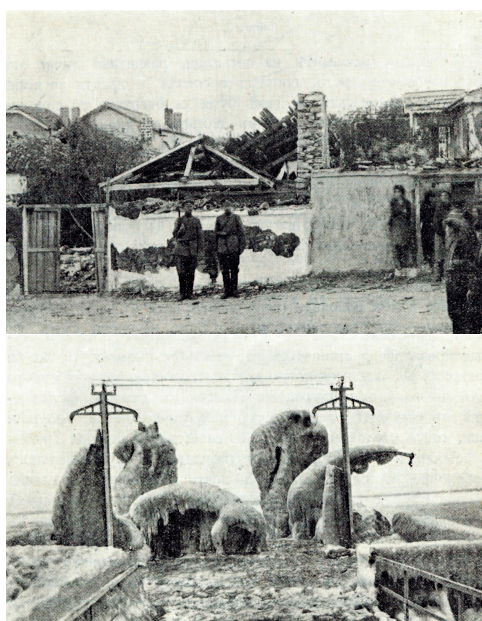
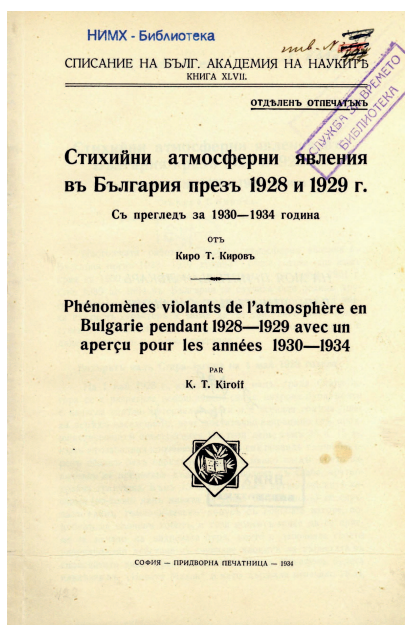
**Фиг. 1.1–3.** Главни пътища на циклоните в източното Средиземноморие по L. Weickmann; за времето и климата в България са от значение циклоните, които се движат по пътищата IIIa, Vb, Vc, Vd1, Vd2 [Киров, 1929b].

Регулярните измервания на вятъра по скорост и посока започват още с откриването на първата българска метеорологична станция в София, а първите изследвания са посветени на местните ветрове: „Фьон и бора в България“ [Райнов, 1919], „Черният вятър в България“ [Киров, 1929в].

Началото на измерванията на продължителността на слънчевото греене у нас е поставено през 1896 г. с инсталирането на хелиограф (Campbell-Stokes) в София [Калчева, 1955а]. Впоследствие такива уреди се монтират и в други станции – Казанлък (1902 г.), Образцов чифлик и Петрохан (1903 г.), Варна (1906 г.), но броят им нараства осезателно едва след 1930 г., което обяснява липсата на изследвания върху радиационния режим в този период.

Първата публикация върху режима на гръмотевичните бури за цялата страна е отпечатана през 1925 г. В нея е изследван средният дневен и годишен ход на гръмотевичните бури в България [Райнов, 1925]. В студията на Киров [1934б] „Стихийни атмосферни явления през 1928 и 1929 г. с преглед за 1930–1934 година“ (фиг. 1.1–4) са анализирани детайлно няколко особено опасни метеорологични явления през 1928–1929 г., като е направен и обзор на всички такива екстремни явления за периода 1930–1934 г.

Описана е „вихрова буря около вертикална ос“, преминала на 01.05.1928 г. през гр. Стара Загора, нанесла големи материални щети и предизвикала паника сред населението. Характеристиките на тази буря – скорост на вятъра, налягане, продължителност, път и щети – сочат, че най-вероятно това е първият подробно описан в научна статия случай на торнадо в България. В същата публикация има и детайлен анализ на изключително студената зима на 1928–1929 г., когато през февруари морето край Варна и Бургас замръзва.



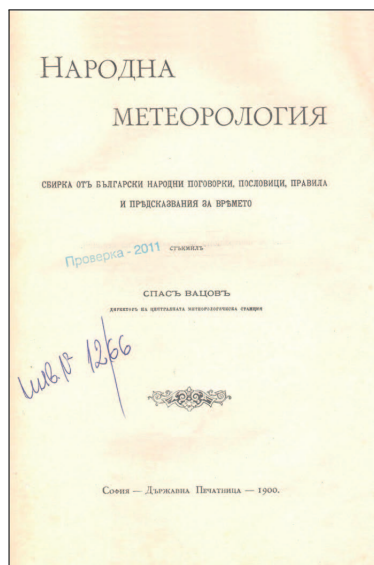
**Фиг. 1.1–4.** К. Киров, 1934 „Стихийни атмосферни явления през 1928 и 1929 г. с преглед за 1930–1934 година“ (ляво); горе дясно – отнесен от вихровата буря на 01.05.1928 г. покрив в Ст. Загора; долу дясно – замръзналото море край Варна през февруари 1929 г.

Като цяло основната пречка пред развитието на климатичните изследвания в периода 1890–1934 г. е недостатъчният брой на първокласни и второкласни метеорологични станции, както и прекалено късите климатични редици. Една реалистична оценка на развитието на метеорологичната служба е представена в юбилейния сборник „Дирекция на метеорологията (ЦМИ) 40-годишна дейност. 1894–1934“ [Янков, 1934; Калчева, 1934]. За обема и нивото на научно-приложните и климатичните изследвания може да се съди и по издавания в този период „Календар на Дирекцията на метеорологията“. (Всъщност Календарът, като периодично списание излиза от 1927 до 1946 г., а през 1929, 1930 и 1931 г. се издава от Дирекция на метеорологията – вж. [Андреев, 2014]). Този „Календар“ за 1931 г., в обем 230 страници (!), съдържа следните статии: К. Янков, „Организация на метеослужбата в България“; Р. Иванов, „Метеорологичните станции в България“; Р. Калчева, „Дъждомерните станции“ и „Една малка статистика“; К. Киров, „Кратка характеристика на климата в България (вкл. климатични области)“; Ал. Славейков и В. Медарова, „Крайни температури в България“; К. Киров и Кр. Евтимов, „Режимът на мразовитите дни в България“; К. Киров, „Честотата на земетресенията в България“ и „Интензивност на земетресенията от 14 и 18 април 1928 г.“; Вл. Христов, „Астрономичен календар за 1931 г.“; К. Киров, „Наблюдение на облаците“, вкл. снимки и схеми на основните видове облаци.

## 1.2 Начало на организиране на наблюденията и развитие на земеделската метеорология в България

Началото на земеделската метеорология у нас би трябвало да се търси при началото на „народната метеорология“, защото в земеделска страна, каквато е била България по онова време, тези две понятия са много близки [Вацов, 1900; Захариев, 1992]. Всеки народ има свои пословици и признаци за предсказване на времето. Според С. Вацов „с простонародната си метеорология, обаче, ние не падаме по-долу от другите европейски народи“. В своята „Народна метеорология“ Вацов [1900] събира 2000 пословици и правила за предсказване на времето, сътворени от „натуралистическите“ възгледи на нашия народ, свързани със земеделския и скотовъден поминък. Захариев [1992] ги обобщава, като свързва земеделските дейности и размера на реколтата с обективни причини. Характерът на времето определя хода на земеделските работи и се свързва с очакваната реколта.

Ако изключим „народната метеорология“, тогава началото на земеделската метеорология в нашата страна съвпада с началото на организирането на метеорологичната служба през 90-те години на XIX век. То е свързано с основаването и утвърждаването на тази служба у нас от нейния пръв





директор Спас Вацов. От началото на своето развитие земеделската метеорология преминава през различни етапи.

Първият от тях е периодът на полагане основите и организационното укрепване на пунктовете за наблюдение в земеделската метеорология [Киров, 1934].

През 1891 г. Вацов публикува „Програма за изучаване на климата на България с особено внимание върху важните за земеделието периодични явления при животните и растенията“. Тази програма през 1893 г. е допълнена с „Упътване към програмата за изучаване на климата в България“. Според нея през цялата календарна година е трябвало да се извършват следните наблюдения в пунктовете: 1. Положение и почва; 2. Сведения за общия вървеж на времето и някои земеделски работи; 3. Сведения за посевите; 4. Сведения за растенията; 5. Сведения за животните; 6. Атмосферни явления; 7. Прокобяване на времето (поговорки, пословици и др.). В инструкцията е предвидено да се наблюдават и описват: положението на мястото, където се извършват наблюденията, характерът на терена, видът на почвата, замръзване и размръзване на водите, началото на возене с шейна, образуване и изчезване на снежната покривка, топене на снеговете, началото и края на изкарване на добитъка на паша, началото и края на пролетното и есенното оране, как и кога са пострадали посевите от слана и град и др. В програмата е предвидено да се правят доста подробни фенологични наблюдения върху пролетната и есенната пшеница, пролетния и есенен ечемик, пролетния лимец, царевичата, просото, пролетния лен и коноп, лозята, овощните дръвчета, пасищата, ливадите и други култури. Особено важно и голямо място е отделено на „Сведения за растенията“, където е предвидено да се наблюдават 49 диворастващи дървета, храсти и треви. За да може да се прави сравнение с международния списък на растенията за фенологични наблюдения, е било предвидено да се наблюдават едни и същи растения и еднакви фенологични фази. Предвидени са наблюдения „върху особени фенологични явления, като цъфтеж и връзване на плод през есента, разлистване и разцъфтяване през зимата“ и други. Наредено е било да се отбелязват датите на идването и отлитането на прелетните птици (щъркели и лястовици), първото кукуване на кукувицата, роенето на пчелите, проносването на местните породи кокошки, пропълзяването на охлювите, крякането на жабите и други.

През 1899 г. Министерството на просвещението разпорежда създаването на комисии, които да изпращат до ЦМС всеки месец по един земеделско-метеорологичен бюлетин, който да съдържа сведения за развитието и състоянието на посевите, овощните дървета и лозята в зависимост от времето. В същата година ЦМС създава „Упътване за изпълнение на таблиците за земеделско-метеорологични наблюдения“, а от 1901 г. ЦМС възлага на наблюдателите във всички метеорологични и валежочерни станции да отбелязват в дневниците си по-важните фенологични и земеделско-стопански явления.

Със своите програми, упътвания и нареждания от 1891, 1893, 1899 и 1901 г. Дирекция на метеорологията още през първите години на своето съществуване прави големи усилия, за да се организират земеделско-метеорологичните наблюдения на територията на България, като отделя особено място на фенологичните наблюдения. Най-сериозен резултат от тези усилия, в изпълнение на Постановление на МС от 1899 г. е издаването на

„Месечен земеделски метеорологичен бюлетин“. Той е започнал да излиза през 1899 г. на български и френски език и е издаван до 1970 г. Освен материалите, събрани от земеделско-метеорологичните наблюдателни станции, в този бюлетин са публикувани сведения за състоянието на посевите от Централния земеделски изпитателен институт (ЦЗИ), загубите от градушки и други неблагоприятни метеорологични явления в земеделието от Българската земеделска и кооперативна банка (БЗКБ), състоянието на копринените буби и пчелите по данни от Царската ентомологична станция и други. Затова този бюлетин служи като източник на изключително ценна земеделска метеорологична информация.

През този етап изграждането и развитие на земеделско-метеорологичните станции, някои от които работят и до днес, е ставало в земеделско изпитателните институти и опитни полета, като например станцията в Образцов чифлик край Русе (1891 г.), Плевен (1893 г.), Садово (1896 г.), Кюстендил (1896 г.), Казанлък (1899 г.), Шумен (1900 г.). В тези станции освен стандартни метеорологични наблюдения са провеждани и по-специални земеделско-метеорологични наблюдения.

Периодът на военните и следвоенни години от 1912 до 1928 г. е период на застой. Прекъснато е и издаването на земеделско-метеорологичния бюлетин. От 1929 г. започва да излиза „Годишен земеделско-метеорологичен бюлетин“, в който се прави статистическа оценка на „нормалните и ненормалните метеорологични явления“, дават се първите разработки на по-особени атмосферни явления и влиянието им върху земеделието (измръзвания, засушавания). Всички тези разработки са наситени не само с подходящи метеорологични данни, но са съпроводени с най-добросъвестни и сравнително добре приготвени прегледи на развитието и състоянието на земеделските посеви, лозята и овощните градини. Те са богато илюстрирани със статистически данни за засетите площи, получените средни добиви и общата продукция от най-важните земеделски култури.

През периода от създаването през 1891 г. до 1934 г. земеделската метеорология е използвала информацията от фенологични наблюдения, които според Киров [1936] са основа за организирането на биологичен анализ на климата, не само за да се установи собствената природа на климата, а и да се сравни той в отделните области.

### **1.3 Изграждане на хидроложка мрежа от станции и първи наблюдения на режима на оттока в България**

Първите „измерени“ у нас водни стоежи датират от 1858 г., когато едно необикновено наводнение е отбелязано върху вратата на черквата „Св. Богородица“ в гр. Пазарджик. През 1870 г. по австрийска инициатива и със съдействие на Австрийското консулство е построен първият водомерен пост на р. Дунав при Русе за нуждите на корабоплаването. Най-старият хидрометричен пост в България е открит през 1901 г. на Черно море. През 1905 г. са открити водомерни постове по р. Марица, които през 1911 г. достигат 11 броя. Следва изграждането на водомерни постове и по реките Тунджа, Въча и др. Предназначението на тези постове е да се следи режима на водните стоежи в подкрепа на администрацията по водите при разпределението на водните ресурси, основно в напоителните райони. Първите водомерни пос-

тове са обзаведени само с водомерни рейки, изработени от дърво със заковани върху тях металически пластинки, представляващи нагряването на рейката.

Наблюдаването на водните стоежи е продължило по този начин до 1920 г. с отделни прекъсвания през Балканската и Първата световна война. Периодът до 1920 г. се характеризира с това, че хидрометричната мрежа от станции е изградена според нуждите на практиката и без научно-техническа основа. Почти липсват измервания на водните количества (изясняващи режима на реките, на които се намират водомерните постове), което прави данните до 1920 г. в голяма степен неизползваеми.

През 1920 г. е приет Закон за водните синдикати. Създава се служба по водите с отдел за хидрография, който да администрира водоползванията и да извършва хидрометричните и хидрологичните проучвания. Той организира откриването на по-голям брой хидрометрични станции, в които започват да се измерват и водните количества. Хидрометричните станции се изграждат главно на местата на бъдещите хидротехнически обекти. Ето защо 1920 г. се счита за начало на хидрометричната мрежа у нас, независимо от нейните несъвършенства и недостатъчната научна обосновка.

Независимо че след 1920 г. и до края на този период наблюденията на водните стоежи са водени вече по-правилно, въз основа на тях не е могло да се даде вярна характеристика на отточния режим даже и за реките, на които са провеждани наблюденията. За липсата на пълнота по отношение на отточните условия на реките у нас говорят и хидрологичните характеристики на някои реки, дадени в излезлия по това време том I от архива на Министерство на земеделието – „Водните сили в България“ [Мавров, 1920]. Инструкциите за провеждане на наблюденията в хидрометричните станции показват, че в Хидрографската служба са били наясно върху методиката на наблюденията на водните стоежи и целта, която се преследва с тяхното наблюдаване. Нещо повече, от Службата по водите в гр. Пазарджик било организирано вземането на проби за мътност на р. Тополница.

До 1924 г. са били открити вече 62 хидрометрични станции, но от тях няма налице достатъчно използвани данни. През 1928 г. е отпечатан първият годишник за хидрологичните наблюдения по набраните вече данни за водните стоежи през 1924 г. Годишници са отпечатани и през следващите две години за хидрологични наблюдения през 1925 и 1926 г., но след това издаването им прекъсва. В тези годишници се дават водните стоежи за наблюдаваните хидрометрични станции и постове, карта с разпределението на хидрометричната мрежа и графики с ходовите линии на водните стоежи. Дадена е също оценка за наводнението на р. Марица през 1911 г. и са направени ценни изводи. По главното течение на реката, по изчисления от напречни профили, водното количество е достигнало  $1500 \text{ m}^3/\text{s}$ . Наводнението е картирано със залетите площи (фиг. 1.3–1).

Може да се каже, че това са първите литературни сведения, които, макар и в една оскъдна форма, дават ориентировъчни характеристики за нашите реки.

След 1926 г. в някои хидрометрични станции са измервани водните количества и с хидрометрично витло. През 1928 г. в Хидрографската служба са били проектирани и построени няколко преливника главно във водосборната област на р. Тополница. През същата година е било построено и хид-





**Фиг. 1.3–1.** Картиране на наводнението от 1911 г. по р. Марица и притоците ѝ.

рометрично мостче на р. Искър при с. Пасарел. Тези мостчета, които са широко внедрени в нашата хидроложка мрежа, и досега най-често се наричат „пасарелки“. Така започнатите проучвания по режима на реките отново са изоставени през периода 1930–1935 г., като се запазват само наблюденията на водните стоежи. Като цяло данните от наблюденията в този период са без особена практическа стойност [Иванов и др., 1961]. Независимо от посочените трудности началното изграждане на хидроложката мрежа и първите наблюдения на режима на оттока в България са изключително важни, защото изцяло съответстват на нуждите на практиката и са в подкрепа на държавното управление на водните ресурси.

## ГЛАВА 2

### НАУЧНО-ПРИЛОЖНА И ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА ДЕЙНОСТ НА ЦЕНТРАЛНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕН ИНСТИТУТ (1934–1950 г.)

#### 2.1 Изследвания върху режима на основните климатични елементи и климатичното райониране на България

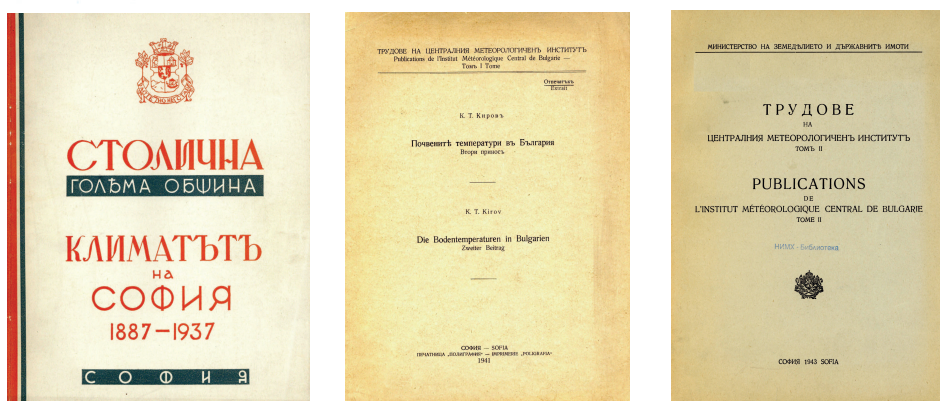
През втория етап паралелно с организационните промени и утвърждаването на дейността на хидрометеорологичната служба, като неизбежна необходимост за икономическия и обществения живот в страната, започва интензивно развитие на научните изследвания в нови за времето си направления в климатологията. По думите на Киров [1950] задачите на ЦМИ се разширяват и обхващат нови научно-приложни области: *„Бидоха открити отдели за високопланинска метеорология, за метеорологични инструменти, за земеделска метеорология и екология. Освен това изследователската дейност биде разширена и сложена на по-модерни начала“*. Започват да излизат различни метеорологични и сеизмологични годишници, бюлетини и др. Това означавало да се прави разнообразна обработка на данните от наблюденията, т.е. да се създава т.нар. вторична информация – различните разработки като справки, сведения, експертизи, прогнози, научни разработки, публикации и други интерпретации и обобщения на тези данни [Станев, Кючукова и Лингова, ред., 1991].

Построяването на високопланинските метеорологични станции е голямо постижение на българската метеорологична служба, оценено и от европейската метеорологична общност [Андреев, 2014]. Във връзка с участието на България във „II-та международна полярна година, 1.08.1932–1.08.1933 г.“, К. Киров още през февруари 1928 г. (вече като директор на ЦМИ) предлага първата високопланинска метеорологична обсерватория да бъде изградена на вр. Мусала. Той отбелязва: *„Главното съображение бе значително по-големата надморска височина на вр. Мусала, установен от швейцарския географ Marcel Kurz факт, че той е най-висок връх в Балканския полуостров... Мусала заема четвърто място сред европейските обсерватории след Jungfrau-Joch 3457 m, Sonnblick 3106 m, и Zugspitze 2964 m“* [Киров, 1934a]. Преди това Юлиус фон Хан (през 1893 г.) и Карл Каснер (през 1905 г.) са предлагали да се изгради метеорологична обсерватория на Черни връх, което става факт само три години след официалното откриване на метеорологичната станция на вр. Мусала. През 1940 г. е завършена и третата високопланинска обсерватория – на вр. Ботев.

Сборникът „Столична голяма община. Климатът на София. 50 години метеорологични наблюдения в София 1887–1937“ [145 стр.] излиза през 1938 г. с предговор от инж. Ив. Иванов, кмет на София по онова време, и включва статиите на: К. Киров, „Принос към изучаване климата на София“, „Значението на Черновръшката наблюдателница за изучаване атмосферата над Софийско поле“ и „Режима на вятъра в София и значение при въздушно-химичната отбрана“; К. Каснер, „Спомени за Спас Вацов“; К. Янков, „Атмос-



Зданието на Ц. М. И. — ул. Регентска

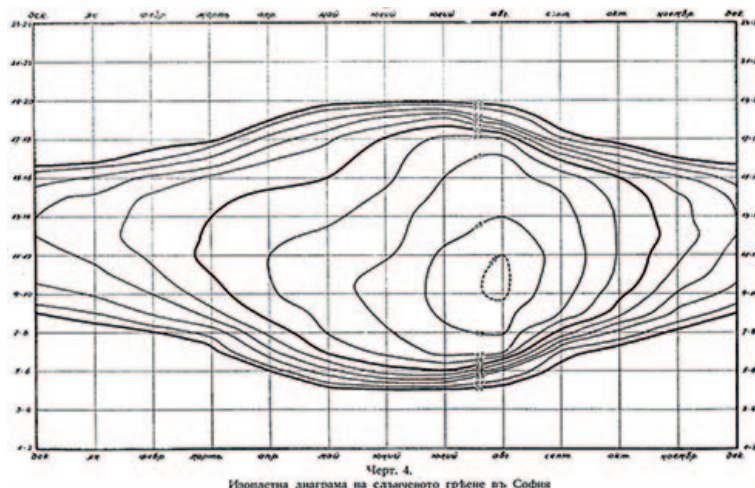


**Фиг. 2.1–1.** Сградата на ЦМИ (1938 г.) – горе; Корици на: сборника „Столична голяма община. Климатът на София. 50 години метеорологични наблюдения в София 1887–1937“ (1938 г.), статията „Почвените температури в България: втори принос“ от К. Киров в том I от „Трудове на ЦМИ“ (1941 г.) и том II от трудовете на ЦМИ (1943 г.) – долу.

ферно налягане в София“; Р. Калчева, „Продължителност на слънчевото греене и режима на облачността в София“; Н. Геннадиев, „Изпарението в София“; Л. Кръстанов, „Прозрачност на въздуха в София“; К. Киров и Л. Кръстанов, „Климатични колебания“ [Сборник статии, 1938].

В периода около началото на Втората световна война са подготвени първите два тома от „Трудове на ЦМИ“ (съответно издадени през 1941 и 1943 г., вж. фиг. 2.1–1), в които са включени статии по климатология, физика на





**Фиг. 2.1–2.** Изоплетна диаграма на средния дневен ход слънчевото греене през различните месеци в София в периода 1897–1936 г. [Калчева, 1938].

атмосферата, метеорологичен инструментариум, планинска метеорология, математическа статистика и сеизмология. Някои климатични разработки по динамична климатология са публикувани в „Известия на метеослужбата във войската“. Интересни изследвания има върху режима на вятъра по Черноморието, като напр. „Бурите в Черно море“ [Михайлов, 1940a].

В работата на Михайлов „Въздушните маси над България“ се прави типизация на различните видове въздушни маси над България според техния първоначален произход и тяхната траектория до достигането на Балканския полуостров (морски и континентални, арктични, субполярни и субтропични). Класифициран е всеки ден от календарната 1940 г. [Михайлов, 1940b]. В „Типове време в Югоизточна Европа“ Бакалов прави класификация на синоптичните обстановки над югоизточна Европа на база четири основни типа: северозападен (океански), североизточен (континентален), западен (средиземноморски) и антициклонален. Използвана е и типизацията на въздушните маси на Михайлов, относно типа на нахлуванията [Бакалов, 1942]. В други две работи на Бакалов през този период [Бакалов, 1940, 1941] са изследвани и класифицирани застудяванията и затоплянията над България, като броят на депресиите е представен средно сезонно за периода 1899–1938 г.

През 1940 и 1941 г. са отпечатани две статии на К. Киров върху режима на почвените температури в страната [Киров, 1940, 1941]. Годишният ход и разпределението на средните месечни и на екстремните температури на въздуха в България са анализирани в Станев [1950] и Киров и Станев [1950].

Върху особеностите и режима на слънчевото греене в София работи Р. Калчева (вж. фиг. 2.1–2), а обобщени резултати за територията на цялата страна са публикувани в том IV от трудовете на ЦМИ, издаден през 1955 г. като „Трудове на ХМС“ [Калчева, 1938, 1955].

През 1939 г. е публикувана работата на Л. Кръстанов относно поройните дъждове [Кръстанов, 1939]. Разработки върху режима на валежите в нашата страна – основни характеристики, пространствено разпределение и райо-



Фиг. 2.1–3. Климатично райониране на България според особеностите на валежния режим (Калчева, 1950, в Трудове на ЦМИ – том III).

ниране на страната според особеностите на валежния режим (фиг. 2.1–3) са включени в том II и том III от Трудовете на ЦМИ [Калчева, 1943, 1950]. В този период са направени обширни изследвания относно засушаванията в България [Киров, 1948; Ганев и Кръстанов, 1952]. През 1951 г. е отпечатан „Климатичен наръчник за България“ под редакцията на Л. Кръстанов.

## 2.2 Начало на агрометеорологичните изследвания у нас

През този период са публикувани първите научни разработки в областта на земеделската метеорология. През 1936 г. К. Киров и Р. Калчева разработват флористичен календар на София на базата на фенологичните наблюдения за периода 1901–1910 г. върху 68 овощни, горско-дървесни, храстови вида и диворастящи тревисти растения. Тогава се публикува и първата разработена за нашата страна фенологична карта за „Цъфтенето на кайсията“ с изчертани изофени по данни от 61 фенологични пункта в страната [Киров и Калчева, 1936] – фиг. 2.2–1 и 2.2–2.

Началният етап на развитие на земеделската метеорология не е довел до изграждане на постоянна агрометеорологична мрежа за наблюдения и измервания, а отделните изследвания не са систематични и не са разглеждали комплекса от условия на външната среда и растежа, развитието и формирането на добива от селскостопанските растения в тяхната взаимна връзка и обусловеност. Затова набраната през това време агрометеорологична информация има някои методични несъвършенства. Така например датите на започване на жътвата на есенния ечемик не се отнасят до цялата страна.



**Фиг. 2.2–1.** Дати на настъпване на фенологичните фази при кайсията и карта за настъпване на датите на цъфтеж [Киров и Калчева, 1936].

През отделните години сведенията не са изпращани от един и същи пункт и няма нито едно населено място, от което да може да се образува непрекъснатата редица. Такива данни са задоволявали интереса на вестниците от подобен род новини, но от тях не могат да се правят съществени изводи за тогавашната земеделска практика.

На по-здрави основи е поставено събирането на земеделско-метеорологичните данни в земеделските изпитателни станции и опитни полета. За съжаление дълги редици от тях също трудно могат да се съставят поради голямото биологично разнообразие на местните сортове, които не са ясно диференцирани и чиито характеристики не са подробно описани. Едновременно с това според Тодоров [1952, 1953] не е точно регистрирана агротехниката за тяхното производство, почвеното разнообразие и неговото потенциално плодородие.

Този период от развитието на агрометеорологията (земеделска метеорология) е съпроводен с методични несъвършенства. Независимо от тях, според К. Киров, резултатите показват, че България отдавна е имала не само вътрешна, но и международно призната земеделско-метеорологична служба, каквато съседните и по-далечни държави не са имали. За това време „фенологичните наблюдения не са били по-лоши, отколкото в другите страни, обаче за модерните изисквания, специално за разрешаване на задачите на агрономията те се явяват недостатъчни“. Събраните материали са единствени в България и при необходимост могат да дадат една добра и ценна ориентация в тази област. „Като се имат предвид всички макар и скромни постижения от далечното минало из областта на земеделската метеорология ние не считаме, че е полезно за нас и за нашата страна да се забравят българските постижения, докато в други по-напреднали държави обективното изтъкване на собствени успехи се счита за важен патриотичен дълг, такова забравяне постиженията на отечествената наука и нейната история поставя под съмнение или даже обезценява и всички последващи постижения“, казва Киров [1952].



Флористичен календар			дарь на София			
№ по ред	Наименование	Место на цветенето	Средна дата на цветенето	Най-ранна дата на цветенето	Най-късна дата на цветенето	Липсват данни за годините
37	Ябълка — <i>Pirus malus</i>	Навсъкжде	22. IV.	13. IV. 1901, 1902	7. V. "	
38	Жълт салкът — <i>Caragana arberese</i>	Парка на Ц. М. С.	26. IV.	12. IV. 1903	9. V. "	
39	Люляк — <i>Siringa vulgaris</i>	Навсъкжде	29. IV.	19. IV. 1901	9. V. "	
40	Два череша — <i>Prunus padus</i>	"	1. V.	19. IV. 1901	8. V. 1907, 1908, 1910	
41	Калина — <i>Viburnum lantan</i>	Парка на Ц. М. С.	(1. V.)	21. IV. 1902	11. V. 1907	1910
42	Дикъ кестен — <i>Aesculus hippocastanum</i>	" " " и Ал. градина	3. V.	22. IV. 1901	" V. "	
43	Тънколистен божур — <i>Paeonia tenuifolia</i>	" " "	(3. V.)	(22. IV. 1906)	10. V. "	1902
44	Божур — <i>Paeonia coralina</i>	" " "	3. V.	24. IV. 1901	23. V. "	
45	Киселъ трънъ — <i>Berberis vulgaris</i>	Градина Докторски паметникъ	(4. V.)	(21. IV. 1901)	12. V. "	1902
46	Кандилка — <i>Aquilegia vulgaris</i>	Парка на Ц. М. С.	5. V.	29. IV. 1901	10. V. "	
47	Доля — <i>Cydonia vulgaris</i>	Град. Докт. пам. и другде	(6. V.)	(25. IV. 1906)	15. V. "	
48	Храстъ — <i>Lonicera tatatica</i>	" " "	(6. V.)	3. V. 1909, 1910	13. V. "	1901, 1902
49	Дива оскоруша — <i>Sorbus aucuparia</i>	Парка на Ц. М. С.	6. V.	" V. "	17. V. 1907	1909, 1910
50	Заравецъ — <i>Geranium macrorhizon</i>	" " " и другде	7. V.	29. IV. 1901	13. V. 1903	
51	Жълт салкът — <i>Cytisus laburnum</i>	" " "	8. V.	25. IV. 1906	24. V. 1909	
52	Бяла перуника — <i>Iris Florentina</i>	" " "	8. V.	30. IV. 1906	12. V. 1907	
53	Глогъ — <i>Crataegus oxiacantha</i>	Градина Докторски паметникъ	9. V.	(4. V. 1909)	15. V. 1907, 1910	
54	Сина перуника — <i>Iris germanica</i>	Парка на Ц. М. С. и другде	(12. V.)	7. V. 1901	19. V. 1907	1901, 1902, 1910
55	Червенъ салкът — <i>Robinia rubrum</i>	Навсъкжде	14. V.	8. V. 1903	22. V. 1910	
56	Кучи дрънъ — <i>Cornus stolonifera</i>	Парка на Ц. М. С. и другде	(14. V.)	1. V. 1906	22. V. 1908	1905, 1910
57	Малина — <i>Rubus idaeus</i>	" " "	(14. V.)	6. V. 1904	26. V. 1907	1903, 1908, 1910
58	Свирюкъ — <i>Sambucus nigra</i>	Навсъкжде	(16. V.)	9. V. 1902	" V. "	1906, 1907, 1910
59	Бяла акация — <i>Robinia pseudacacia</i>	"	17. V.	14. V. 1909	22. V. 1910	
60	Шилка — <i>Rosa canina</i>	Градина Докторски паметникъ	17. V.	7. V. 1901, 1903	28. V. 1907	
61	Синъ павитъ — <i>Clematis integrifolia</i>	Парка на Ц. М. С.	18. V.	10. V. 1906	23. V. 1907	
62	Бялъ павитъ — <i>Clematis erecta</i>	" " "	18. V.	10. V. 1906	25. V. 1907	
63	Градински божуръ — <i>Paeonia decora</i>	" " "	(20. V.)	" V. "	30. V. 1907	1901, 1902, 1910
64	Свирюкъ — <i>Sambucus nigra</i>	Парка на черкв. „Св. София“	(22. V.)	18. V. 1908, 1909	" V. "	1906, 1907, 1910
65	Ижирче — <i>Symphoric racemosus</i>	Александрова градина	(24. V.)	(18. V. 1906)	29. V. 1907	1901, 1902, 1910
66	Булденско цъте — <i>Philadelphus coron</i>	Парка на Ц. М. С.	(4. VI.)	" V. "	11. VI. 1907	1902, 1903, 1910
67	Черничка — <i>Ligustrum vulgaris</i>	Александрова градина	(7. VI.)	1. VI. 1901	12. VI. 1910	1902
68	Лоза — <i>Vitis vinifera</i>	"	(15. VI.)	" V. "	23. VI. 1905	1902, 1910

Цътене на кайсията				
	Надморска височина	Дати на разцътяването на кайсията		
		срѣдна дата	най-ранна дата	най-късна дата
Кула	295	3. IV.	5. III. 1908 г.	28. IV. 1907 г.
Ломъ	40	2. IV.	8. III. 1903	22. IV. 1907
Б. Слатина	130	(2. IV.)	5. III. 1903	28. IV. 1907
Рахово	95	3. IV.	5. III. 1903	27. IV. 1907
Плѣвнѣ	125	31. III.	3. III. 1903	28. IV. 1907
Луковитъ	130	1. IV.	4. III. 1903	27. IV. 1907
Троянъ	420	(1. IV.)	16. III. 1904	28. IV. 1907
Тетевенъ	415	4. IV.	19. III. 1901	28. IV. 1907
Ловечъ	210	28. III.	3. III. 1903	27. IV. 1907
Сухиндолъ	245	30. III.	2. III. 1903	27. IV. 1907
Севлиево	200	30. III.	5. III. 1903	27. IV. 1907
Габрово	375	5. IV.	11. III. 1902	28. IV. 1907
Тръна	435	8. IV.	28. III. 1902	28. IV. 1907
Несарево	105	26. III.	12. II. 1902	28. IV. 1907
Търново	210	25. III.	12. II. 1902	27. IV. 1907
Павликени	155	30. III.	9. III. 1908	27. IV. 1907
Свищовъ	70	(31. III.)	11. III. 1908	23. IV. 1907
Русе	45	28. III.	5. III. 1902	25. IV. 1907
Обр. Чифликъ	158	5. IV.	14. III. 1902	29. IV. 1907
Кубратъ	335	5. IV.	18. III. 1902	30. IV. 1907
Тутраканъ	35	5. IV.	23. III. 1901—1902, 1906 г.	28. IV. 1907
Силистра	26	31. III.	6. III. 1902 г.	28. IV. 1907
Исперихъ	275	4. IV.	17. III. 1902	2. V. 1907
Разградъ	205	1. IV.	3. III. 1902	28. IV. 1907
Омуртагъ	530	3. IV.	1. III. 1908	3. V. 1907
Търговище	180	1. IV.	14. III. 1902	28. IV. 1907
Шуменъ	230	29. III.	3. III. 1902	28. IV. 1907
Кабленикъ	298	3. IV.	5. III. 1902	2. V. 1907
Нови Пазаръ	105	(1. IV.)	5. III. 1902	28. IV. 1907
Добричъ	220	5. IV.	14. III. 1902	3. V. 1907
Каварна	125	8. IV.	9. III. 1908	3. V. 1907
Балчикъ	45	1. IV.	9. III. 1908	28. IV. 1907
Варна	35	(30. III.)	9. III. 1908	23. IV. 1907
Прования	35	26. III.	9. III. 1908	23. IV. 1907

	Надморска височина	Дати на разцътяването на кайсията		
		срѣдна дата	най-ранна дата	най-късна дата
Лйтосъ	100	28. III.	9. III. 1908 г.	23. IV. 1907 г.
Несебъръ	10	29. III.	10. III. 1902	25. IV. 1907
Бургазъ	5	28. III.	10. III. 1902	22. IV. 1907
Карнобатъ	215	27. III.	16. II. 1902	23. IV. 1907
Котелъ	515	3. IV.	18. III. 1903	28. IV. 1907
Сливенъ	275	26. III.	4. III. 1902	19. IV. 1907
Янболъ	135	27. III.	5. III. 1902	22. IV. 1907
Елхово	130	26. III.	5. III. 1902	17. IV. 1910
Тополовградъ	285	25. III.	5. III. 1902	18. IV. 1907
Любимецъ	55	24. III.	5. III. 1902	12. IV. 1905
Хасково	195	22. III.	5. III. 1902	13. IV. 1907
Чирпанъ	170	22. III.	5. III. 1902	10. IV. 1907
Симеоновградъ	90	26. III.	8. III. 1908	16. IV. 1907
Нова-Загора	130	23. III.	23. II. 1902	16. IV. 1907
Стара-Загора	235	21. III.	28. II. 1902	18. IV. 1907
Казанлъкъ	370	3. IV.	19. III. 1902	28. IV. 1907
Шипка	570	7. IV.	21. III. 1901	30. IV. 1907
Калоферъ	625	4. IV.	23. III. 1906	28. IV. 1907
Карлово	445	30. III.	1. III. 1903	25. IV. 1907
Бръзово	235	27. III.	10. III. 1903	24. IV. 1907
Садово	150	26. III.	9. III. 1903	18. IV. 1907
Пловдивъ	160	23. III.	4. III. 1903	18. IV. 1907
Пазарджикъ	205	27. III.	10. III. 1908	19. IV. 1907
София	550	5. IV.	25. III. 1903	28. IV. 1907
Божурище	560	12. IV.	28. III. 1902, 3.	2. V. 1907
Саноковъ	950	19. IV.	7. IV. 1902	8. V. 1907
Кюстендилъ	525	2. IV.	15. III. 1902	28. IV. 1907

Фиг. 2.2—2. Флористичен календар на София и цътене на кайсията в България [К. Киров и Р. Калчева, 1936] (факсимиле).

Независимо че земеделската метеорология не е разполагала със собствен метод на изследване и наблюдателна мрежа, в този период голяма част от изследванията на климата са провеждани с цел обслужване на земеделието. По това време климатолозите са направили опит да характеризират явленията, които най-пряко са оказвали влияние върху земеделското производство. През 1930 г. Киров използва „индекса на сухостта“ на Де Мартон, като определя засушливите райони и периоди в България. По-късно той разглежда засушаването и сушата като „относителни“ понятия и метеорологичните предпоставки за настъпването им в различните климатични области на България. Той разглежда проблемът със сушата и борбата с нея в контекста на влиянието ѝ върху земеделието [Киров, 1930, 1948].

В свои изследвания Кирияков [1940, 1941] установява, че районите на земеделското производство са на границата на засушливостта, а засушаванията по време на вегетацията на различните култури са проучвани още в средата на миналия век. За целите на земеделието Киров [1950a] изследва температурния режим в България и значението му за растителността. Разгледан е също „относителния воден баланс“ на Селянинов. Направени са препоръки за използване на определени „елементарни и комплексни“ показатели, в резултат на критичен анализ на отношението на „реалността“ към индикаторите в агроекологията. В друга публикация от 1950 г. Киров изследва режима на замръзването на почвата в България. В резултат на това са получени средните стойности на минималните температури и появата на замръзване на различни дълбочини, честотата и продължителността на периода на замръзването, средният брой на дните с температури по-ниски от 0°C, както и интензивността на замръзването [Киров, 1950b].

През 1938 г. в Централния метеорологичен институт се открива специален агрометеорологичен отдел с ръководител К. Кирияков, върнал се наскоро от специализация при Джироламо Ацци в Италия. С това започва „екологичният етап“ в развитието на земеделската метеорология в България. Поставя се началото на изучаването на растежа и развитието на земеделските растения и метеорологичните условия в тяхната взаимна връзка при формирането на продуктивността на растенията. До този момент се развива преди всичко земеделската климатология, която няма собствен метод на изследване и прилага методите на общата физическа климатология, като разработва по-подробно някои метеорологични елементи от значение за земеделската метеорология. Всяка по-подробна характеристика на метеорологичните явления е много полезна, но не разрешава специфичните проблеми на земеделската метеорология. К. Кирияков още през 1938 г. смята, че е необходимо разработване на характеристика на климата на всяко отделно място, за всяка култура, за всеки подпериод от вегетационния цикъл на селскостопанската култура. Земеделската характеристика на времето трябва да включва определени стойности на метеорологичните елементи в границите на недостиг, оптимум и прекомерност.

В края на 30-те и началото на 40-те години на XX век се появяват публикации, в които се търси връзка между климатичните условия и биологичните изисквания на съответната култура. Кирияков [1940] изследва климатичните райони с оглед отглеждане на пшеница в България. В резултат на това изследване е установено, че съществува голям недостиг на валежи по време на изкласяването и преовлажнение по време на зреенето на пшеницата. Въз



основа на три фактора – недостиг на валеж, прекомерен валеж и прекомерна температура, са очертани шест основни климатични райони за отглеждането на зимната пшеница:

- *Студена и влажна планинска област*, където доминират прекомерните валежи и ниските температури. Това ограничава възможностите за отглеждането и разпространението на пшеницата;
- *Подпланинска влажна зона*, но и с недостиг от валежи през някои години, главно по време на сеитба;
- *Междинна умерено влажна, умерено суха и умерено гореща зона* – високите полета на Югозападна България, Северозападна България и прибалканските територии на Северна България;
- *Влажно-гореща зона, но и със значителен недостиг на валежи, главно по време на сеитба* – по-голямата част от Северна България, Североизточна и част от Южна България;
- *Отчасти смекчен температурен режим, но и със значително чест недостиг от валежи* и сравнително по-малко прекомерни валежи, главно в Югоизточна България;
- *Сухо-горещи зони с по-редки прекомерни валежи* – централната част на Южна България.

В монографията „Климатът на пшеницата в България“ [Киряков, 1941] се предлага метод за изследване на климата на по-важните култури. В основата на този метод се поставят изискванията на културата и метеорологичните граници (еквиваленти) на оптимум, недостиг и излишък. Счита се, че метеорологичният еквивалент е райониращ признак. Методиката включва два етапа: 1. Изследване на климатичните условия през вегетационния период; 2. Идентифициране на неблагоприятни периоди по време на вегетацията. След основен анализ на климатичните условия да се намерят благоприятни интервали за развитието на културата или да се улеснят бъдещите „подобрителни“ работи с цел постигане на сполучливо адаптиране на отделните култури към климатичните условия. Най-напред методът за характеристика на климатичните условия в България е приложен с оглед отглеждане на зимна пшеница в различните климатични области. Използват се набраните многогодишни данни (1900–1940 г.) от метеорологичните и фенологични наблюдения в ЦМИ, данните от Дирекцията на статистиката и данните от наблюденията от сравнителните опити със сортове пшеница от земеделските институти и опитни станции за периода 1903–1934 г. В монографията К. Киряков изследва двата най-важни метеорологични елемента – валежите и температурата на въздуха, като отделя особено внимание на основните периоди в развитието на пшеницата: сеитба, братене, изкласяване и узряване. Подробният анализ на данните му позволява да установи най-подходящите срокове за оптимално развитие, съобразно температурните и влажностни еквиваленти на Д. Ацци. Киряков [1949] отделя специално внимание на периода на есенната сеитба на зимната пшеница. Изследвани са валежите и температурите през периода на есенна сеитба по данни за периода 1901–1939 г. Валежите са разгледани по дестдневки, като е изследвана степента на засушаване и честота в проценти с валежи до  $5 \text{ l/m}^2$  и месечни валежи с 50, 40 и  $30 \text{ l/m}^2$ . Температурата на въздуха е изследвана по честота на годините със средна месечна температура по-висока от  $15^\circ\text{C}$  и по-ниска от  $5^\circ\text{C}$ , както и дата на траен преход на температурата под  $5^\circ\text{C}$ . Направени са

препоръки за сроковете на сеитба на зимната пшеница в различните райони. В свое изследване върху показателите, определящи разпространението на пшеничните сортове у нас, Киряков [1943] прави земеделско-екологична характеристика на сортовете, отглеждани у нас по това време. За целта използва следните показатели: продуктивност, зимоустойчивост, сухоустойчивост, устойчивост на полягане и ръжди. Характеризирани са температурните и влажностните условия през подпериодите от развитието на пшеницата. Научната работа по земеделска метеорология, започната с пшеницата е продължена от К. Киряков през 1947 г. с друга основна земеделска култура – царевицата. В изследването са установени температурните и влажностни изисквания в някои от основните фази от развитието: сеитба, поникване, изметляване и узряване [Киряков, 1947].

В подобно изследване К. Киров разглежда природните условия за отглеждане на соя у нас и районите, които ги осигуряват [Киров, 1935].

През този период започва работата и по изследване на неблагоприятните за земеделието явления – мраз, суша, градушки и средства за борба с тях. Идентифицирани са и са описани основни повреди, регистрирани при зимната пшеница. През 1929 г. Киров дефинира „черния вятър“ и вредността му. Явлението възниква при съчетанието на висока температура на въздуха, ниска влажност и висока скорост на вятъра. Степента на вредност се определя от интензивността и продължителността. Особеностите на нашия климат във връзка с явлението „припламване“ на посевите от пшеница изследва и Киряков [1944]. Явлението е свързано с температури, по-високи от оптималните по време на изкласяването, което води до намаляване на добивите. Повредите, възникващи в резултат на неблагоприятни условия по време на презимуването и метеорологичните предпоставки за възникването им, обобщава Киров [1943]. Той установява, че състоянието на растенията до навлизането им в периода на покой определя устойчивостта им на повреди. Най-често срещаните повреди са измръзване и изтегляне, като вероятността от настъпването им е значително по-голяма в източните райони, в които режимът на снежната покривка е неблагоприятен. Въпросът за сушите е предмет на много разработки през този период. Изследвани са влиянието на сушата през различни периоди от развитието на растенията, различните видове засушавания и типове суховеи и са посочени причините за възникването им [Киров, 1940]. Киряков [1945a] разглежда пролетната и лятна суша през 1945 г. и неблагоприятните условия, които се създават. Направен е сравнителен анализ с предходни типични сухи години. Същият [Киряков, 1945b] разглежда и някои особености в разпределението на градушките в България и техния годишен и ежедневен ход.

През 50-те години на миналия век, се появява необходимост от създаване на методология за провеждане на агрометеорологичните изследвания. В своя доклад „Метеорология и земеделие“ Киров [1944/1945] обосновава необходимостта от развитие на краткосрочните и дългосрочни прогнози, тяхното разпространение и значението им за земеделието. Освен краткосрочните прогнози, които имат важно значение за „извършването на утрешната полска работа – оран, жетва, сеитба, коситба, вършитба, превозване на снопи, бране на тютюн, пръскане лозята, гроздобер и т.н.“, Киров отбелязва голямото значение на дългосрочните прогнози за земеделието – месец, сезон, година. „Добре в някои случаи смисълът и значението на метеорологията за

земеделието, извънредно пресилено, се почти отъждествява с дългосрочната прогноза на времето. Къде каква култура да се сее: есенни или пролетни култури, зърнени храни, фуражи, или интензивни култури; издръжливи на суша или на по-голяма влага; чувствителни или по-малко зависими от мразовете, сланите и градушките; да се запасят ли селяните и народите с големи количества храни или да ги изнасят на пазара и т.н.“ Според него, най-голям „ентусиазъм“ предизвикват „предвижданията за земеделските реколти“ въз основа на времето през предшестващите месеци и сезони, но изразява своите резерви. Във връзка с това препоръчва да се използват статистико-емпирични и експериментално-физиологични методи за определяне на „критични периоди“ в развитието на растенията. Също така, още тогава поставя въпросът за устойчивото земеделие – „... от голямо значение е да се стабилизира земеделският добив между две близки граници, чрез разпространението на растителни видове и сортове, които са най-добре приспособени към климата и следователно гарантират най-добър добив“.

Критичен преглед на съществуващите до момента методи в агрометеорологията прави Киряков [1946] в своя доклад пред Секторното съвещание на специалистите в земеделските опитни институти „Начини и методи за оценка на екологичните условия“. Според него използваните до този момент методи, характерни за климатологията, не са достатъчни, за да характеризират климата за нуждите на земеделието. Там той обобщава предимства и недостатъци на двете, съществуващи в момента школи – на Селянинов и Ацци. Представя и специфичните агрометеорологични показатели, някои от които се използват и до днес. В оценката на екологичните условия той включва и характеристика на почвите. Посочва и методи за оценка на условията за развитие и някои вредители.

### 2.3 Начало на хидроложките изследванията в България

През 1935 г. под ръководството на Б. Марчинков започва системно измерване на водните количества в по-голям брой хидрометрични станции. След 1935 г. броят на хидрометричните станции расте, като до 1950 г. се удвоява (табл. 2.3–1). През следващите периоди хидрометричната мрежа на България се реорганизира и оптимизира, част от станциите се закриват (относително малък брой), а се откриват нови (фиг. 2.3–1).

Табл. 2.3–1. Нарастване на броя на хидрометричните станции и постове

Година	1901	1911	1924	1935	1949	1950	1955
Брой хидрометрични станции и постове	1	11	62	123	259	265	282

С развитието на водните синдикати нараства необходимостта от попълни хидрологични данни. За целта пред 1935 г. в отделението за водите при Министерството на земеделието се създава инспекторат по хидрография. Първата и основна работа на този инспекторат е да извърши преустройството на създадената дотогава хидрометрична мрежа. Реорганизацията на мрежата се забавя поради трудностите от различно естество, които среща, вкл. и поради липсата на данни за режима на реките. Изследванията са продължили със съществуващата мрежа. Разработени са инструкции



**Фиг. 2.3–1.** Карта на хидрографската мрежа с хидрометричните станции на територията на България към 1953 г. [*Водното стопанство на НР България, 1959 г.*].

за наблюдаване на водните стоежи и упътване за измерване на водните количества с хидрометрично витло. В същия дух се развива хидрометричната мрежа до 1949 г., когато станциите достигат на брой 259, от които 20 кладенеца за изучаване на подземните води и 8 поста по Черно море и някои езера.

В периода от 1935 до 1950 г. се изгражда добре организирана хидрометрична служба. През този период са отпечатани и годишници за хидрографските наблюдения в страната от 1934 до 1941 г. Първите два годишника съдържат в систематичен вид освен водните стоежи на наблюдаваните реки (вкл. и р. Дунав) и на Черно море, също и водните стоежи на кладенците за подземните води в Карабоазката и Видинската низина. Към годишниците са дадени и карти с разположението на станциите от хидрометричната и дъждомерната мрежа както и карта с разположението на кладенците, в които е наблюдавано нивото на подземните води. Независимо от трудностите, които са се срещали и слабостите, които са били допускани през този период, може да се каже, че за използваеми се смятат хидрологичните данни след 1935 г. [Маринов, 1964].

Масштабното хидротехническо строителство след 1947 г. вече изисква точни и по-пълни хидрологични данни за водностопанските изследвания, както при проектирането така и при експлоатацията на изградените вече обекти. Данните от откритите дотогава станции не могат да задоволят нуждите на практиката. Една от слабостите на създадената до 1949 г. мрежа е разположението на станциите (първоначално в съответствие с развитието на хидромелиорационните дейности). Измерванията на водните количества по станциите са малко на брой (най-често 1- 2 на година), и са правени главно при ниски и средни води. Срещат се само отделни измервания на

средновисоки и високи води. Всичко това налага спешно да се подобри работата в областта на хидрологията. В тази връзка през 1947 г. Хидрографската служба (ХС) от Министерството на земеделието преминава към Министерството на електрификацията, а през 1950 г. тя се обособява като самостоятелна хидроложка служба към същото министерство. Разгледани са недостатъците на тогавашната мрежа и са направени предложения за реорганизация на службата. В резултат на това през 1950 г. са били закрити 38 хидрометрични станции и открити 44 нови такива предимно във високопланинските части. Върху последното е дало най-вече отражение бързо развиващото се водноенергийно строителство и включването на хидроложката служба към Министерството на електрификацията [Иванов и др., 1961].

Резултати от научните изследванията са публикувани в „Трудове на ЦМИ“. Обработените данни от измерванията се публикуват в годишници, като от 1940 г. са публикувани отделно водните стоежи от водните количества, а за периода 1940–1944 г. се дават заедно водни стоежи и количества.

## ГЛАВА 3

### ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА ДЕЙНОСТ НА ИНСТИТУТА ПО ХИДРОЛОГИЯ И МЕТЕОРОЛОГИЯ В ОБЛАСТТА НА КЛИМАТОЛОГИЯТА, АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯТА И ХИДРОЛОГИЯТА (1950–1989 г.)

#### 3.1 Развитие на изследванията в основни научни направления на съвременната климатология

През по-голямата част от третия етап от историята на ХМС отново основно направление са климатичните изследвания и обобщения. В създадената през 1954 г. секция по климатология на ИХМ през следващите 15–20 години са разработени почти всички основни въпроси от общата климатология и климатография на България – режимът на основните метеорологични елементи и комплекси от тях [Андреев, 2014]. Благодарение на успешната работа в секцията, ръководена от Л. Събев, в кратки срокове излизат том III (от поредицата „Трудове на ЦМИ“), а по-късно и том IV (под името „Трудове на ХМС, т. IV“). Като завършващ резултат на споменатите климатологични изследвания на отделните метеорологични елементи са създадените през 1956 г. „Климатичен справочник на НРБ“ и „Климатичен атлас на НР България“ (под редакцията на Л. Кръстанов и Л. Събев), който със своите 90 цветни карти, повечето от които в мащаб 1:1 000 000, нарежда нашата страна сред немногото държави, разполагащи тогава с подобен атлас. Монографията „Климатичните райони на България и техният климат“ [Събев и Станев, 1959] обобщава дотогавашната работа по климатология у нас и същевременно е систематизиране и добре обосновано райониране на страната в климатично отношение при отчитане ролята на климатообразуващите процеси. С тези работи може да се каже, че се полага основата на по-детайлна и систематизирана статистическа обработка и физическа интерпретация на вече значителния по обем натрупан материал от наблюдателните данни в нашата метеорологична мрежа [Станев, Кючукова и Лингова, ред., 1991].

Развитието на климатологията като тематиката и методология през втората половина на миналия век се определя основно от бързото развитие на новите икономическите отрасли. Започват първите микроклиматични изследвания във връзка с построяването на горски полезащитни пояси [Блъскова, 1955]. Благодарение на експедиционни проучвания са получени първите количествени показатели за влиянието на различните форми на терена върху микроклимата. Започва изграждането на актинометричната мрежа, с което се полагат основите за развитие на радиационната климатология и актинометрията за научно-приложни цели. Под ръководството на М. Кючукова започват наблюдения върху изпарението от свободна водна повърхност в много станции от метеорологичната мрежа. В този период в ИХМ се полагат основите на техническата климатология, на медицинска климатология и изследванията върху техногенни замърсители в климатичен аспект. Изследвана е статистическата структура на полетата на главните метеорологични



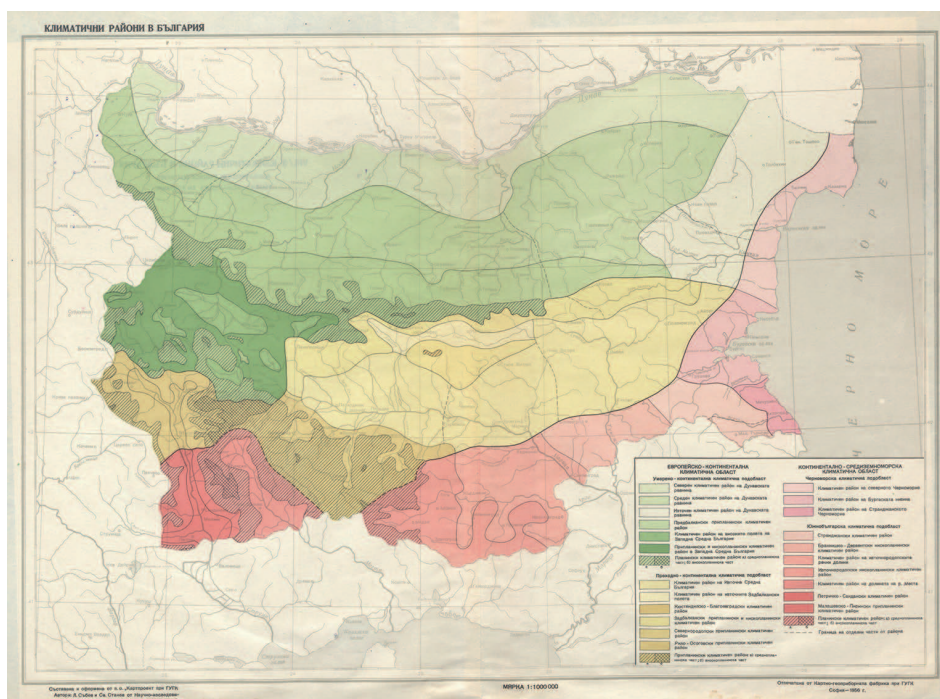
елементи, което е от особено значение при практическото използване на интерполацията на климатичните данни за места, в които няма наблюдения [Захариев, 1965; Лингова, 1978; Колева, 1983; Иванов, 1983а, 1984]. Въз основа на анализа на статистическата структура на метеорологичните полета е предложена методика за оптимизация на метеорологичната мрежа, така че грешката на интерполацията да минимизира икономическите загуби от нея, свързани с обслужването с климатична информация [Кючукова и Колева, 1987].

### 3.1.1 Обща климатология

Климатичното райониране на България по комплексни показатели [Киров и Кючукова, 1955] е продължение на разработките в ЦМИ по климатичното райониране на страната, като използваният методът заема междинно място между аналитичния подход при районирането по отделни метеорологични елементи и синоптичния подход на динамичната климатология. Освен чрез таблици, съответното климатично райониране по класификацията на Кьопен и индексите на Де Мартон, Селянинов и Иванов, е представено картографно. Следващото климатично райониране на България [Киров, 1957] вече представлява опит за свързване на районирането на страната с това в по-едър мащаб чрез климатичната класификация на Алисов [1950], но то не е доведено докрай за Черноморската област и високата част на страната.

Монографията „Климатичните райони на България и техният климат“ [Събев и Станев, 1959] представлява пълна систематизация на различните климати на България, като се изследват и основните климатообразуващи процеси и орографски фактори на климата. Тя е сред най-използваните работи в областта на метеорологията [Андреев, 2014]. Предложеното ново климатично райониране на България свързва климатичните райони в страната с общото райониране на континента, а също така и успява да разкрие всички по-значими климатични особености на страната. България е разделена на две климатични области – Европейско-континентална и Континентално-средиземноморска, четири климатични подобласти – Умереноконтинентална, Преходно-континентална, Южнобългарска и Черноморска, и двадесет и пет климатични района (фиг. 3.1–1). Климатичните области са определени според съществените различия във валежния режим (континентален или средиземноморски тип), климатичните подобласти представляват обособени части в двете климатични области със специфични смесени характеристики, а разделянето на климатични райони е направено въз основа на практически значимите различия в количествените характеристики на валежа и температурата.

През втората половина на ХХ век са издадени няколко климатични справочника: през 1959 г. излиза допълнен „Климатичен справочник на България“ (под редакцията на Л. Събев), през 1962 г. – „Справочник за валежите в България“ (под редакцията на Р. Калчева), а в периода от 1978 до 1990 г. е публикуван изчерпателен и подробен „Климатичен справочник на НР България“ в шест тома, основно по данни за периода 1931–1970 г.

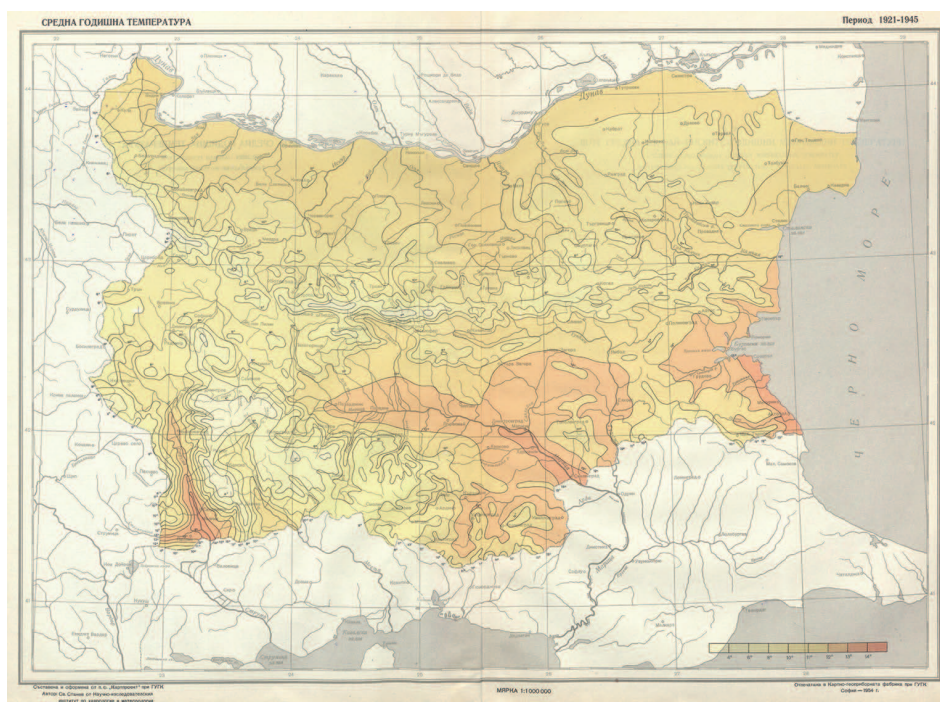


Фиг. 3.1–1. Климатичните райони в България [Климатичен атлас на НР България, 1956 г.].

#### Режим на температурата на въздуха

В т. IV от трудовете на ЦМИ е включена обстоятелствата разработка на Св. Станев за режима на температурата в България [Станев, 1955]. Разгледани са детайлно основни характеристики на този метеорологичен елемент – средна месечна температура на въздуха, средни месечни максимални и минимални температури, средноденоношна и средномесечна температурна амплитуда, средна от абсолютните месечни максимални и минимални температури, абсолютни месечни максимални и минимални температури, средни петдневни температури, честота на екстремните температури, средни и крайни дати на първия и последен мраз. Анализирани са годишният ход на температурата в България. В „Климатичен атлас на Народна република България“ [Кръстанов и Събев, ред., 1956] с изчерпателен картографски материал са представени температурните условия в страната по данни за периода 1921–1945 г. (средногодишна и средномесечни температури на въздуха, средна от най-ниските годишни минимални температури, средна от годишните най-високи максимални температури, средна начална и крайна дата на устойчиво задържане на температурата над 5°C и 10°C). На фиг. 3.1–2 е показана карта от атласа на пространственото разпределение на средната годишна температура в България за периода 1921–1945 г. Вижда се, че средната годишна температура е най-висока (13–14°C) по поречието на река Марица (особено след Димитровград до Свиленград), в района около Сандански и поречието на река Струма, по Черноморското крайбрежие южно от Бургаския залив. Във височина се наблюдава ясно изразено зонироване, като сред-





**Фиг. 3.1–2.** Средна годишна температура на въздуха в България [Климатичен атлас на НР България, 1956 г.].

ната годишна температура намалява с около 0.5–0.6°C на 100 m (от 10–11°C в предпланините и хълмистите райони до под 4°C в планинските райони).

В монографията на Събев и Станев [1959] относно климатичното райониране на България, където в детайли са описани температурните условия в 4-те климатични подобласти и 25-те климатични района, на които те подразделят нашата страна, са изследвани и температурните условия през четирите сезона, а страната е разделена в топлинно отношение на пет основни части:

1. *Северна България*, в която зимата е най-студена, а лятото е горещо. Поради това в нея температурният режим е с най-добре изразен континентален характер. Към тази част влизат и високите полета на Средна България, в които зимата е също така студена, но лятото е сравнително по-хладно.

2. *Ниската част на Средна България (Тракийска и низината на река Тунджа)*, в които зимата е по-мека, а лятото е горещо. Режимът на температурата тук носи белезите на по-умерено континентален климат и до известна степен (поради *меката зима*) представлява преход към температурния режим на Континентално-Средиземноморската климатична област.

3. *Южни райони*, в които зимата е още по-мека, а лятото сравнително горещо. Тези части на страната в климатично отношение представляват най-северните райони на Континентално-Средиземноморската климатична област.

4. *Черноморско крайбрежие*, където зимата е също така мека, а лятото не е така горещо, както във вътрешността на страната. По своята мека зима и

сравнително по-малка годишна амплитуда на температурата Черноморието най-много се доближава до котинентално-средиземноморския климат.

5. *Планинска част (с надморска височина над 1000 m)*, в която зимата е студена, а лятото прохладно.

Ниските стойности на радиационния баланс и преобладаващият пренос на относително студени въздушни маси със северна компонента са определящи за топлинните условия в страната през зимата. Средната температура през януари е отрицателна в Дунавската равнина и в по-високите полета на Западна България.

През пролетта се редуват периоди на топло и студено време, поради честата смяна на въздушни маси от различен произход. Температурните разлики между северната и южната част на страната намаляват с изключение на най-южните части. Въпреки общото затопляне при по-силни застудявания се наблюдават отрицателни минимални температури.

През лятото топлинните условия често са доминирани от трансформирани въздушни маси с азорски произход. Температурите на север и юг от Стара планина са почти равни, а в планините се наблюдава значително понижение на температурата с надморска височина.

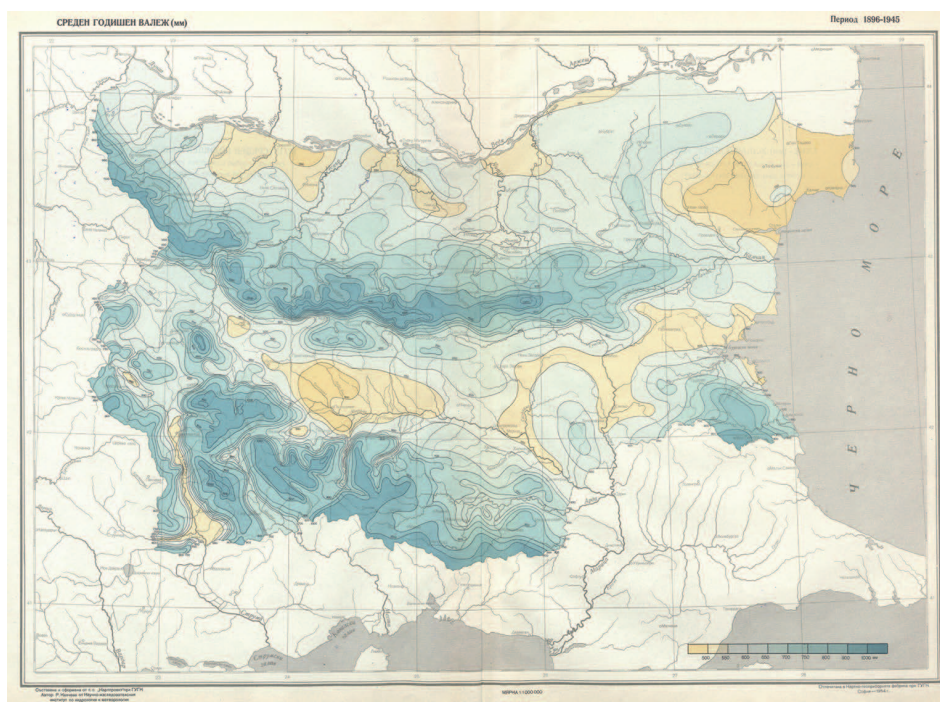
През есента преносът на студени въздушни маси от северозапад и североизток се регистрира по-често. Барьерният ефект на Стара планина и южните планини (Рило-Родопската област) определя климатичните различия между северната и южната част на страната. Есента е по-топла в Тракийската низина, по Черноморието и в най-южните райони.

През 1983 г. под редакцията на М. Кючукова е публикуван подробен климатичен справочник за температурните условия в страната. В него, въз основа на данни от 230 станции за периода 1931–1970 г., е представен детайлно режимът на температурата в страната: средна месечна и годишна температура на въздуха (вкл. и по срокове), средната петдневна температура на въздуха, месечен и годишен брой на часове с температура на въздуха в градации, средна месечна максимална температура на въздуха, средна от месечните абсолютни максимални температури на въздуха, месечна и годишна абсолютна максимална температура на въздуха, средна месечна минимална температура на въздуха, средна от месечните абсолютни минимални температури на въздуха, месечна и годишна абсолютна минимална температура на въздуха, средна продължителност на явлението мраз, различни характеристики на амплитудата на температурата на въздуха, режим на температурата на почвата и сланите.

В монографията „Климатът на България“ [Станев, Кючукова и Лингова, ред., 1991] са събрани и обобщени резултати от изследванията върху топлинните условия в нашата страна основно по данни за периода 1931–1970 г. – обща характеристика на режима на температурата на въздуха; фактори, които го обуславят; особености на режима на температурата за всички сезони в България; режим на температурата на почвата (годишно и по сезони).

### **Режим на валежите**

Около средата на XX век излизат множество публикации относно режима на валежите в България – основни характеристики и тяхното пространствено разпределение [Калчева, 1956, 1957]; синоптични обстановки, водещи до обилни и продължителни валежи [Дончев, 1957; Стефанов и кол.,



**Фиг. 3.1–3.** Среден годишен валеж по данни от периода 1896–1945 г. [Климатичен атлас на НР България, 1956 г.].

1960; Стефанов, 1961a]; характеристики на интензивните валежи [Христов и Писарски, 1956; Калчева, 1962б; Герасимов, 1972]. През 1969 г. под редакцията на Р. Калчева е отпечатан „Справочник за валежите в НР България“. През 1961 г. излиза публикацията на Ст. Стефанов, където по данни за периода 1899–1958 г. са изследвани особености в разпределението на месечните и сезонни валежни суми в България [Стефанов, 1961б].

В „Климатичен атлас на НР България“ [1956], по данни за периода 1896–1945 г., са представени карти на: средния валеж (по месеци, сезони и годишно); валежа през месеците с максимум и минимум на валежните суми; средния брой дни със засушаване с продължителност над 10 дни (по сезони).

Средният годишен валеж е най-голям (над 900–1000 mm) във високите планински части на страната, в крайните югоизточни части (около Малко Търново), а също и в Родопите – района около Златоград и Смолян; най-малък е валежът (до 500–550 mm) по поречието на река Дунав, на Добруджанското плато и района около Варна, в централните и западните части на Тракийската низина (фиг. 3.1–3).

По отношение на валежния режим България се разделя на три части [Събев и Станев, 1959]:

1. Област с добре изразен континентален валежен режим, в който лятото (на места и пролетта) има най-голяма сезонна сума, а зимата (на места есента) – най-малката, при най-валежен месец юни, на места май, а най-сух – февруари, на места март.

2. Област с добре изразен средиземноморски валежен режим – със зимен или есенен максимум и летен (на места пролетен минимум), при най-





**Фиг. 3.1–4.** Пространствено разпределение на максималните и минималните месечни валежни суми в България по данни от периода 1896–1945 г. [Климатичен атлас на НР България, 1956 г.].

валежен месец ноември или декември, а най-сух месец – август или септември.

3. Междинна част между двете области, която по отношение на най-валежния период представлява продължение на едната област, а по отношение на най-сухия период – продължение на другата област. Взето най-общо, в нея най-валежно е времето в началото на лятото, а най-сухо – в неговия край или началото на есента.

В цяла Северна и Централна Западна България валежите са с максимум през юни и минимум през февруари-март, а в Тракийската низина и западните части на Родопите, в района южно от Стара планина в югоизточна България – с максимум през юни и минимум през септември. В по-голямата част от Югозападна България, в района южно от Кърджали, Тополовград и Бургас – максимумът е през ноември, а минимумът през август (фиг. 3.1–4).

През втората половина на XX век режимът на валежите в България е обобщен в дисертационния труд на Ек. Колева „Пространствено и временно разпределение на валежите в България“ [Колева, 1986]. През същата година е отпечатан и климатичен справочник за интензивните дъждове в България (том VI на „Климатичен справочник на НР България“, под редакцията на М. Кючукова). Няколко години по-късно излиза актуализиран климатичен справочник за валежите у нас [Колева и Пенева, 1990], където въз основа на данни от 300 метеорологични станции за периода 1931–1985 г. са представени детайлно основните характеристики на валежите. Анализ на режима на

валежите и безвалежните периоди е направен в Колева [1981, 1987, 1991]. В многогодишните изменения на валежите преобладават отрицателните отклонения, което се проявява най-силно през лятото и зимата. В хода на валежите се откриват цикли с продължителност от 2–3 и 4 години. Разкрити са особеностите в хода на безвалежните периоди за топлата част на годината (април-октомври).

В монографията „Климатът на България“ [Станев, Кючукова и Лингова, ред., 1991] са представени резултатите от изследвания относно влажността на въздуха за територията на цялата страна, валежите – пространствено разпределение и сезонна изменчивост, валежните и безвалежни периоди, засушаванията, денонощните максимални валежни количества, интензивните дъждове, изпарението (сумарно и от водна повърхност), мъглите със синоптичните условия за тяхното възникване, както и техният режим на територията на страната.

### **Режим на вятъра**

През 1955 г. е публикувано обширното изследване на М. Събева „Режим на вятъра в България“ на базата на данни от 39 станции в периода 1926–1950 г. Анализирани са основни характеристики на вятъра като средната месечна и годишна скорост, честота по посоки и скорости (месечно и по сезони), средна скорост по посока (представена за отделните месеци), честота на преобладаващите ветрове (по посока и повторяемост). Предложено е райониране на страната по отношение на преобладаващия вятър [Събева, 1955]:

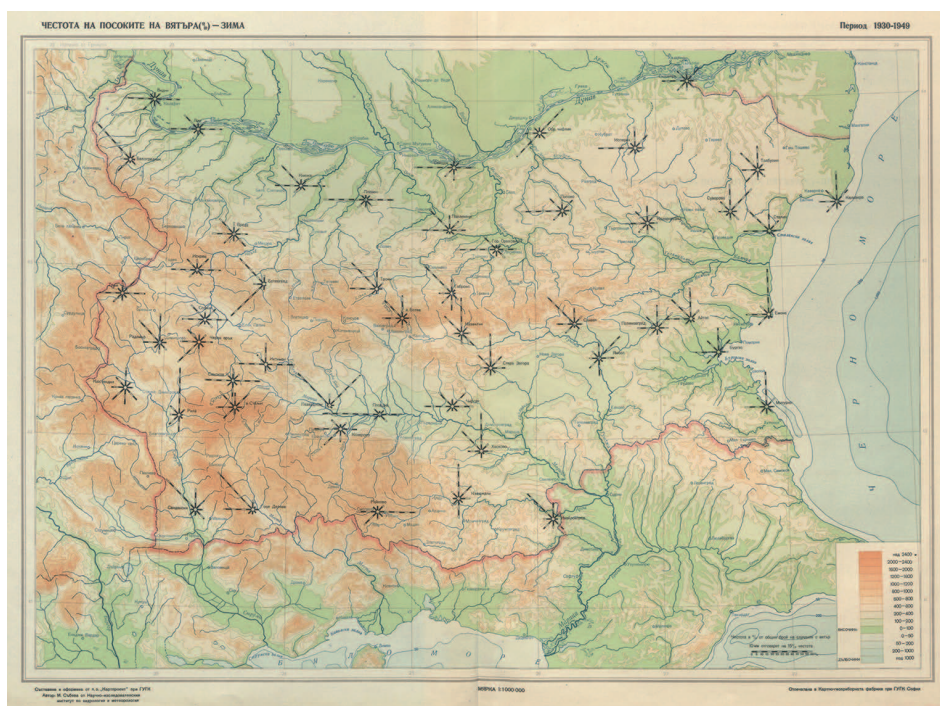
1. *Източен район* (обхваща част от Северна България, цялата югоизточна територия от страната и Източните Родопи) – в северните райони целогодишно преобладават ветрове от северната четвърт на хоризонта, по Черноморското крайбрежие през лятото е добре изразена бризовата циркулация, а в Родопската част през пролетта преобладават южните ветрове. Съществено влияние върху местните особености на режима на вятъра има орографията на терена. Максимумът на скоростта по Черноморието е през зимата, в останалата част – предимно през пролетта, а минимумът – през лятото.

2. *Област на големите равнини и полета* (включва Дунавската равнина и западната част на Тракийската низина). Тук целогодишно преобладават ветрове от сектора запад-северозапад, които са и най-силни. На второ място след тях през зимата, пролетта и есента по честота са източните ветрове. Максимумът на скоростта е през пролетта, а минимумът – през есента.

3. *Припланински и нископланински район* – режимът на вятъра е изцяло зависим от орографията.

4. *Високопланински район* – целогодишно преобладават силните ветровете със западна компонента (основно северозападните), а през пролетта и есента зачестяват южните ветрове.

В излезлия през 1956 „Климатичен атлас на НР България“ е представено пространственото разпределение на преобладаващите ветрове по скорост и посока (по сезони) въз основа на данни от периода 1930–1949 г. На фиг. 3.1–5 е показана карта на честотното разпределение по посока на преобладаващите ветрове в България през зимата, които в Дунавската равнина и Тракийската низина най-често са ориентирани зонално, по Черноморското крайбрежие – са предимно от север, а по поречието на реките Струма и Места – от северозапад.



**Фиг. 3.1–5.** Честота на посоките на вятъра в България през зимата в периода 1930–1949 г. [Климатичен атлас на НР България, 1956 г.].

В монографията „Климатичните райони на България и техният климат“ [Събев и Станев, 1959] режимът на вяръра е анализиран и обобщен по сезони по данни за периода 1931–1955 г.

През зимата в откритите части на страната (без нейната крайна източна част) преобладават ветрове от сектора запад-северозапад (средно 3–4 m/s), следвани по честота от източните ветрове (2 m/s). В планините и по Черноморието зимните ветрове имат най-голяма скорост. В най-източните части на Северна България, както и по долините на реките Струма и Места, преобладават ветрове от северния сектор. В планинските и хълмистите райони посоката и скоростта на преобладаващите ветрове се определя от орографските условия, като във високопланинските части и на върховете бурните ветрове достигат честота над 20%. През зимата често се проявяват и силните местни ветрове като сливенската бора (при рязко изразени студени нахлувания с по-голяма вертикална мощност, които се спускат към Задбалканските полета през билото на Стара планина) и фьонът (топъл, сух и поривист вятър духащ от планините към лежащите на север по-ниски части).

През пролетта преобладаващите ветрове не изменят посоката си, но в края на сезона нараства честотата на ветровете от юг (поради естественото преместване на климатичния фронт на умерените ширини от юг на север), които в южните части, предимно в източната половина на страната се налагат дори като преобладаващи. През втората половина на пролетта по Черноморието зачестяват източните ветрове (бризова циркулация). Това е сезонът с най-големи скорости на вятъра през годината, фьонът е с по-голяма чес-

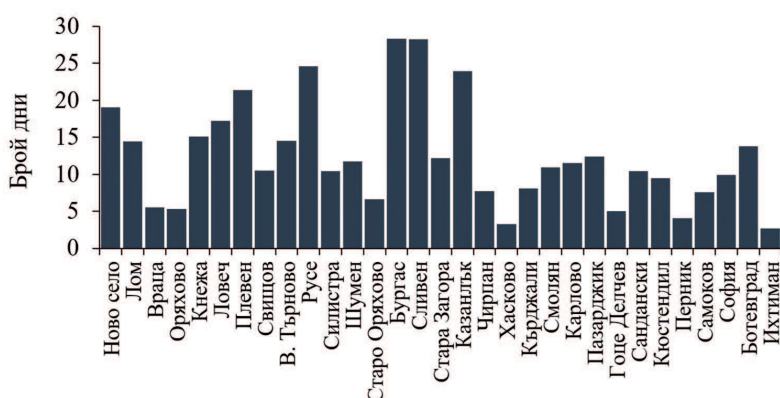


тота и се наблюдава в почти цялата припланинска част, северните склонове на Стара планина и Софийското поле.

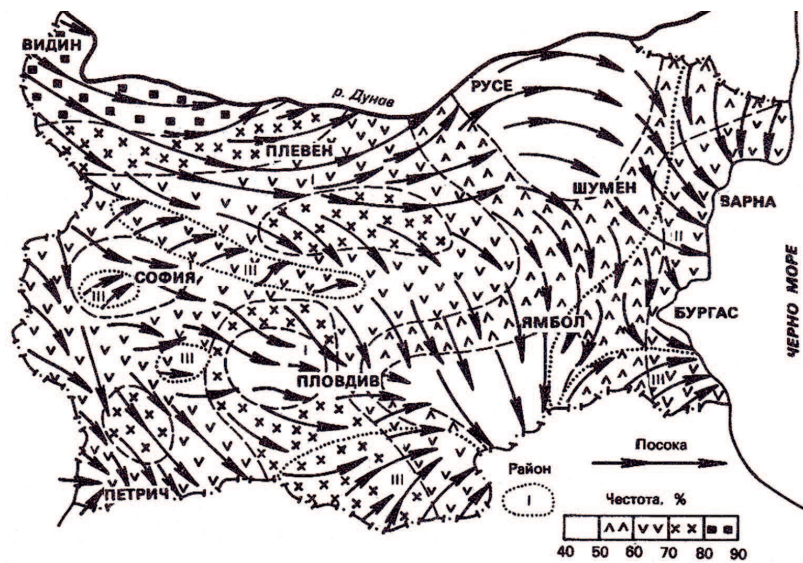
През лятото се активизира Азорския антициклон, чиито гребени и ядра често достигат Балканския полуостров. В северната периферия на тези гребени се осъществява пренос на атлантически въздух към най-източните части на Европа. Във височина зачестяват северозападните ветрове. По протежението на цялото Черноморие се установява бризова циркулация, а в припланинските части – планинско-долината циркулация.

Началото на есента е със сходен ветрови режим както през лятото, но към средата на есента атмосферната циркулация се преустройва, като във височина ветровете със северна компонента намаляват, а зачестяват ветровете от юг (преминаване на климатичния фронт на умерените ширини от север на юг). От средата на есента бризовата циркулация по крайбрежието отслабва и зачестяват северните ветрове. През есента скоростта на вятъра е най-малка в значителна част от страната, с изключение на планинските и крайните източни райони.

През втората половина на ХХ век изследванията са продължени с разработки относно влиянието на орографията върху режима на приземния вятър, енергийния потенциал на вятъра и съвременния режим на вятъра в България [Иванов, 1977, 19836, 1985]. Актуализирано е районирането по преобладаващ вятър в страната [Станев, Кючукова и Лингова, ред., 1991]. Издаден е подробен климатичен справочник за вятъра в България, където въз основа на данните от 161 станции за периода 1931–1970 г. са представени всички основни характеристики на вятъра за нашата страна [Климатичен справочник на НР България, том IV, 1982]: средна скорост на вятъра и средна скорост на вятъра по посока (по срокове, месечно и годишно), честота на вятъра по скорост в градации (вкл. по срокове), честота на вятъра по посока и тихо време, (вкл. по срокове), вероятност на преобладаващия вятър (посока и честота), честота на вятъра по посока и скорост (вкл. по срокове), честота на силните ветрове по посока, брой дни със силен вятър, средна месечна скорост на вятъра с различна обезпеченост и максимална скорост на вятъра с различна обезпеченост. На фиг. 3.1–6 е представен броят на дни със силен вятър за избрани станции от ниската част на страната по данни от то-



**Фиг. 3.1–6.** Годишен брой дни със силен вятър в ниската част на страната по данни за периода 1931–1970 г. [Климатичен справочник на НР България, том IV, 1982].



Фиг. 3.1–7. Годишно разпределение на преобладаващите силни ветрове ( $V \geq 14$  m/s) в България [Климатът на България, 1991].

зи климатичен справочник. Броят на дните със силен вятър е най-голям в Дунавската равнина (26 дни/год. в района на Русе), Задбалканските котловинни полета (24–28 дни/год.) и по Черноморското крайбрежие (28 дни/год. в района на Бургас). На височина над 1600 m броят дни със силен вятър може да бъде и 4–5 пъти по-голям (вр. Мургаш и вр. Ботев, 147–148 дни/год; вр. Мусала, 133 дни/год; Черни връх, 120 дни/год).

В монографията „Климатът на България“ [Станев, Кючукова и Лингова /ред./, 1991] е представено райониране на територията на страната по преобладаващите силни ветрове ( $\geq 14$  m/s), като България е разделена на три района (фиг. 3.1–7):

*Първи район (I)* включва централната част на Дунавската равнина, Западна Тракия и долините на реките Струма и Места с преобладаване на западни и северозападни силни ветрове. Честотата на тези ветрове е 70–80% (в някои случаи и до 90%), като постепенно намалява от запад на изток и от север на юг.

*Втори район (II)* – преобладават северните (североизточни и северозападни) ветрове, обхваща Черноморското крайбрежие на юг от Бургас, Източна Добруджа и Тракийската низина на запад от река Тунджа. Тук честотата на преобладаващите силни ветрове е 50–60% и постепенно намалява от север на юг.

*Третият район (III)* се характеризира с преобладаващи южни и югозападните ветрове. Географски той не е еднороден и включва малки участъци от северните склонове на Стара планина и Витоша, района на Малко Търново и Кърджали. Честотата на силните ветрове е 60–80%.

През този период е изследван и режимът на суховеите в България [Събева и Божков, 1965; Станев, Кючукова и Лингова, ред., 1991]. Полученият среден брой на дните със суховеино време в периода април – октомври, независимо от тяхната интензивност, очертава основните райони застрашени от



суховей – централната част на Дунавската равнина (над 35–40 дни/год. в района на Кнежа и Ловеч), Горнотракийската низина (над 40 дни/год. в района на Чирпан) и долината на Струма (около 50 дни/год. в района на Сандански). Изследван е също режимът на бризовата циркулация [Събева, 1963], на местните ветрове (планинско-долинни, фьон, бора), като са обособени районите и периодите от годината, през които се проявяват [Чапанов и Драгиева, 1968; Христов, 1971].

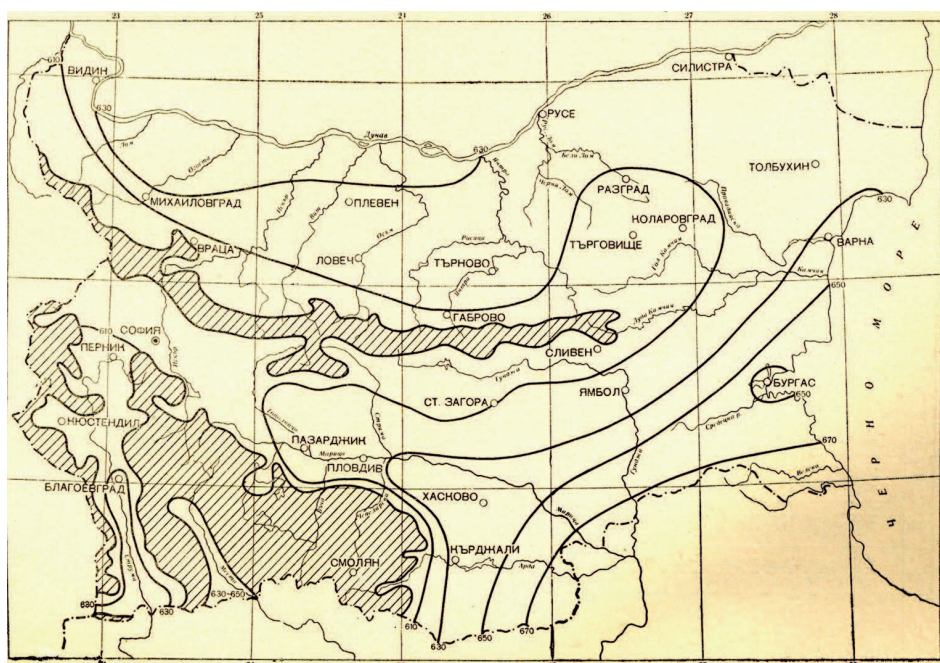
### Режим на слънчевото греене и слънчевата радиация

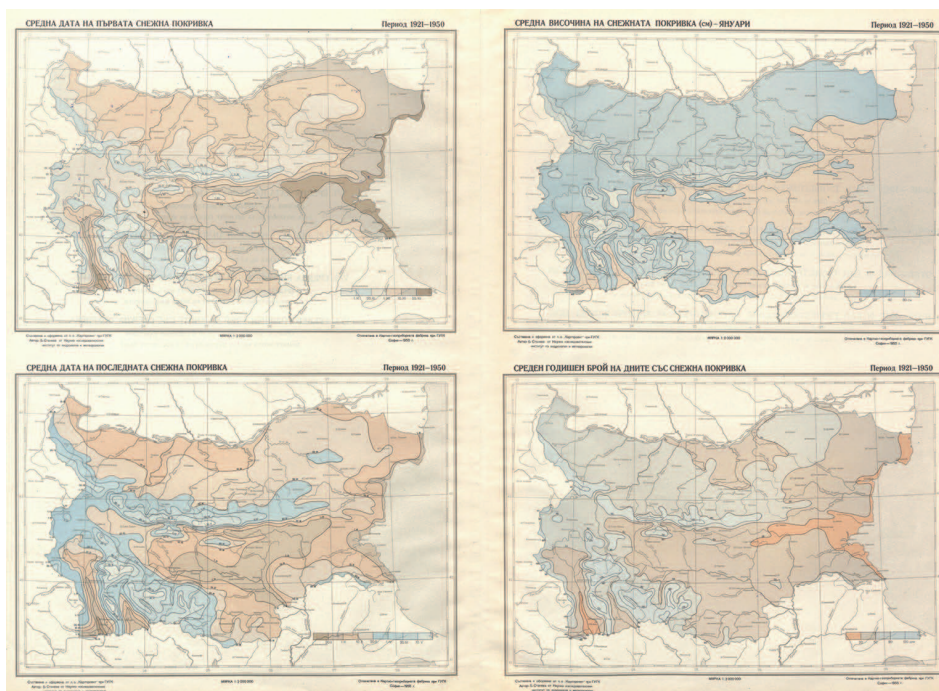
Калчева [1955a, 1955b] изследва възможната (при безоблачно небе) и действителна продължителност на слънчевото греене по данни от периода 1931–1950 г. по информация от 16 метеорологични станции на територията на страната, както и особеностите на естествения хоризонт на София. В монографията на Събев и Станев [1959] е представен кратък анализ на годишния ход на продължителността на слънчевото греене. Най-общо, в ниската част от страната средногодишно има 2100–2400 часа със слънчево греене. Месецът с най-голяма продължителност на слънчевото греене е юли (320–350 часа), а с най-малка – декември (50–80 часа). Поради по-голямата облачност, продължителността на слънчевото греене в планините е с около 15–17% по-малка. Пространственото разпределение на този метеорологичен елемент се съгласува с особеностите в режима на облачността. В ниските части на страната през зимата най-малко слънце има в Северозападна България и високите полета на Западна България, а през лятото – в припланинските части.

През 1963 г. Ст. Лингова публикува своите изследвания върху режима на радиационния баланс в България, използвайки данни от измерванията на сумарната слънчева радиация (в около 10 метеорологични станции) и емпирични зависимости между възможната и действителната сумарна слънчева радиация [Лингова, 1963]. На годишна база сумарната радиация достига най-големи стойности (до 400 cal/cm<sup>2</sup> на ден, или 16.8 MJ/m<sup>2</sup> на ден) в най-южните райони – по поречията на Арда и Марица, докато в Дунавската равнина, високите полета на Западна България и Задбалканските полета стойностите не превишават 15.3 MJ/m<sup>2</sup> на ден. Стойностите на сумарната радиация са най-големи през юли – над 600 cal/cm<sup>2</sup> (25.1 MJ/m<sup>2</sup>) на ден за цялата страна. За крайните южни райони по поречията на Арда, Марица и Тунджа, както и за южното Черноморие, сумарната радиация надхвърля 27–29 MJ/m<sup>2</sup> на ден (фиг. 3.1–8).

В „Климатичен справочник на НР България, том I“ [1978] – под редакцията на Ст. Лингова, по данни за периода 1951–1970 г. от 44 станции е изследвана продължителността на слънчевото греене (абсолютна и относителна), минимални и максимални стойности на продължителността на слънчевото греене, брой на дни без слънчево греене, дневен ход на продължителността на слънчевото греене, повтораемост на дневните суми на слънчевото греене в градациите.

В излязлата през 1981 монография на Ст. Лингова „Радиационен и светлинен режим на България“ са представени изследвания по данни от 45 станции за периода 1951–1976 г. за времевата и пространствената променливост на месечните и дневни суми на продължителността на слънчевото греене, многогодишните му изменения, средната дневна продължителност на слън-





**Фиг. 3.1–9.** Характеристики на режима на снежната покривка в Българи по данни от периода 1921–1950 г. [*Климатичен атлас на НР България, 1956 г.*]; горе вляво – средна дата на първата снежна покривка, долу вляво – средна дата на последната снежна покривка, горе вдясно – средна височина на снежната покривка през януари и долу вдясно – среден годишен брой на дни със снежна покривка.

ло Сливен, Ямбол и Сандански е 20.XII, в Добруджа и Тракийската низина е средно 10.XII, а в Дунавската равнина – 1.XII, докато в планинките райони е преди 1.XI. Средната дата на последната снежна покривка по Черноморското крайбрежие, по поречието на река Марица и река Тунджа е около 1.III, в останалата част от Тракийската низина – 10.III, в Дунавската равнина – 20.III, а в Родопите и по-високите планински райони на Югозападна България – 1.IV. Средната височина на снежната покривка през януари в Дунавската равнина и по-високите части на Югозападна България е 20 cm, а за Тракийската низина и Черноморското крайбрежие – до 10 cm. Средният годишен брой на дни със снежна покривка по Черноморското крайбрежие и в района около Сливен е до 20 дни, в Добруджа и Тракийската низина – до 50 дни, в централната и западната част на Дунавската равнина, както и във високите полета на Западна България – до 80 дни, а в планините – над 100–120 дни годишно.

В монографията си Събев и Станев [1959] посочват, че снежната покривка в низините се отличава със своето непостоянство и сравнително малка дебелина.

Най-характерно е, че в ниската част от страната липсва един установен календарен период от зимата, през който снежната покривка да е редовно явление всяка година. В Северна България и високите полета на Западна България броят на дни със снежна съставлява около 50–60% от броя на

дните през периода между първата и последната снежна покривка. Това показва, че дори и в най-студените равнинни части на страната снежната покривка се образува главно при отделни застудявания през зимата. Още по-неустойчива е снежната покривка в ниската средна част на Южна България, където дните със снежна покривка съставляват около 40% от периода между първата и последната снежна покривка, тъй като тук зимата е сравнително мека. В най-южните райони на страната снежната покривка се образува средно през 15–25 дни от зимата. В тези части на страната най-голямата височина на снежната покривка е през декември, а не през януари (поради декемврийският максимум на валежите в този район). Подобни са снежните условия и по Черноморското крайбрежие, където годишният брой на дните със снежна покривка е средно 10–25 и съставлява около 25% от броя на дните, през които е възможно образуването на такава. Общо в низините снежната покривка се образува главно през декември, януари и февруари. Дебелината ѝ, поради нейната неустойчивост, е сравнително малка – от порядъка на 5–15 cm, като максимумът е през януари.

В планините режимът на снежната покривка се отличава значително – поради ниските температури тя не само, че се задържа непрекъснато през значителна част от зимата, но се наблюдава и натрупване, поради честите и по-изобилни снеговалежи. Дебелината на снежната покривка е значително по-голяма (до 1–2 m), като максимумът се измества от януари към март за по-големите височини. Заедно с това се увеличава и броят на дните със снежна покривка, който достига до 150–250 годишно и обхваща главно периода декември-март, а в най-високите части на планините – периода ноември-април (отчасти и май).

В „Климатичен справочник на НР България, том II“ (1979 г.) е представена обобщена информация за режима на снежната покривка за периода 1931–1970 г. по данни от 156 станции от цялата страна: средна десетдневна височина на снежната покривка, брой дни със снежна покривка по декади, месечен брой на дни с височина на снежната покривка над 10 cm, 20 cm и 50 cm, максимална височина на снежната покривка, повторемост на десетдневната височина на снежната покривка в градуции, дата на появяване и изчезване на снежната покривка, дата на появяване и изчезване на снежната покривка с различна обезпеченост.

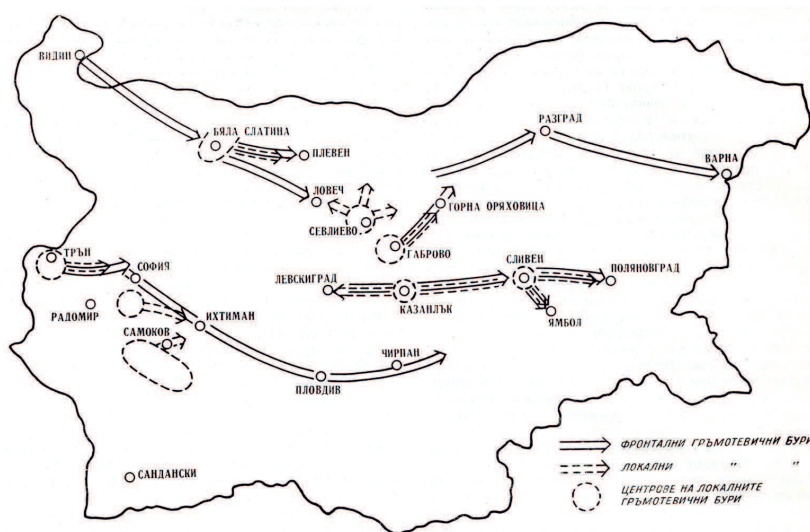
Изследванията относно продължителността на задържането на снежната покривка на територията на страната и режима на снежната покривка в Рила публикуват също Кръстев и Колева [1981a, 1981b].

Резултатите от работата на учените от ИХМ върху режима на снежната покривка в страната са обобщени в монографията „Климатът на България“ [Станев, Кючукова и Лингова, ред., 1991].

### **Режим на опасните метеорологични явления**

Първото пълно климатично изследване върху режима на гръмотевични бури, пътищата им на придвижване (фиг. 3.1–10) и синоптичните условия за появата им за цялата територия на страната е от средата на миналия век [Станева, 1955b]. Резултатите в него са получени на базата на анализ на дните с гръмотевични бури в 47 равнинни метеорологични станции за 25-годишен период (1926–1950 г.). Установена е добре изразена териториалност в проявата на гръмотевичните бури в България. Най-много дни се





Фиг. 3.1–10. Центрове и пътища на гръмотевичните бури в България [Станева, 1955].

наблюдават в западната планинска част на страната. На второ място се нареждат западната част на Дунавската равнина, Горнотракийската низина и Родопите, а най-ниска е гръмотевичната активност в Североизточна България.

Във връзка с въздействието върху градови процеси е изследван и режимът на гръмотевични бури за мезорайон от 5500 km<sup>2</sup> в Горнотракийската низина [Симеонов, 1984]. В изследването са използвани данни от метеорологичната мрежа в района за периода 1959–1980 г. В края на 80-те години на XX век е направено по-обстойно изследване на гръмотевичната дейност върху цялата територия на страната. То засяга периода 1956–1985 г., като са получени пространствено-времевите характеристики на мълниеностната дейност в равнинната и полупланинска част на страната през топлото полугодие [Симеонов и др., 1989]. Получените резултати са близки до тези на Станева. Сравнени са и честотите на гръмотевични бури от два еднакви периода 1959–1969 г. (без въздействие върху градоопасни облаци) и 1970–1980 г. (с въздействие) в Горнотракийската низина [Симеонов и др., 1990].

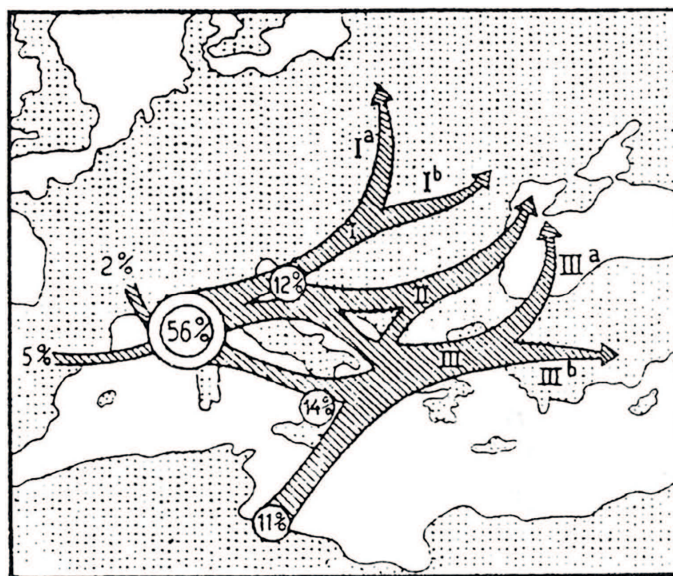
В научни разработки от 60-те години на миналия век, на базата на данни от Държавния застрахователен институт (ДЗИ) за щетите от градушки и за дните с градубития са изследвани термодинамичните и синоптичните условия за развитие на градовите процеси в страната, както и тяхното териториално разпределение [Станчев, 1964, 1965, 1968; Мартинов и др., 1972].

В по-късните изследвания е приложен по-комплексен подход, при който освен данни от конвенционалните метеорологични наблюдения и от застрахователните източници, се използват и данни от допълнителни наблюдения на полигоните за борба с градушките. Те се отличават с по-детайлни анализи на характеристиките на градушките за определените мезорайони, където са разположени полигоните [Станчев и Симеонов, 1974; Симеонов, 1980, 1984, 1986; Боев и Маринов, 1984; Симеонов и др., 1990; Simeonov and Syrakov, 1988]. В монографията на Симеонов и др. [1990] са представе-

ни най-пълно климатичните характеристики на градовите явления, методите за прогнозата им, радиолокационните методи за индикация на градовите облаци, както и физическия ефект от въздействията и икономическата ефективност от провеждането на противоградова защита у нас. В това комплексно изследване са включени обстановки с градови процеси главно за периода 1972–1980 г. в Горнотракийската низина, като е използвана цялата налична информация за топлото полугодие от метеорологичните наблюдения, ДЗИ, полигоните за борба с градушките, както и от проведени полеви експерименти. За разлика от предишните изследвания, тук всички застрахователни данни са проверени и коригирани.

### 3.1.2 Динамична (синоптична) климатология

През 1953 г. К. Станчев слага начало на поредица от систематични изследвания в областта на южните (средиземноморските) циклони, преместването им през Балканския полуостров и времето, което те обуславят в нашата страна съобразно техните траектории [Станчев, 1953]. Особено внимание е отделено на сложната орография на Балканите и как тя влияе на деформирането на циклоните. В последвалите две публикации на Писарски [1955a, 1955b], темата за Средиземноморските циклони е доразвита, като периодът на изследване е деветгодишен 1946–1954 г. Отбелязани са центровете на формиране и е направена класификация на южните циклони според траекториите им, като тази класификация остава най-популярната за нашата страна и до днес (фиг. 3.1–11). Най-общо траекториите на циклоните следват три пътя (I, II и III). Циклоните по път I преминават северозападно от България (най-често през територията на Унгария или Румъния) и нашата страна остава в топлите им сектори. Циклоните по път II минават през страната и обуславят повече валежи, а по път III – южно от нея, когато



Фиг. 3.1–11. Пътища на средиземноморските циклони [Писарски, 1955b].

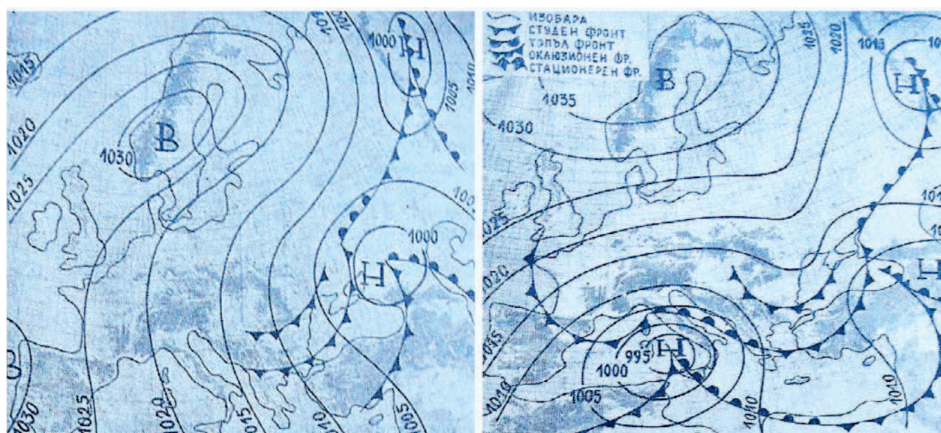


и температурите на студената въздушна маса в тила на циклоните обикновено са по-ниски. В този случай през зимата валежите най-често са от сняг. Трите пътя имат разклонения, които показват траекторията на циклоните на по-късна фаза от тяхното развитие. Примерно, южните циклони по път III се разделят на преминаващи по път IIIa – през Егейско море и след това през проливната зона на Балканския полуостров и Черно море, и на преминаващи по път IIIb – през Егейско и след това на изток (през Мала Азия или към Кипър).

По-късно М. Мартинов публикува две изследвания относно влиянието на Средиземноморските циклони върху времето у нас. В първата статия [Мартинов, 1966] авторът анализира условията за образуване на циклони (циклогенез) над Балканския полуостров и България под влияние на южните депресии. Втората работа [Мартинов, 1970] е продължение и детайлизиране на изследванията на Писарски относно особеностите на преместване на циклоните над Балканския полуостров, като посоката на движение на приземния циклон се свързва с посоката на движение на въздушните маси в т.нар. „водещ“ висок поток на 700 mbar и на 500 mbar. В рамките на международно сътрудничество (с участието на В. Шаров), във връзка с набиращата по онова време популярност спътникова метеорология, е направено подробно изследване на полето на облачността на Средиземноморските циклони, със задълбочен анализ и на термобаричното поле [Попова и др., 1975].

В периода 1955–1957 г. Хр. Благоев и Хр. Лаловски издават поредица от четири статии [Благоев и Лаловски, 1955, 1957; Лаловски и Благоев, 1956a, 1956b], свързани с типовете континентални нахлувания над България през различните сезони. Направено е заключение, че независимо от сезона, континенталните нахлувания се случват при движението на антициклоните по зонална, полярна и ултраполярна оси и са определени четири основни посоки на нахлуване – север-северозападна, североизточна, източна и югоизточна (фиг. 3.1–12).

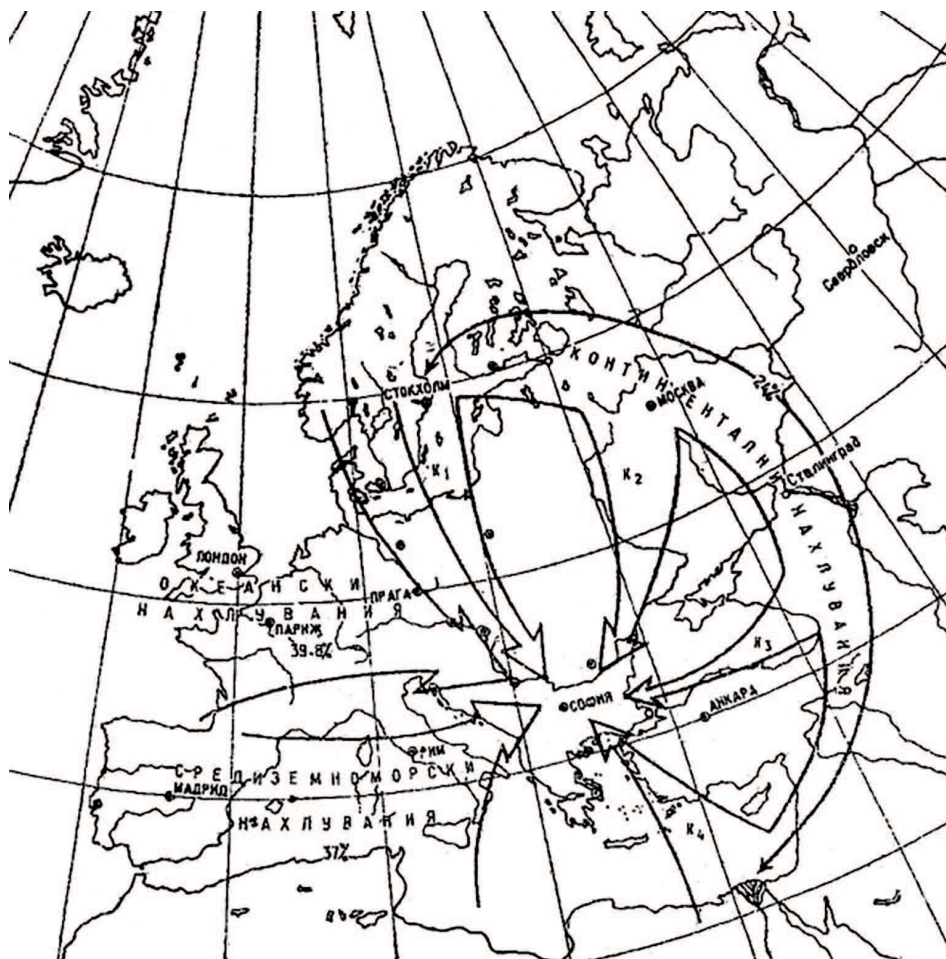
Континенталните нахлувания се свързват също така и с формирането на депресионни области над Средиземноморието, като нахлуванията са толко-



**Фиг. 3.1–12.** Синоптическа обстановка при континентални нахлувания през зимата от северозапад (вляво), от север и от североизток (вдясно).

ва по-силни и продължителни, колкото е по-голям баричния градиент между областите с високо и ниско налягане и колкото по-близо са техните центрове един до друг.

Лаловски и Благоев разглеждат отделно антициклоните, тъй като в тези барични образувания (понякога огромни по площ) могат да се формират различните типове въздушни маси и съответно да обуславят различни типове време [Лаловски и Благоев, 1958]. Те класифицират типовете време на два основни дяла (типа): адвективен и неадвективен. Към адвективния тип време спадат различните видове нахлувания: океански, континентални, Средиземноморски, а към неадвективния – времето при антициклонални и размити (слабоградиентни) барични обстановки. В Шаров и др. [1963] е изследвана устойчивостта на антициклоналния тип време над България и връзката ѝ с характеристиките на високата фронтална зона. Някои особености на синоптичните процеси при източния тип циркулация са изследвани в Благоев и Лаловски [1969]. Статия на Никола Годаев, публикувана



**Фиг. 3.1–13.** Типове нахлувания при адвективния дял на класификацията на атмосферната циркулация „Типове време над България“.

в престижно международно издание, също разглежда антициклоналната активност и връзката ѝ с особеностите на релефа на Южна Европа, в частност на България [Godev, 1971].

Един от най-мощните трудове по класификацията на атмосферната циркулация над страната през XX век е „Типове време над България“ [Стефанов и др., 1960]. Направената типизация на синоптичните процеси е била нова за времето си и е имала за цел да създаде основа за по-нататъшно проучване на типовете време и връзката им с климатичните особености на отделните райони на страната. В анализа са използвани синоптични карти за периода 1946–1954 г. Класификацията се базира на споменатите малко по-горе основни типове: адвективен и неадвективен, съответните подтипове на нахлуванията при адвективния тип (фиг. 3.1–13), както и слабоградиентния и антициклоналния подтип при неадвективния тип време. Океанските типове нахлувания от адвективния дял са разделени на 3 подтипа: нахлувания по циклон, по антициклон и комбинирано. Средиземноморските типове също са три, като за тях е използвана класификацията на Писарски.

Един от първите трудове в областта на изследване на бризовата циркулация по българското Черноморско крайбрежие е на Събева [1963].

Освен към класификацията на типовете време на базата на атмосферната циркулация, вниманието на учените е било насочено и към типизация на синоптичните условия и обстановки, свързани с екстремни метеорологични явления. Такива са, например, публикациите за условията за замръзване на р. Дунав [Стефанов и Лаловски, 1954], за обстановки с продължителни и интензивни валежи и застудявания през топлото полугодие [Стефанов, 1961a], за синоптичните условия при лоша хоризонтална видимост [Стефанов, 1959], за студентите и топлите нахлувания [Стефанов и др., 1968a, 1968b] над България. През 1988 г. е предложена типизация на синоптичните ситуации, резултат от комбинираното влияние на Средиземноморски циклони и антициклони, спускащи се от Северна Европа, предизвикващи северен, североизточен, източен, югоизточен и южен вятър и вълнения по черноморското крайбрежие [Трифонов и Трифонова, 1988].

### 3.1.3 Техническа климатология

Техническата климатология е раздел от приложната климатология, който изследва многогодишния режим на метеорологичните въздействия върху изградени от хората обекти (сгради, различни конструкции и разнообразни технически съоръжения). По своята същност техническата климатология обхваща редица по-сложни разработки, модели и оценки на локалния климат, за да се обезпечи устойчивостта на различни обекти и съоръжения срещу неблагоприятните прояви на времето и климата по време на изграждането и експлоатацията им. В по-широк смисъл обект на техническата климатология са всички особености на климата, които оказват влияние върху градското строителство и топлофикация, строителството на далекопроводи, телевизионни и други мачти, селскостопанските сгради, състоянието на пътищата и железопътните линии и др.

Началото на техническата климатология в България е поставено от Св. Станев през 1949 г., когато той започва първия експеримент по изследване на радиуса и теглото на отложената скрежна маса в планински условия (на Черни връх). В периода 1952–1965 г. излизат няколко негови статии [Станев,

1952, 1965, 1966]. Първоначално авторът е изследвал отлагането на скреж върху телефонен проводник с диаметър 5 mm на два метра височина над земната повърхност, впоследствие изследванията продължават върху проводници с различно напречно сечение и покритие, поставени на различна височина над земната повърхност, а по-късно измерванията се разширяват и обхващат вече 21 пункта от страната. Анализирани са също синоптичните условия водещи до обледяване в нашата страна. През 1976 г. излиза друга статия относно отлагането на скреж в планински условия, а по-късно е разработен и метод за определяне на комбинираното скрежо- и ветрово натоварване по данни от синоптичните наблюдения от мрежата на НИМХ [Моралийски и др., 1976; Моралийски, 1980a].

На територията на нашата страна са регистрирани всички възможни форми на обледяване – в Североизточна България най-често се наблюдава поледица, в Югоизточните райони – лепкав сняг, а в планинските и припланинските райони – зърнест скреж. Страната ни е разделена на три района по отношение на количеството отложен скреж:

*Високопланински* – обхващащ високите хребети и планински върхове над 1500 m надморска височина. Вследствие на преобладаването на силни ветрове и продължителни адвективни мъгли (облаци) ежегодно се наблюдават максимални отлагания от 15–25 kg/m, а в отделни години и до 50–60 kg/m, като диаметърът на отлаганията може да достигне 60 cm.

*Среднопланински* – с надморска височина около 1000–1500 m, където теглото на отложения скреж варира в откритите места между 7 и 13 kg/m, а в защитените места – около 4–5 kg/m. В отделни години може да достигне 15–20 kg/m.

*Нископланински* – с надморска височина между 600 и 1000 m, където адвективните мъгли се наблюдават значително по-рядко и са с по-малка продължителност. Средното тегло на отложения скреж е 4–6 kg/m.

Най-голямото количество зърнест скреж у нас е измерено на Черни връх през 1968 г. – 55 kg/m. По източните склонове на Стара планина и югоизточните склонове на Родопите се наблюдава отлагане и на мокър сняг. Процесът на заскрежаване в планински условия е изследван също така в Станев и Моралийски [1981]. Разработен е български физико-математически модел за определянето на теглото и радиусът на отложената скрежна маса в планински условия [Stanev et al., 1987]. Установени са емпирични зависимости между водността в мъглата и хоризонталната видимост, между големината на капчиците и температурата, между плътността на отложената скрежна маса и температурата, оценено е влиянието на размера на капките в мъглата върху процеса на отлагане на скреж. Заскрежаването на електропреносната мрежа у нас в планински условия е изследвано в Станев и кол. [1987].

През годините учени от секция „Климатология“ на ИХМ са работили и по задачи в областта на транспортната климатология: „Климатична характеристика на пътищата на НРБ през зимния период“ и „Снеговалежи и снегозадържане върху железопътни стрелки в Южна България“.

Извършено е също райониране на територията на страната по въздействието от дъжд и коси дъждове [Моралийски, 1984b].

През 1978 г. Министерството на строителството и селищното устройство (МССУ) възлага на ИХМ да направи райониране на територията на България по снегово натоварване, а резултатите са отпечатани през следващата



година под формата на карта в „Бюлетин за строителство и архитектура“, като те стават задължителна и неделима част от българските Норми и правила за строителство и проектиране. Територията на страната с надморска височина до 1000 m е разделена на четири района по снегово натоварване, възможно веднъж на 5 години. Използвани са данни за височината на снежната покривка за периода 1931–1970 г. от 193 метеорологични станции, както и данни за плътност на снега от 21 станции за периода от 1965–1976 г. [Моралийски и Иванов, 1979]. Актуализирано райониране на територията на страната по снегово натоварване, възможно веднъж на 5 години, е разработено през 1989 г. Страната е разделена на четири района както следва [Моралийски и Гочева, 1989]: I – снегово натоварване до 0.4 kN/m<sup>2</sup>, II – снегово натоварване до 0.5 kN/m<sup>2</sup>, III – снегово натоварване до 0.7 kN/m<sup>2</sup>, IV – снегово натоварване до 1.0 kN/m<sup>2</sup>.

В периода 1977–1981 г. Е. Моралийски публикува изследвания върху статистическата структура на полетата на месечните абсолютни максимални и минимални температури на въздуха, както и на приземната температура на въздуха в България по часови стойности [Моралийски, 1977, 1978, 1981a].

Първото райониране на територията на страната по температурни въздействия за нуждите на строителното проектиране е направено по средната месечна температура на въздуха през юли, средната месечна температура на въздуха през януари, средната температура от най-топлите денонощия през юли и средната температура от най-студените денонощия през януари [Моралийски и Гочева, 1989].

Едно неблагоприятно явление, свързано с особеностите на климата, е атмосферната корозия, която влияе не само върху металните елементи и конструкции, но и върху органични материали и технически изделия. Скоростта на развитието ѝ зависи както от метеорологичните фактори (температура и влажност на въздуха, киселинност на валежите, слънчева радиация, вятър и др.), така и от състава и съдържанието на химични реагенти и аерозоли в атмосферния въздух. Установено е [Гочева, 1991, 1993], че определящи метеорологични фактори за атмосферна корозия са температурата и относителната влажност на въздуха, а съвместното влияние на двата елемента се описва посредством температурно-влажностния комплекс (ТВК). Най-агресивните съчетания на температурата и относителната влажност на въздуха за метали са  $t \geq -5^{\circ}\text{C}$  и  $f \geq 70\%$ , а за органични материали:  $t \geq 25^{\circ}\text{C}$  и  $f \leq 40\%$ . За ниската част от страната, годишната сумарна продължителност на агресивните съчетания за метали е между 4000 и 7000 h, а за органични материали – от няколко до 500 h. Агресивните съчетания на ТВК за метали са с най-голяма продължителност по Черноморското крайбрежие и високопланинските райони.

На базата на изследвания на топлофизическите параметри на въздуха с използване на ТВК е предложено райониране на територията на страната по средногодишно и максимално влаго- и топлосъдържание на въздуха [Гочева, 1989; Моралийски и Гочева, 1987, 1993].

Във връзка с изследвания на топлинния режим на сградите в през студентното полугодие е моделиран механизма на топлообмен сграда-околна среда [Моралийски и Морозов, 1979]; изследвано е влиянието на параметрите на сградите върху топлинния им режим с оглед тяхната оптимизация [Моралийски, 1980б, 1981б]; направена е оценена на отоплителния период в страната и са определени максималните топлинни загуби на сградите [Мора-

лийски, 1976, 1984а, 1985, 1987]; експериментално са определени коефициентите на поглъщане и проникване на слънчевата радиация през стъклата, коефициента на самозасенчване и албедото на типова сграда в София. През 1983 г. е защитена първата дисертация по техническа климатология у нас: „Влияние на климатичните фактори върху топлинния режим на сградите в НРБ през студеното полугодие“ от Е. Моралийски.

В статията „Някои елементи на климата и значението им за строителното проектиране“ [Моралийски и др., 1990] са разгледани климатичните въздействия, отразени в нормите за проектиране на технически съоръжения, за топлоизолация на сгради и за проектиране на отоплителни, вентилационни и климатични инсталации. Първото райониране на територията на нашата страна по статично натоварване от вятър е направено през 1978 г. за стойности с обезпеченост един път на 5 години и двуминутен интервал на осредняване на скоростта на вятъра [Иванов, 1979], като са разграничени седем района на ветрово натоварване:

I – до 0.23 kN/m<sup>2</sup>;    II – до 0.30 kN/m<sup>2</sup>;  
III – до 0.38 kN/m<sup>2</sup>;    IV – до 0.48 kN/m<sup>2</sup>;  
V – до 0.60 kN/m<sup>2</sup>;    VI – до 0.73 kN/m<sup>2</sup>;  
VII – до 0.85 kN/m<sup>2</sup>.

Последният район включва откритите планински била и върхове, където се регистрират ежегодно скорости на вятъра над 40 m/s.

#### 3.1.4 Други направления на приложната климатология

*Микроклиматичните изследвания* в България започват скоро след създаването на секцията по климатология на ИХМ. Те се изразяват в емпирични изследвания за влиянието на формите на релефа и различните топлофизични свойства на подложната повърхност върху основни метеорологични елементи като температура и влажност на въздуха и вятър. Микроклиматичните изследвания се базират на два вида източници на данни – от експедиционни наблюдения и от стандартните метеорологичните станции. Още през 1950 г. започват изследвания за микроклиматичното влияние на полезащитните горски пояси върху режима на вятъра и други метеорологични елементи, вкл. изпаряемостта [Блъскова, 1955].

„*Микроклиматичните експедиционни проучвания на релефа започват през 1956 г. под ръководството на Д. Блъскова в долините на реките Вит и Осъм в Дунавската равнина*“ [Станев и др., ред., 1991]. Паралелно са разработвани и режимните данни от стандартните метеостанции, разположени в речни долини, котловини, склонове, върхове, платовидни форми [Блъскова, 1961]. По-късно експедиции се правят и в други райони на страната, а резултатите са представени в редица публикации [Блъскова, 1965а; 1965б; Иванчева и Ценкова, 1985; Лингова и Иванчева, 1982; Лингова и др., 1985]. Микроклиматичните особености на разпределението на метеоелементите освен от релефа се определят и от различията в топлофизичните свойства на повърхността [Станев, Кючукова и Лингова, ред., 1991].

*Медицинската климатология* се развива в ИХМ от 1953 до 1963 г., когато сътрудниците на отдел „Биометеорологичен“ напускат ИХМ и образуват основния състав на секция „Медицинска климатология“ на Института по курортология, физиотерапия и рехабилитация [Андреев, 2014]. През 1957 г. излиза двутомна монография, обобщаваща изследванията в тази нова област:



т. I „Физически основи на медицинската климатология“ [Киров и др., 1957] и т. II „Медицинска климатология“ [Боров, 1965]. През 1967 г. В. Маринов успешно защити докторска дисертация върху биологичните основи на климатофизиологията. Информация за най-важните резултати от тези разработки може да се намери в „Климатът на България“ (1991, гл. 6 – Биоклиматични ресурси на България, основен автор В. Маринов). Разработки в **ИХМ** по климатичните и рекреационните ресурси на страната са изпълнявани главно до 1989 г.

Първата у нас работа по актуалния проблем за *възобновяемите източници* на енергия е на Кючукова и Иванов [1975]. Следват и други разработки, докладвани на различни форуми, както и редица публикации (напр. [Иванов, 19836; Lingova, 1984; Лингова и др., 1989]).

### **3.2 Изграждане и развитие на агрометеорологична мрежа и оценка на агроклиматичните ресурси на земеделските земи в България**

#### **Изграждане на агрометеорологична мрежа**

През 1950 г. започва нов етап в развитието на земеделската метеорология в България със създаването на единна национална хидрометеорологична служба и на Института по хидрология и метеорология през 1954 г. Тогава се поставя началото на изграждане на постоянна мрежа от агрометеорологични станции и фенологични пунктове за специализирани наблюдения и измервания. Информацията от тях дава възможност да се изучава връзката между условията на средата и процесите на растеж и развитие на земеделските култури през различните етапи от тяхното развитие, чрез прилагането на паралелни наблюдения на целия комплекс от метеорологични условия. Започва и научно-изследователска работа по агрометеорология в организирани специални експериментални бази в София, Ген. Тошево, Карнобат, Кнежа и Пловдив. Изграждането на агрометеорологичната мрежа и разширяването на агрометеорологичните научни изследвания са свързани с имената на Т. Тодоров, Е. Хершкович, Д. Дилков, Я. Георгиева и Б. Ганева. През 1950 г. България става член на Световната метеорологична организация (СМО) и на Комисията по Агрометеорология към СМО. През този период агрометеорологичните наблюдения и измервания рязко се разширяват. За целта са подготвени и публикувани ръководства за наблюдения и измервания на агрометеорологичните параметри на посевите и за проверка на получените данни (1957, 1960, 1975, 1984 г.), съобразени с препоръките на СМО. В наблюдателната програма са заложили наблюдения върху фенологичното развитие, състоянието на посевите, агротехническите мероприятия, оценка на топлинните ресурси и условията на овлажняването, както и условията за формирането на добивите.

В края на ХХ век броят на агрометеорологичните станции е 35 с пълна програма за агрометеорологични наблюдения върху основните полски култури, овощни видове, зеленчуци, лозя, а пунктовете за фитофенологични наблюдения са 132 с програма върху едногодишни земеделски култури, овощни насаждения, лозя, горски дървесни видове, храсти и диворастящи растения, птици и насекоми. От 1958 г. резултатите от измерванията и наблюденията се публикуват в Агрометеорологични годишници за ползване от

селскостопанските организации и земеделски научноизследователски институти.

Събраните многогодишни данни позволяват разработването на много въпроси, свързани с оценката на агрометеорологичните и агроклиматични условия за отглеждане на земеделските култури и свързаните с това фенологично развитие и формиране на продуктивността на посевите. През 1975 г. са подготвени и публикувани „Методични указания за съставяне на агрометеорологични прогнози“. С тяхна помощ се разработват агрометеорологични оценки и прогнози за оперативното агрометеорологично обслужване на селскостопанското производство, разпространявани по телевизията, радиото и печата. За същата цел служи и „Месечният хидрометеорологичния бюлетин за времето и състоянието на земеделските култури“, издаван от 1966 г. до днес (достъпен и на интернет страницата на НИМХ <http://www.meteo.bg>).

В публикацията си „Земеделската метеорология в България за 15 години“ Хершкович [1959a] очертава основните направления, в които се развива агрометеорологията в първите години след създаването на агрометеорологичната мрежа. След началото на измервания на почвената влажност в мрежата, започва работа по изследване на режима на почвените влагозапаси при различни почвени типове и земеделски култури. Други проблеми, по които се работи в отдела по „Земеделска метеорология“ в ИХМ, са агроклиматичното райониране, земеделска фенология, земеделско-метеорологични прогнози и горска метеорология.

#### **Изследване на агроклиматичните ресурси на земеделските територии на България и райониране на земеделското производство**

На базата на събраната от наблюдателната мрежа информация и с навлязането на специфични показатели и индекси за характеризиране на температурните и влажностни условия, определящи растежа и развитието на земеделските култури, започва работа по един от основните въпроси на агрометеорологията – райониране на земеделските култури съобразно почвено-климатичните условия на страната.

В кратки срокове от началото на измерванията и наблюденията в мрежата от агрометеорологични станции е разработено климатично райониране на 30 селскостопански вида [Кръстанов и др., 1956]. За всеки вид са уточнени изискванията към климатичната среда. Разработени са агроклиматични показатели за всяка култура за основните климатични фактори – температура, влажност на въздуха и условия на овлажнение, и чрез тези показатели са анализирани условията в България. За всяка култура са разграничени по четири района: най-подходящ, подходящ, малко подходящ и неподходящ. Изготвени са карти и анализ, в които са представени агроклиматичните и почвено-климатични условия в страната.

Най-голям принос в изследването на агроклиматичните ресурси и районирането на земеделското производство в България през този период има Е. Хершкович. Нейни са изследванията върху климатичните условия за отглеждане на памук и лозя [Хершкович, 1954, 1959б, 1960, 1965, 1968, 1972а, 1972б]. Тя е характеризирала агроклиматичните условия в 10 района на страната и е посочила какви култури са подходящи за тях [Хершкович, 1967]. Под нейно ръководство е направено агроклиматично райониране на пет основни селскостопански култури: пшеница, царевица, лозя, захарно цвекло

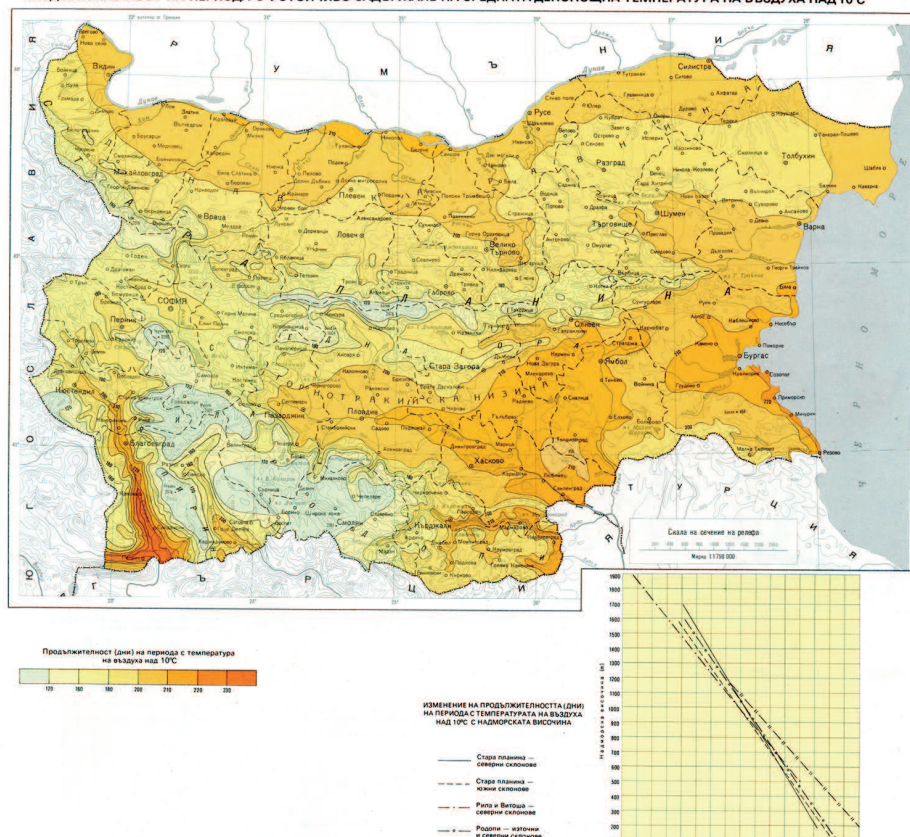
и картофи, както и интегрирана оценка на агроклиматичните условия (бонитет на климата). По-подробно и по-обосновано агроклиматично райониране на 15 основни култури е извършено през 1969 г. Тези изследвания са научна основа на специализацията на селскостопанското производство и на концентрацията му в най-благоприятните агроклиматични райони на страната. При проучването на изискванията на културите са използвани всички годни за целта данни от опитните селскостопански институти в страната, както и специално проведени датово-географски опити по единна методика при естествени условия с нови и перспективни сортове от почти всички култури. Районирането е извършено на база средни стойности на отделните показатели и обезпеченост на благоприятни и неблагоприятни условия. Резултатите са представени в 45 цветни карти [Хершкович и др., 1969].

През 1970 г. Хершкович публикува две свои разработки, в които районирането е извършено на база разпределението на температурните суми за периода с температура по-висока от 10°C, съпоставени с изискванията на всяка култура. Въз основа на това страната е разделена на осем подпояса – три подпояса на топлолюбивите култури, два – на средно топлолюбивите и три на малко топлолюбивите. Условията за влагообезпеченост характеризира чрез баланса на влагообезпечеността за периода юни-август. По този признак страната се разделя на три зони – влажна, засушлива и суха [Хершкович, 1970a]. Във втората разработка Хершкович [1970b] прави селскостопанска оценка на тези условия чрез съпоставяне с продуктивността на зърнени култури. Тези изследвания са в основата на публикувания през 1984 фундаментален труд „Агроклиматични ресурси на България“, за научния принос от издаването на който е удостоена с висока държавна награда. В книгата си тя въвежда температурните и влажностни индекси като основа за районирането [Хершкович, 1984].

#### **Характеризиране на температурните условия**

Главен райониращ признак при агроклиматичното райониране са температурните условия. Те са едни от най-важните от комплекса метеорологични условия, определящи вида на растенията, които могат да достигнат до пълна зрелост в даден район и обуславят темповете на тяхното развитие. Топлинните условия на средата определят продължителността на вегетационния период, от които зависят растежът, развитието и продуктивността на земеделските култури, както и възможността за отглеждане и на втори култури. Продължителността на вегетационния сезон е ограничена за всяка култура между пролетното и есенното устойчиво преминаване на температурата на въздуха през биологичния минимум. За земеделските култури в България са възприети 3 биологични минимума: 5°C (за пшеница, ечемик, овес, грах, леща и слънчоглед); 10°C (за царевица, фасул и соя); и 15°C (за памук и други топлолюбиви култури). Прецизните изследвания показват, че действителният биологичен минимум при различните култури е различен, но възприемането на общи стойности дава възможност за агроклиматична оценка по групи култури. Датите на устойчиво преминаване на температурата на въздуха през биологичния минимум през пролетта и есента поставят начало и край на вегетационния период за отделните групи култури. Продължителността на безмразния период е характеристика, която е свързана с продължителността на периода с мраз. Последният се определя

ПРОДЪЛЖИТЕЛНОСТ НА ПЕРИОДА С УСТОЙЧИВО ЗАДЪРЖАНЕ НА СРЕДНАТА ДЕНОНОЩНА ТЕМПЕРАТУРА НА ВЪЗДУХА НАД 10°C



**Фиг. 3.2–1.** Продължителност на периода с устойчиво задържане на средната денонощна температура на въздуха над 10°C [Агроклиматичен атлас на България, 1982].

от броя на дните с температури под 0°C, тези със снеговалеж и продължителността на задържане на снежната покривка, а те са в основата на формиране на почвените влагозапаси през периода на есенно-зимното влагонатрупване и след пролетното снеготопене.

Топлинните ресурси намират израз в температурните суми през потенциалния и реален вегетационен период и за различни междуфазни периоди от развитието на културите, вероятността с която се достигат различните температурни суми, началните и крайните дати на настъпване на благоприятни температури за вегетацията, минимални температури през януари и максимални температури през юли.

Активните температурни суми над 10°C в умерения пояс се изменят от 1000–1200°C на север, до 4000–5000°C в южните му части (фиг. 3.2–1). Приблизително в тези граници варират активните температурни суми и в нашата страна – от 2900°C до 4500°C.

Оценката на топлинните условия в различните райони на страната по отношение изискванията на селскостопанските култури към топлината може да се извърши, като се вземе предвид сумата от активни температури, необходима за достигане до стопанска зрелост на дадената култура. Най-добри

условия, естествено, ще има в районите, ограничени от изолините 4100°C и 3900°C, по-неблагоприятни в районите, ограничени от изолинии 3700°C, още по-неблагоприятни – в районите, ограничени от изолинии 3500°C температурна сума за периода с температура на въздуха над 10°C. Това са все още качествени оценки на температурните условия – подходящи ли са или не за отглеждането на дадена селскостопанска култура. Известно е, че температурните условия могат да варират в широки граници по години при нашите климатични условия. За оценка на режима на температурните суми, необходими за вегетационния период на различните селскостопански култури, е изследвана обезпечеността на температурната сума над 10°C [Хершкович, 1984].

Голямото различие в продължителността на вегетационния период и в режима на температурите в различните райони на умерения пояс при нашите климатични условия налага подразделянето му на подпояси. След анализ на температурния режим и изискванията на селскостопанските култури към топлината земеделските територии на страната, т.е. тези до 700–800 m надморска височина, бяха разграничени подпояси, различаващи се помежду си с 200 до 400°C активна температурна сума. Впоследствие, въз основа на голямото сходство на температурните условия на близки подпояси по отношение изискванията към топлина на групите селскостопански култури, тези подпояси са групирани в три групи – подпояс на топлолюбивите, късни култури; подпояс на средно топлолюбивите култури, средно ранни и подпояс на малко топлолюбивите култури [Хершкович, 1984; Ганева, 1973, 1976].

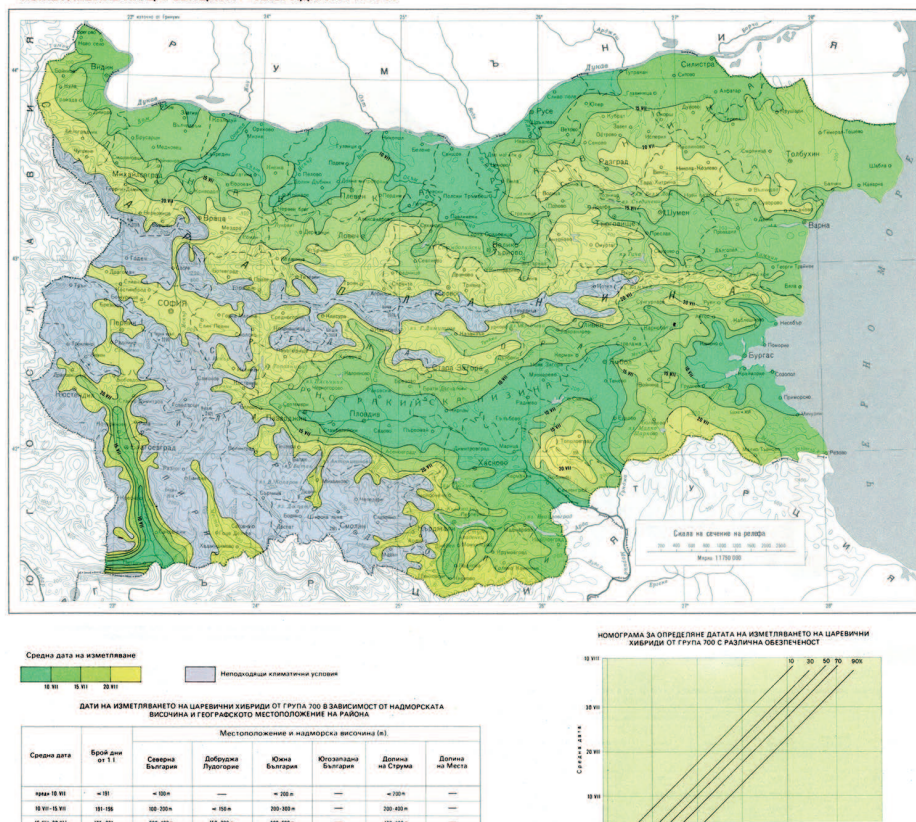
За оценка на температурните условия през периода на вегетация са разработени агроклиматични показатели, изразяващи зависимостта между термичните условия, представени като температурни суми и датите на настъпване на основните фази на развитие на основните земеделски и овощни култури [Вандова, 1987; Вандова и Филипов, 1988, 1994; Ганева, 1976, Ганева и Георгиева, 1969]. Те се използват за съставяне на прогнози за датите на настъпване на основните фази на развитие на културите. Ганева [1970, 1973] установява зависимост между продължителността на основни междуфазни периоди със сумите на средните денонощни температури на въздуха за тези периоди. Тези зависимости намират приложение при изготвяне на фенологични прогнози. Определени са сумите на температурите за периода сеитба-покълване и изкласяване-узряване [Ганева, 1970].

Връзки между температурните показатели и етапите на развитие на царевичката са проучени от Н. Славов. Зависимости между средноденонощната температура на въздуха и тази на почвата на дълбочина 5 и 10 cm са изведени с цел прогнозиране на сроковете на сеитба [Славов, 1969]. В Славов [1971] е установено, че продължителността на периода сеитба-поникване зависи от температурата на въздуха. Пропорционална зависимост между сумите от ефективни температури и процесът на листообразуване и формирането на репродуктивни органи са установени от Славов [1972]. В Славов [1970a, 1970b] се изследва и връзката между температурата на въздуха и етапите на органогенеза на метлицата и кочана при царевичката (фиг. 3.2–2). Установена е отрицателна нелинейна корелация при метлицата и степенна връзка при кочана. Резултатите от тези изследвания са обобщени в хабилитационния му труд „Агрометеорологични условия за формиране на продуктивността при царевичката“, 1989 г.

Температурните показатели при овощни видове разработват Б. Ганева,



ИЗМЕТЛЯВАНЕ НА ЦАРЕВИЦАТА – ХИБРИДНА ГРУПА 700



Фиг. 3.2–2. Средна дата на изметляване при царевицата [Агроклиматичен атлас на България, 1982].

В. Георгиева и М. Вандова. Температурни суми за определяне на началото на цъфтеж при ябълка, круша, кайсия и праскова, разработва Ганева и Георгиева [1967, 1969], Ганева [1976]. Значимата корелация между продължителността на периода начало вегетация – начало на цъфтеж и температурните суми, набрани за същия период, позволява приложението им при съставяне на оценки и прогнози при овощните култури.

Според Вандова и др. [1994] за нормалното протичане на вегетационния период при различните по срок на узряване сортове кайсии е необходима сума от активни температури 1150–2055°C. Тя определя и стойностите на средната денонощна температура и активната температурна сума през отделните междуфазни периоди от развитието на кайсията. Условиата за презимуване на овощните култури се определят от продължителността на безмразния период. За оценка на температурните условия през периода на вегетация са разработени агроклиматични показатели, изразяващи зависимостите на скоростта на развитие на основните овощни култури, отгледани у нас и температурата [Ганева и Георгиева, 1969; Вандова, 1988, 1989а, 1989б; Вандова и др., 1984]. Датата на цъфтеж и метеорологичните условия, при които протича тази основна фаза при овощните видове е важен критерий за

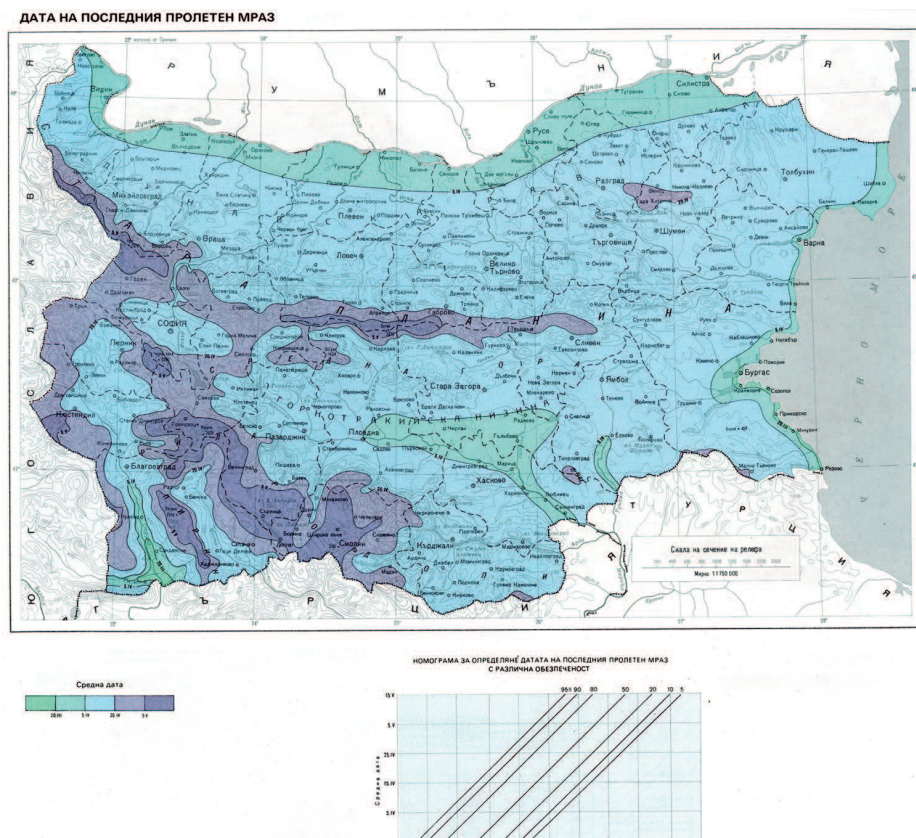
оценка на пригодността на даден район за отглеждане на тези култури.

Периодът на „относителен покой“ при овощните култури настъпва по различно време в различните райони на страната, съобразено с изискванията на овощните видове и температурните условия [Ганева, 1976]. Установено е, че най-рано започва относителния покой при праскова, при средно денонощна температура на въздуха при 9.6°C, а най-късно при ябълката при температура 7.2°C. Средно за страната „относителният покой“ настъпва към края на октомври до първото десетдневие на ноември. Температурните условия, при които протича „относителният покой“, общо за страната са благоприятни за презимуване на овощните култури. Известна опасност от ниски температури съществува в места с изразен континентален климат (Кнежа, Горна Оряховица и високите котловинни полета). В изследване на условията през периода на дълбок покой при прасковата Вандова [1987] установява, че често необичайните и по-продължителни увеличения на температурата през зимата могат да предизвикат преустановяване на този период по-рано, което води до намаляване на естествената студоустойчивост.

При оценката на топлинните ресурси в даден район трябва да се имат предвид и датите на настъпване на *късните пролетни и ранните есенни мразове*, които лимитират реалния вегетационен сезон. Мразът е комплексно явление, което се определя от съчетанието на метеорологични, орографски и биологични фактори. Средните дати на последния пролетен и първия есенен мраз, както и продължителността на безмразния период са част от характеристиката на климата на дадена територия (фиг. 3.2–3).

Мразовете у нас са обект на много задълбочени изследвания, обхващащи следните периоди: 1931–1950 г. [Лингова, 1955]; за периода 1951–1980 г., [Събев и др., 1963; Стефанов и др., 1961; Божков, 1962; Събев и Блъскова, 1971]. В своето изследване Лингова разглежда случаите на мраз за тридесет годишен период в 100 станции и установява, че първите есенни слани са се образували в повечето случаи при положителни минимални температури на въздуха, а последните пролетни – при отрицателни. Авторът обяснява това с по-голямата вероятност за случване на адвективни адвективно-радиационен мраз.

Режимът на мразовете в България, тяхната повтораемост и интензивност, както и връзката им със синоптични обстановки е изследван от Събев и др. [1963]. Авторите приемат, че ден с мраз е ден, в който минималната температура на въздуха е по-ниска или равна на нула. На базата на информация от 64 станции са определени среден брой на дни с мраз по месеци през пролетта и есента, мразовитост по петдневия, продължителност на мразовитите периоди и средна петдневна честота на мразовитите периоди. Специално внимание е отделено на късните пролетни и ранните есенни мразове, като са определени средните и крайни дати на настъпването им. Потърсена е зависимост между датата на настъпване на последния пролетен мраз и средната месечна минимална температура на въздуха, въз основа на което е направено райониране. Определени са датите на последните пролетни мразове с различна вероятност. Направена е и типизация на синоптичните обстановки, при които са се случили мразовете. В 50% от случаите на мраз през пролетта и 40% от тези през есента причината е антициклон. При 15% през пролетта и 20% през есента мразът се дължи на антициклон в тила на циклон, а в 10% от случаите на циклон. В тила на циклон, но настъпващ след



**Фиг. 3.2–3.** Дата на последния пролетен мраз [Агроклиматичен атлас на България, 1982].

него клин на високо налягане, се образува мраз при 15% от случаите през пролетта и 25% от тези през есента, а в 10% от случаите мразът е в резултат на размито барично поле.

Опит за изясняване на понятието мраз и систематизиране на физическите условия за възникване и възможностите за прогнозирането му правят Стефанов и др. [1961]. Според тях, за да се прогнозира мразовете, са необходими измервания на комплекс от параметри – температура на въздуха, влажност на въздуха, скорост на вятъра, облачност и почвена температура на дълбочина 5, 10 и 15 cm. След осигуряването на необходимата информация, прогнозите се изготвят чрез изчисления по емпирични зависимости. Емпиричните зависимости са получени в резултат на дългогодишни наблюдения и се основават на това, с колко градуса се понижава температурата от определен момент на денонощието нататък.

Като критерий за оценка на опасността от късни пролетни мразове Вандова [1987] използва разликата в дни между датата на цъфтеж и датата на последния пролетен мраз. Изчислена е вероятността в проценти на отклонението в дни между датата на цъфтежа при прасковата и датата на последния пролетен мраз за периода 1951–1980 г. Извършена е вероятностна оценка на годините с неблагоприятни за разглежданите овощни култури мини-



мални температури през месец март. Изследванията показват, че през месец март опасността от повреди от неблагоприятни минимални температури при прасковата е много малка. Опасни минимални температури са наблюдавани само през 2–3% от годините през третото десетдневие на март, в места с изразен континентален климат и във високите полета. Най-голяма опасност от повратни студове през март е установена при кайсията и ябълката. Такива минимални температури на въздуха се наблюдават през първото десетдневие на месец март в 25% от случаите [Ганева, 1976].

### Условия на овлажнение

Водопотреблението и влагообезпечеността на основните земеделски култури в различните почвено-климатични райони, както и изучаване на водния режим на основните почвени типове е основна задача на агрометеорологията у нас от началото на измерванията на почвената влажност [Хершкович и Събев, 1963; Хершкович и Дилков, 1964; Хершкович, 1971].

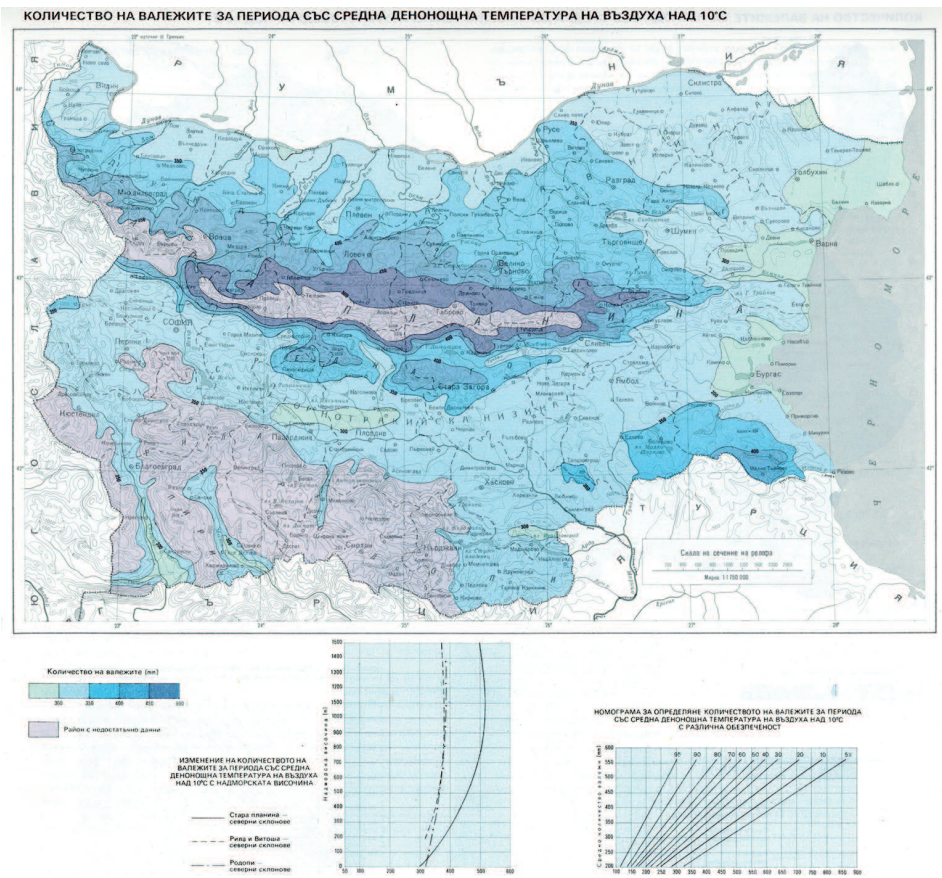
Наличието на необходимите за растежа и развитието си растенията количества вода в почвата е друг показател за оценка на агроклиматичните ресурси на дадена територия и райониране на земеделските култури. Влажността на почвата е резултантна величина от нейните водно-физични свойства и метеорологичните условия. Режимът и балансът на почвените влагозапаси се обуславя от колебанията на метеорологичните елементи. Определящи размера на добива на земеделските култури за условията на България са количеството на валежите и изпарението (фиг. 3.2–4; 3.2–5). Затова с появата и развитието на българската земеделска наука на почвените влагозапаси се отрежда място на основен елемент на почвеното плодородие. Началото на измерванията на почвената влажност през 1951 г., а в по-голям брой станции от 1961 г., дава начало на изследване на почвения климат.

През този период са разработени и методики, свързани с оценката на почвените влагозапаси за целите на земеделието у нас. Съществен принос в тази насока имат А. Вангелов, Д. Дилков и М. Вандова. Изследванията на Вангелов [19636, 1964, 1968, 1971], Вангелов и др. [1958] са свързани с водно-физичните свойства на различни типове почви, достъпността на водата за растенията и начините за представянето им. Върху точността на измерване на почвената влажност в някои почвени типове са работили Дилков [1960] при смолниците и Вандова [1969] при излужена смолница, карбонатен чернозем, излужена канелена и алувиално-ливадна почва. Вандова [1969] установява, че при по-тежките почви вземането на проби в 4 повторения дава задоволителна точност, но при по-леките почви са необходими по-голям брой повторения.

Достъпният за растенията почвен влагозапас се разделя на трудно и лесно усвоим от растенията от долната граница на оптималната влажност (ДГОВ). Макар че делението е условно, ДГОВ е много важен критерий, защото се използва за оценка на влагообезпечеността на земеделските култури. ДГОВ представлява голям интерес, защото в хидромелиоративната теория и оперативна практика е показател, определящ момента за извършване на поливка. Изследванията на Вангелов [19636, 1968] показват, че ДГОВ е между 63% при по-леките и 74% при по-тежките от пределната полска влагоемност (ППВ).

Различните почвени типове задържат различно количество вода при навлажняване поради различните стойности на воднофизичните си харак-



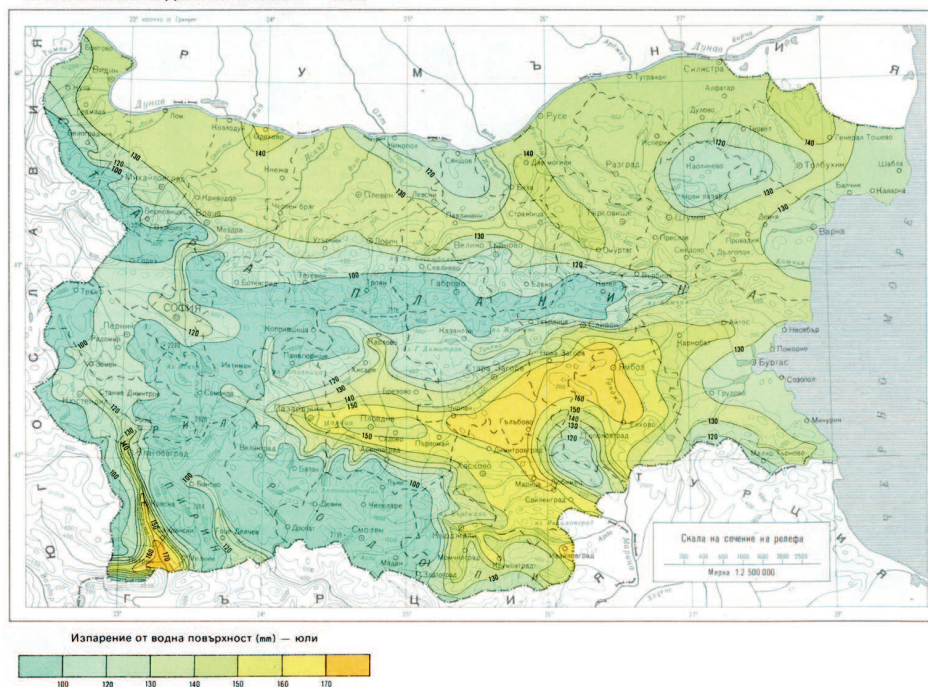


**Фиг. 3.2–4.** Количество на валежите за периода със средна денонощна температура, по-висока от 10°C [Агроклиматичен атлас на България, 1982].

теристики. Основните водно-физически константи са: обемно тегло  $g/cm^3$ ; относително тегло  $g/cm^2$ ; влажност на завяхване (ВЗ) в mm; пределна полска влагоемност (ППВ) в mm и пълна влагоемност в mm. Изследванията върху водно-физичните свойства на почвите и режима на почвените влагозапаси са започнали в средата на миналия век [Дилков, 1952, 1955, 1957, 1959, 1965; Дилков и Вандова, 1972; Вангелов, 1963, 1964, 1965, 1968, 1971].

Като благоприятни за натрупването на значителни количества продуктивни почвени влагозапаси Дилков [1959] оценява водно-физичните свойства на типичните карбонатни и излужени черноземи. Като почвен подтип чернозем с най-благоприятни почвено-хидрологични константи посочва слабо излужения чернозем в Добруджанския земеделски институт (ДЗИ) – Добрич, чиято обща влагоемност е много висока при малка влажност на завяхването. С много високи стойности на водно физичните си показатели се отличават смолниците поради по-високото съдържание на глина [Дилков и Вандова, 1972].

ИЗПАРИЕНИЕ ОТ ВОДНА ПОВЪРХНОСТ – ЮЛИ



Фиг. 3.2–5. Изпарение от водна повърхност, месец юли [Агроклиматичен атлас на България, 1982].

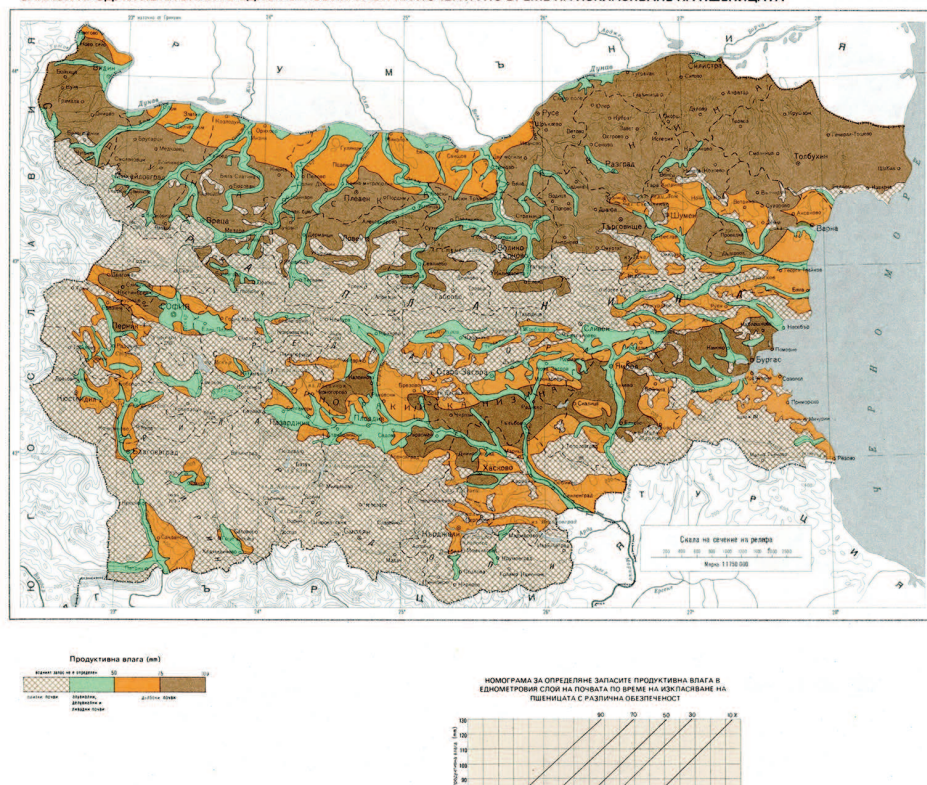
Съотношението между необходимото и налично количество почвени влагозапаси е показател за обезпечеността, по отношение на влажностните условия за отглеждане на земеделските култури. Изследване на влагообезпечеността на основните почвени типове са започнали още в средата на миналия век – Д. Дилков при черноземите и смолниците, А. Вангелов при канелените горски, Р. Дуков при сивите горски, Д. Дуков и М. Вандова при смолниците.

Дилков [1959, 1960, 1968] изследва влажностните условия по време на есенно-зимната и пролетната вегетация на зимната пшеница при черноземите, в зависимост между почвените влагозапаси, метеорологичните условия и фенологичното развитие на културата. Оптималното водопотребление той пресмята по метода на водния баланс, както и степента на овлажнение на почвата в сравнение с ППВ през етапите от развитието на растенията. Той установява, че при сума на валежите около нормалните, влагозапасите не падат под ДГОВ в периода вретенене-изкласяване. В години с валежи под нормалните за периода влагозапасите са около и под оптималните. В периода изкласяване-млечна зрялост валежите не могат да покрият разхода на влагозапаси, което води до изчерпването им под границата на оптимално овлажнение.

Дуков [1976] изследва водния режим и влагообезпечеността при сивите горски почви за периода 1961–1973 г. Почвените влагозапаси през пролетта в еднометровия почвен слой са от 320–380 mm, от които 120–160 mm са продуктивни. Водопотреблението през вегетационния период на пшени-



ЗАПАСИ ПРОДУКТИВНА ВЛАГА В ЕДНОМЕТРОВИЯ СЛОЙ НА ПОЧВАТА ПО ВРЕМЕ НА ИЗКЛАСЯВАНЕ НА ПШЕНИЦАТА



Фиг. 3.2–6. Запаси продуктивна влага в еднометровия почвен слой по време на изкласяване на пшеницата [Агроклиматичен атлас на България, 1982].

щата той пресмята по водобалансовото уравнение и установява, че при сивите почви то е около 279–290 mm. През по-голямата част от вегетацията на пшеницата, особено в критичните фази, влагозапасите са достатъчни за нормален растеж и развитие на пшеницата и получаване на добри добиви – фиг. 3.2–6.

В изследване при канелените горски почви, по данни за периода 1931–1962 г., Вангелов [1965] констатира, че през периода на есенно-зимното влагонатрупване ППВ се достига с вероятност 70–90%. След възобновяване на вегетацията еднометровият почвен слой е влагозапасен до ППВ. Пшеницата е осигурена с лесно усвоими влагозапаси до изкласяване. До фаза восьмична зрелост акумулираните количества влагозапаси се изчерпват.

Режимът на почвените влагозапаси при смолниците е разработен от Дилков и Вандова [1972] на базата на 13-годишен период с данни за три станции – София, Чирпан и Карнобат. по време на оптималните срокове на сеитба пшеницата в слоя 0–25 cm са близки до критичните стойности. В периода от възобновяване на вегетацията до вретенене зимната пшеница е влагообезпечена. В периода до изкласяване влагозапасите в еднометровия почвен слой са средно 130–140 mm.

Влагообезпечеността при изкласяване е около 85–87% от ППВ, което осигурява подходящи условия за осъществяване на оплождане и наливане на зърното.

В резултат на всички проведени до момента изследвания е публикувана монографията „Агроклиматични ресурси на България“ на Е. Хершкович [1984], в която за пръв път се представя разпределение на земеделските култури върху земеделската територия на страната, чрез прилагането на температурните агрометеорологични индекси активни и ефективни температури. Това е обективна предпоставка за съответствие между изискванията на културите и условията на средата.

Многогодишните агрометеорологични данни от измерванията и наблюденията са обработени и начертани карти на агроклиматичните ресурси и фитофенологичните явления на основните земеделски култури в България. Това позволи през 1982 г. да се издаде „Агроклиматичен атлас на България“, поставил нашата страна сред малкото страни на света, които имат такъв атлас. Той отговори на нуждите както на научно-теоретичните, така и на научно-приложните проблеми на земеделието и стана основа на разработването на бонитета на климата, а по-късно и на бонитета на природните ресурси на България.

### **Фенологични наблюдения и изследвания**

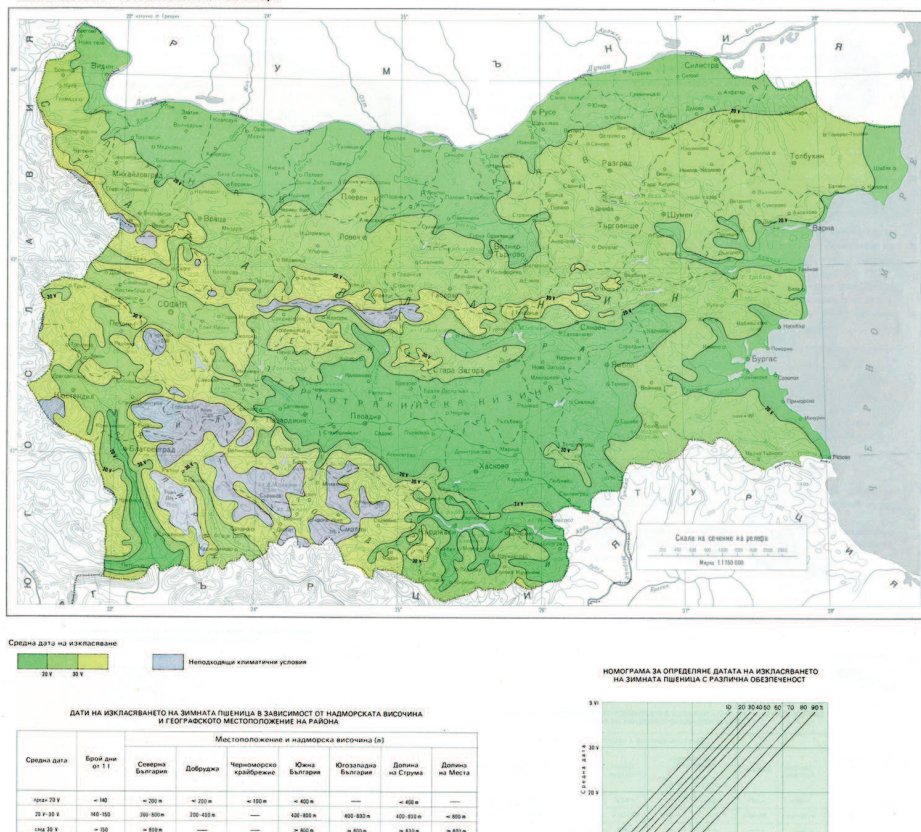
Както вече беше отбелязано, фенологичните наблюдения са започнали още в началото на организираните метеорологични наблюдения у нас. След създаването на агрометеорологичната мрежа от станции и на земеделски и горско-фенологични пунктове възниква необходимостта от разработване на методика за извършване на заложените в наблюдателната програма наблюдения над сезонните изменения в природата. Упътването за агрометеорологични наблюдения (1960) включва срокове за наблюдения и описание на наблюдаваните фази на селскостопански растения, горски и диворастящи растения и животни. През 1976 г. е разработена оценка на статистическата структура на полето на фенологичните явления с цел оптимизация на пунктовете за извършване на фенологичните наблюдения [Хершкович и др., 1976]. Изследвани са фазите цъфтеж при ябълката, изкласяване при пшеницата и цъфтеж при ориза. Използвана е информация за 25 станции, разположени на надморска височина до 400 m. Установена е доста голяма естествена вариабилност на датите на настъпване на фенологичните фази, като варирането около средната дата е 8–9 дни и допустимо разстояние за оптимална интерполация от 100 km за ябълката, 80 km за пшеницата и 60 km за ориза. В заключение авторите препоръчват разширяване на изследванията за райони с по-голяма надморска височина и неравен и разнообразен терен, където се налага съгъстяване на мрежата от пунктове за наблюдение.

За обслужване на селскостопанското производство с информация натрупаните за 20 години данни от фенологичните наблюдения при различните типове култури през 1983 г. са обобщени в справочник в два тома: „Дати на настъпване на фенофазите при селскостопанските култури“, том I – Полски и зеленчукови култури и том II – Овощни видове, под редакцията на Сл. Добринова.

На базата на обобщени данни от фенологичните наблюдения за периода 1960–1976 г. е направено пространственото представяне на фенологичните явления, чрез средните дати на настъпване на основни фази на развитие при зимната пшеница (фиг. 3.2–7), царевица – група 600 и 700 по ФАО (Food and Agriculture Organization), слънчоглед, захарно цвекло, люцерна,



**ИЗКЛАСЯВАНЕ НА ЗИМНАТА ПШЕНИЦА**



**Фиг. 3.2–7.** Средна дата на изкласяване на пшеницата [Агроклиматичен атлас на България, 1982].

лоза, ябълка и синя слива е направено от Б. Ганева, Д. Дилков, Н. Славов, Ст. Стойчев, И. Колева. Изготвени са карти, представени в „Агроклиматичен атлас на България“ (1982).

През 1984 г., в резултат на натрупания опит с организирането на фенологичните наблюдения в агрометеорологичната мрежа, екип от специалисти агрометеоролози от ГУХМ и ИХМ съставят трето издание на Упътване за фенологични наблюдения с илюстрации на наблюдаваните фази и методически изисквания и инструкции за записване и предаване на информацията.

След 1975 г. научните изследвания в областта на агрометеорологията заедно с традиционните до този момент изследвания на взаимовръзката между земеделските култури и метеорологичните явления и процеси се насочват и в някои нови области:

**Развитие и приложение на съвременни статистически и симулационни (динамични) модели**

Приложението на статистическите (регресионни) модели започва в периода след 1970 г. Особен принос в определянето на причинно-следствени връзки между метеорологичните и агрометеорологични условия и продук-

тивността на едногодишните и многогодишни земеделски култури имат Н. Славов, Б. Ганева, Е. Хешкович, Д. Дилков, М. Вандова и Ст. Стойчев. Те създават емпирични зависимости, описващи корелацията между метеорологичните и агрометеорологични явления и продуктивността на културите, валидни за различни райони на страната. Регионалният обхват на регресионните модели насочва изследванията в търсене на нов тип модели, в които представя за състоянието на агроecosистемите се дава с помощта на математическо описание на процесите, протичащи в атмосферата, почвата и растенията, в зависимост от местоположението и надморската височина на района, за който се прилагат. Такива модели са симулационните модели. За пръв път в агрометеорологията през 1978 г. от Н. Славов и Н. Вълков се прилага моделът „време-добив“, чийто автор е О.Д. Сиротенко. През 1980 г. този модел е адаптиран за царевичен посев при условията на България и са получени първите резултати от симулациите на растеж на корени, листа, стъбла и репродуктивни органи при средноранни и късни царевични хибриди „Кнежа-380“ и „Кнежа-648“. В [Славов и др., 1984] са обобщени резултатите от верифициране на модела с експериментални данни за 4 години от царевичен посев с хибриди от група 700 по ФАО. Резултатите показват задоволителна точност както при водния блок, така и при формирането на биомасата. През този етап започват опитите за внедряване в оперативната практика на модела време-добив за царевица [Славов и Вълков, 1984]. С резултати от динамичния модел време-добив от 20 станции в земеделската територия на страната Славов и др. [1986] правят оценка на агрометеорологичните ресурси на страната за отглеждане на царевица от група 700 по ФАО. Оценката е извършена по отношение на почвените влагозапаси в еднометровия почвен слой и по добив от различните райони на страната. Резултатите показват добро съвпадение и по двата критерия. Предимството на този метод на оценка на агрометеорологичните ресурси е, че се прави по най-интегрирания показател – продуктивността.

Резултатите са много добри и това дава основание да започне адаптиране на този модел и за слънчоглед [Сиротенко, Дуков, 1984]. Определени са параметрите на биологичните функции на посев от слънчоглед, като са използвани данни от полски опит, проведен в Кнежа. Получените от симулациите данни са с грешка 10–12%, в сравнение с измерените по отношение на водните запаси. А по отношение на натрупването на обща биомаса и тази на органите на слънчогледа се получава удовлетворително съвпадение с грешка между 5 и 15%. Подобни резултати през 1984 г. публикуват Славов и И. Колева-Лизама за зимната пшеница. Определени са параметрите на биологичните функции в модела и са сравнени с резултатите от многогодишен опит 1976–1982 г. с зимна пшеница [Славов и Колева-Лизама, 1984]. Адаптацията на този модел за зимна пшеница е извършена от И. Колева-Лизама, а резултатите са представени в дисертационния ѝ труд.

Дългогодишните изследвания на Никола Славов върху агрометеорологичните условия за отглеждане на царевица у нас и опитът му с използването на моделът време-добив намират място и в монографията „Царевицата в България“, издадена през 1984 г. В главата „Агрометеорологични условия за моделиране на продукционния процес и за райониране на царевицата“ са представени агрометеорологичните условия през различните междуфазни периоди, зависимости между суми на ефективни температури и формирането на

добива, резултати от моделни пресмятания. Въз основа на агроклиматичната характеристика в зависимост от агроекологичните условия за отглеждане на царевица територията на България е разделена на 5 зони,:

- най-подходящ – със сума на ефективни температури по-висока от 1700°C, където могат да се отглеждат хибриди от група 700 по ФАО;
- подходящ – със сума на ефективните температури близки до 1400°C, където могат да се отглеждат хибриди от група 400-600 по ФАО;
- подходящ – със суми на ефективните температури между 1000 и 1400°C, където могат да се отглеждат хибриди от група 400-600 по ФАО;
- малко подходящ – със сума на ефективните температури 900-1100°C, обхваща териториите между 600 и 800 m надморска височина, където могат да се отглеждат хибриди от група 200-300 по ФАО за зърно и 400-500 за силаж;
- неподходящ – планинската част.

### **Развитие и приложение на дистанционните методи**

От 1983 г. започва активно развитие и приложение на дистанционните методи (наземни, самолетни и спътникови) за оценка на състоянието на посевите и почвите. Първоначално тези изследвания се провеждат във видимата и близката инфрачервени области на електромагнитния спектър, а на по-късен етап обхващат и сондирането в микровълновата област чрез активни и пасивни радиометри. Под състояние на посевите следва да се разбира идентифициране на различни фази от фенологичното им развитие, а под състояние на почвите – различните състояния на почвено овлажнение [В. Казанджиев, Н. Славов, Н. Вълков, А. Клещенко, В. Коваленко, 1983-1989]. Паралелно с това се работи за създаването и усъвършенстването на двуканален трансмисионен фотометър (ДТФ-2) за измерване на спектралните отражателни характеристики на почви и посеви за приложение в оперативната практика. Тази разработка е съвместна с учени от Всесъюзния научно-изследователски институт по селскостопанска метеорология (ВНИИСХМ), Обнинск [Казанджиев, 1983]. Един от първите разработени методи е спектрометричен за оценка на влажността на почвата и параметрите на растителната покривка и степента на проективно покритие на почвата от листата на растенията, посредством които са създадени зависимости за пресмятане на надземната растителна биомаса, площта на листната повърхност – Leaf Area Index (LAI), гъстота на посева и др., както и за пресмятане продуктивността на посевите. При определянето на влажността на почвата по-перспективен метод е радиометричния, използващ радиояркостната температура. Чрез микровълново активно сондиране с дължини на вълната 17, 35 и 50 cm, съвместно с учени от Института по електроника (ИЕ-БАН) [Казанджиев, Славов, Костов, 1987], са проведени серия от наблюдения, в резултат на което е доказано горното твърдение. На основата на тези методи са разработени статистически модели за изчисляване както на влагозапасите в повърхностните почвени слоеве, така и на добива от основните селскостопански култури.

Космическият мониторинг на селскостопанските култури, контролът на земеползването, прогнозите на добивите са важни съставни части на съвременната селскостопанска практика. Той позволява съществено да се повиши точността и обективността на информацията за тях.

Тази проблематика очертава кръга на основните научни направления интереси, но едновременно с това съществуват разработки по създаването и поддържането на агрометеорологичната база данни и съхранението на оперативната и режимна агрометеорологична информация, кодирането и движението на първичните данни, фенологичните явления като индикатор на климатичните промени, разработването на теоретични въпроси, отнасящи се до пресмятането на слънчевата радиация, пресмятане на евапотранспирацията, пресмятане на датите за настъпване на фенологични фази при някои горско-дървесни видове в зависимост от температурните условия, пресмятане на индекси на засушаване и приложимостта им за оценки на агрометеорологичните условия.

#### **Научен принос и обучение на агрометеорологични кадри**

Сериозен принос за агрометеорологичната наука, особено в обучението по селскостопанска метеорология, имат проф. К. Киряков, проф. Т. Тодоров, проф. Е. Хершкович, проф. Д. Дилков, проф. Н. Славов, в сътрудничество с проф. М. Гюрова и проф. Б. Пеев от Аграрния университет в Пловдив и в областта на горската метеорология проф. Р. Флоров, проф. И. Раев от Лесотехническият университет в София. Многогодишната им изследователска работа даде оценка на агроклиматичните ресурси, агроклиматичното райониране на основните селскостопански култури, влиянието на полезащитните горски пояси върху микроклимата на защитните полета и добивите, микроклимата на наклонени терени и терасирани площи, влиянието на метеорологичните условия върху растежа, развитието и формирането продуктивността на основните селскостопански култури, горско-дървесни и храстови видове, проблемите на водната и ветрова ерозия на почвата и други.

### **3.3 Развитие на изследванията в основни научни направления на съвременната хидрология**

Започната през 1949 г. реорганизация на хидроложката служба е проведена окончателно през 1950 г., когато Министерски съвет излиза със специално Постановление за обединяването на хидроложката служба от Министерството на електрификацията и Метеорологическият институт при Министерството на земеделието в единна Хидрометеорологична служба (ХМС) отначало към Министерския съвет, а по-късно към Министерството на земеделието. С това обединение се поставя началото на нов етап в развитието на хидрологията и метеорологията у нас.

В централното управление на хидрометеорологичната служба хидрологичният сектор е оформен с 4 подразделения: а) отдел „Мрежи“, който администрира съвместно хидрологичната и метеорологичната мрежа от станции, ръководи набирането на хидрологичните и метеорологичните данни от мрежата и извършва първичната проверка на получаваните данни от наблюденията; б) отдел „Разработка данни“ извършва разработката на хидрологичните и метеорологичните данни, получени от наблюденията и измерванията по етап на тяхното публикуване в годишници; в) отдел „Хидрологичен“ разработва методичните и научните въпроси в областта на хидрологията и г) отдел „Воден кадастър“, който се занимава със събирането и систематизирането на данните и сведенията за водните обекти и техния режим



върху територията на нашата страна. Измерването на водните количества след тази реорганизация се извършва изключително с хидрометрични витола. Повишен е значително броят на измерванията, който се движи от 50 до 80 годишно.

В средата на 50-те години на миналия век хидрометричната мрежа се състои от 282 хидрометрични станции (без тези на р. Дунав). Хидрометричните станции по тяхното предназначение се разделят на опорни и специални. Мрежата от опорни хидрометрични станции има за задача да даде пълна хидроложка характеристика за страна, а специалната е открита за нуждите на ведомства и организации. Наред с наблюдаването на водния стоеж, измерването на температурата на водата и измерването на водните количества, в 86 станции се прави химичен анализ на водата, а в 106 се измерва и мътноста. Периодът на наблюдение на станциите от опорната мрежа е много разнообразен. От табл. 3.3–1 се вижда, че по-голямата част от станциите имат къс период на наблюдение – от 5 до 10 години.

**Табл. 3.3–1.** Разпределение на хидрометричните станции по период на наблюдение до 1949 г.

Период на наблюдение в години	Хидрометрични станции				Хидрометрични постове
	5–10	11–15	16–20	над 20	
Водни количества	133	69	10	60	10
Химизъм	86	—	—	—	—
Плаващи наноси	106	—	—	—	—

Само 60 станции имат период на наблюдение над 20 години. През следващите периоди хидрометричната мрежа се реорганизира и оптимизира (фиг. 3.3–1).

Създаденият през 1954 г. Научноизследователският институт по хидрология и метеорология (накратко ИХМ) има за основна задача да развива метеорологичната, хидрологичната и агрометеорологичната наука у нас и да поставя и разрешава проблеми с оглед задоволяване практическите нужди на стопанството, строителството и отбраната на страната. Това предоставя благоприятна основа за бурното развитие на хидроложките проучвания в България. Учените публикуват резултатите от научните си изследвания в периодичните научни издания на Института:

1. „Трудове на ИХМ“ в 18 тома (1954–1963 г.)
2. „Известия на ИХМ“ в 23 тома (1964–1974 г.)
3. Списание „Хидрология и метеорология“ – 6 книжки годишно (1950–1984 г.).

Обработените данни от измерванията се публикуват в годишници. За цялата страна са публикувани карти с изолинии за модула на оттока, отточният коефициент, гъстотата на речната система, плаващите наноси, твърдостта и агресивността на речните води, общата минерализация и разпределението на оттока през годината, минималния отток и пресъхване на реките и др.

През 1956 г. на ХМС се възлага организирането на режимните наблюдения върху подземните води и съставянето на „Справочник на подземните води“ въз основа на наблюденията и изследванията, направени в тази област дотогава. С това в Института по хидрология и метеорология се включва



Фиг. 3.3–1. Карта на хидрометричната мрежа в България – 1959 г.

изследването на всички елементи на водния баланс на сушата.

Според Маринов [1964] и Петков [1971]: „Първият по-голям успех по хидрология у нас бил съставянето на „Хидрологичен справочник за реките в НР България“ в два тома (т. I, 1957; т. II, 1959). Той е първата стъпка за събиране и обобщаване данните за всички хидрологични елементи за целия период с наблюдения“. Автори били служители на отдел „Воден кадастър“, ръководени от Д. Папарчев, по-късно и К. Иванов. Като продължение бил издаден и „Справочник на езерата в България“. В него се давали морфометрични картографски и хидроложки характеристики за високопланинските и крайморските езера, както и за по-големите язовири у нас. През 1961 г. с активното участие на сътрудниците от секция „Хидрология“ при ИХМ е издаден и „Справочник на р. Дунав“ съвместно с УППД Русе. През 1961 г. излиза „Хидрология на България“, която може да се разглежда като монография за водите в България [Петков, 1971]. През 1958 г. за уеднаквяване на хидрологичната терминология бил издаден сборник с около 600 хидроложки термини и понятия. През 1954–1963 г. от 18-те тома на Трудове на ИХМ 5 били изцяло с работи по хидрология, както и значителна част от томовете от Известия на ИХМ през 1964–1974 г. През 1965 г. излиза „Хидроложки атлас на България“ – пръв опит за картографиране на разпределението на хидроложките параметри.

Между най-полезните научни издания били „Хидрологичен справочник на р. Дунав“ (1977 г.), „Хидрологичен наръчник“, част 1, (1979 г.) с автори И. Маринов, Д. Мандаджиев, Д. Печинов, С. Герасимов. Част от хидроложката дейност на ИХМ била написване на учебни пособия за студенти, на ръководства, упътвания, наръчници за практиката.

България участва в първото и най-голямо международно хидроложко мероприятие – „Международна хидроложка десетилетка“ (1965-1974 г.). Приета е и за член на Координационния съвет (1969-1970 г.) – ръководен орган на МХП при ЮНЕСКО в Париж [Андреев и др., 2010].

### 3.3.1 Хидроложки изследвания на повърхностните водни ресурси

В периода 1951–1989 г. разработките на хидроложкия научен отдел към ИХМ са насочени към: оценката на нормата на оттока, годишните колебания и вътрешногодишно разпределение, оценката на минималния и максимален отток, засушаването и пресъхването на реките, режима на твърдия отток, влиянието на антропогенната дейност и др. [Андреев, 2014].

#### Оценка на режима на оттока и водните ресурси на България

Средният многогодишен отток е основна хидроложка характеристика, която показва вододайността на територията и водните ресурси в отделни части на страната. Обзорни изследвания за цяла България провеждат Маринов, Панайотов, Печинов [1959], Панайотов [1961], Маринов и Панайотов [1968], Мандаджиев [1989a] и др. Основна част от изследователската дейност е посветена на оценката на речните водни ресурси, влиянието на антропогенната дейност и язовирите върху тях [Мандаджиев, 1980, 1989a, 1989б].

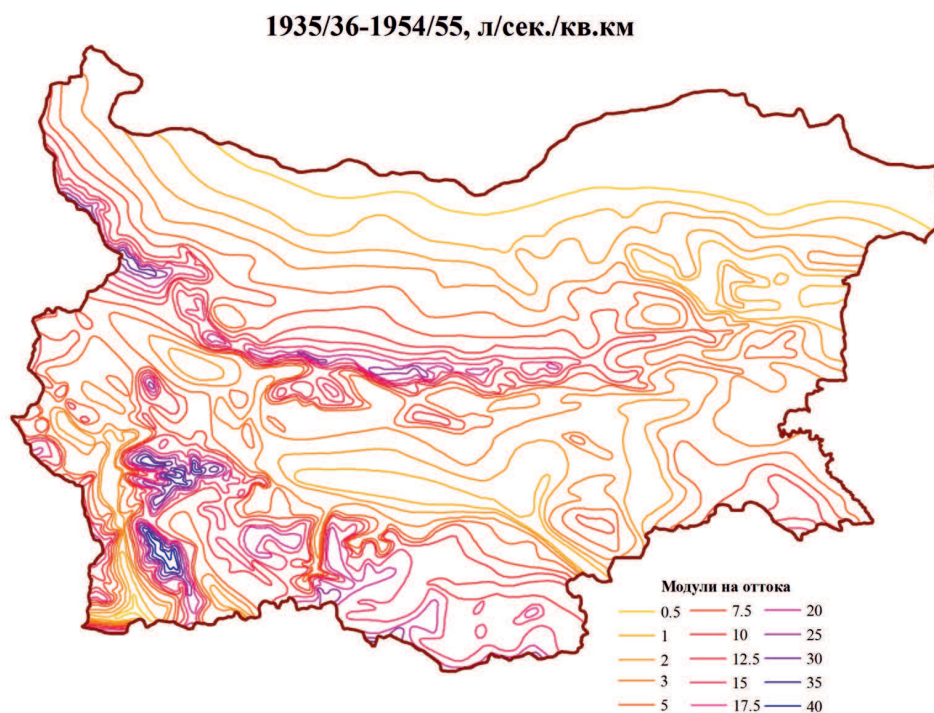
В Мандаджиев [1989б] се акцентира на актуалността на изследванията, свързани с изучаването на режима на оттока в условията на значима антропогенна дейност. Разграничени са две групи антропогенни въздействия – дейности във водосборите (хидромелиорации, урбанизация) и дейности, пряко свързани с речната мрежа (хидротехническо строителство). Разработени са методични насоки за оценка на естествените водни ресурси. Резултатите от изследванията показват, че средномногогодишният отток на България възлиза на  $19962 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . Мандаджиев [1989б] извършва оценка и на обема на оттока в планините и неговото разпределение по височинни пояси.

Разработки върху цикличните колебания на речния отток предлагат Стр. Герасимов и др. [1964]. Пълно и целенасочено разглеждат вътрешногодишното разпределение на оттока правят Сотиров [1959], Панайотов [1972], Мандаджиев [1974] и др.

#### Хидроложко райониране и модул на оттока

Разработени са и схеми за хидроложко райониране на страната: на Маринов [1959] с два основни района в зависимост от двата основни типа климат в България и 4 подрайона в зависимост от преобладаващия тип подхранване на реките и на Маринов и Панайотов [1968] с две хидроложки области, поделени на 13 района.

Водните ресурси през този период са представени графично чрез различни карти. За водообилността на територията е показателна характеристиката модул на годишния отток, която посочва какво количество вода се оттича във всяка секунда от един квадратен километър площ. Картата „Модул на годишния отток“, поместена в Хидроложки атлас на НР България (1964), е изработена въз основа на данни за периода 1935/36–1954/55 хидроложка

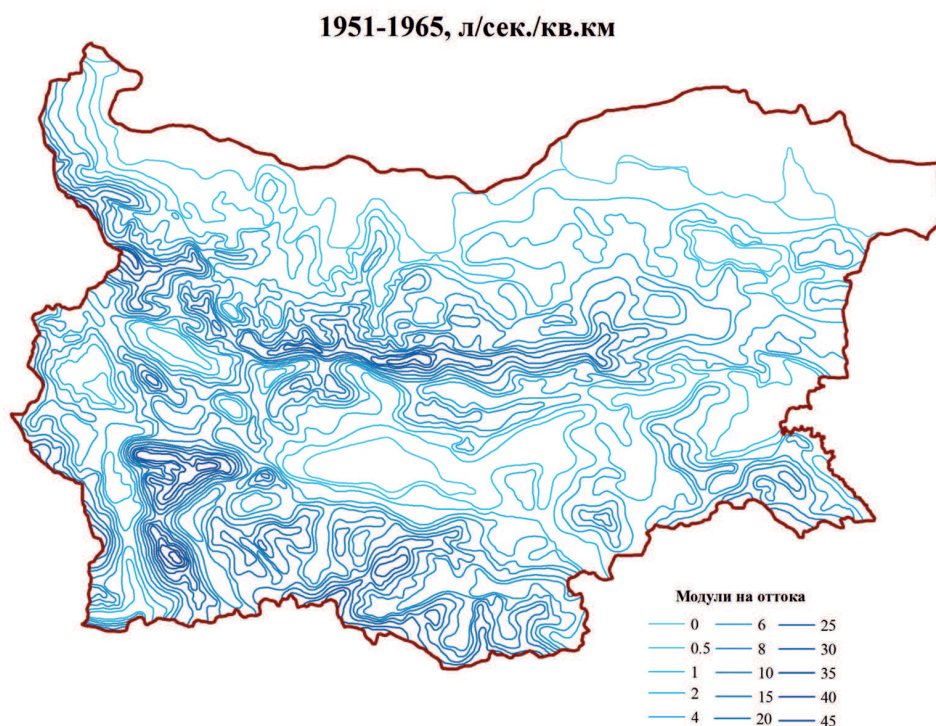


**Фиг. 3.3–2.** Модул на речния отток за периода 1935/36–1954/55 хидроложка година [Хидроложки атлас на НР България(1964)].

година (фиг. 3.3–2). На нея са изобразени изолинии за модули на оттока със стойност 0,5, 1, 2, 3, 5, 7,5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 и 40 l/(s km<sup>2</sup>). При нейното съставяне са използвани данните от 186 хидрометрични станции. Авторите на картата И. Маринов, Т. Панайотов и Д. Печинков уточняват, че са приложили метода на линейната интерполация. В планинските части на страната са използвани главно изведените за отделните поречия или райони графични връзки между модула на годишния отток и средната надморска височина. Във високопланинските райони е допускана и екстраполация. След изчертаването на изолиниите е направена проверка за сходимост между стойностите на модула на годишния отток, изчислени по картата и получени по действителните данни. Съобразно с това са направени корекции в картата така, че отклоненията да не надхвърлят 10%.

Картата „Модул на годишния отток“, публикувана в Атлас на България (1973), е изработена въз основа на данни за периода 1951–1965 г. Неин автор е Р. Русев. За изчисляване на средните многогодишни стойности са използвани хидрометрични данни на 230 ХМС. При изчертаване на изолиниите е използвана зависимостта между модула на оттока и средната надморска височина на речните басейни. Същият автор е установил 23 такива регионални зависимости за страната [Атлас на НР България, 1973]. На картата са изобразени изолинии за модули на оттока със стойност 0,5, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 и 45 l/(s km<sup>2</sup>) (фиг. 3.3–3).





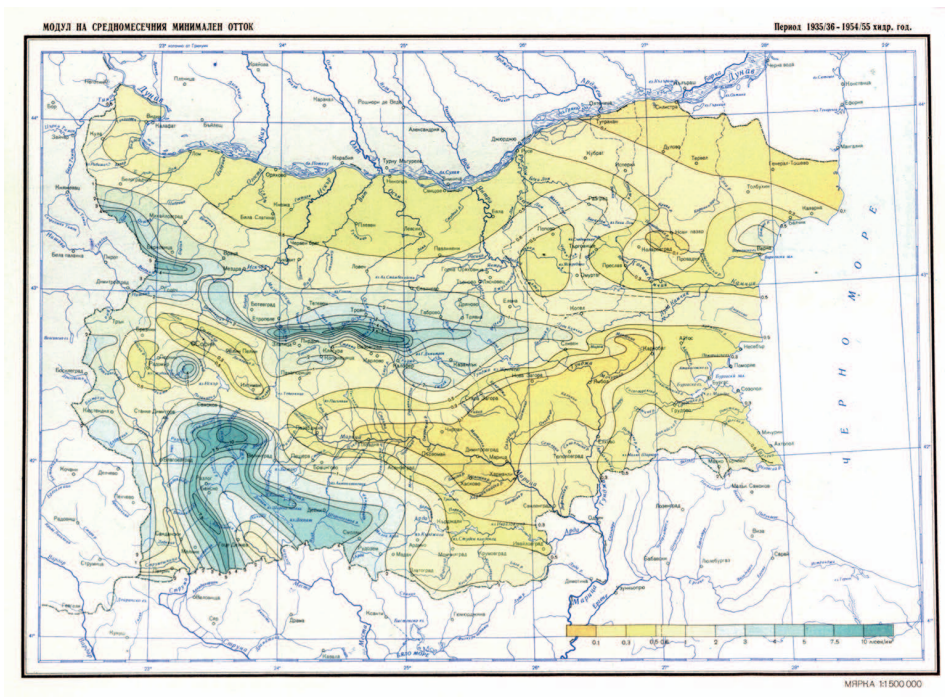
**Фиг. 3.3–3.** Модул на речния отток за периода 1951–1965 г. [Атлас на НР България, 1973].

На територията на България модулът на речния отток варира в границите от под  $0,5 \text{ l/(s km}^2\text{)}$  до над  $40\text{--}45 \text{ l/(s km}^2\text{)}$ . Най-малките стойности са характерни за района на Добруджа и Лудогорието, а най-големите – за високопланинските части на Рила и Пирин.

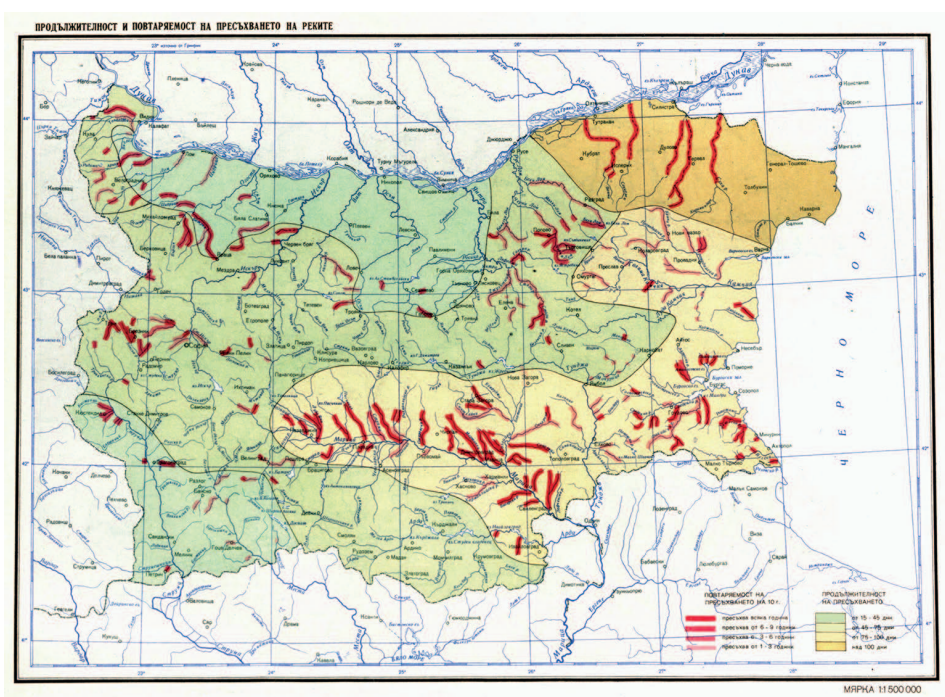
#### **Изследвания на минималния отток, засушаването и пресъхващите реки**

Ниският отток включва оценката на маловодието, минималния отток и пресъхването. Редица изследвания са посветени на райониране на България по модула на минималния отток – фиг. 3.3–4 [Хидроложки атлас на НР България, 1964] и на оценката на засушаване и пресъхващите реки – фиг. 3.3–5.

Върху фазата на маловодието и минималния отток работят: Маринов [1958, 1963], Дакова [1976, 1980, 1984, 1989] и др. Изследвани са характеристиките на минималния отток по поречия [Дакова, 1976, 1984], направена е оценка на лятното маловодие и пресъхване на реките [Маринов, 1958]. Мандаджиев и Дакова [1988] развиват изследванията в методичен аспект. Маловодието се разглежда: (1) на базата на неговия генезис и (2) като необикновено сухо време, при което липсата на валежи води до хидроложки дисбаланс и недостиг на вода за хората.



**Фиг. 3.3–4.** Модул на средномесечния минимален отток 1935/36–1954/55 г.г. [Хидроложки атлас на НР България, 1964].



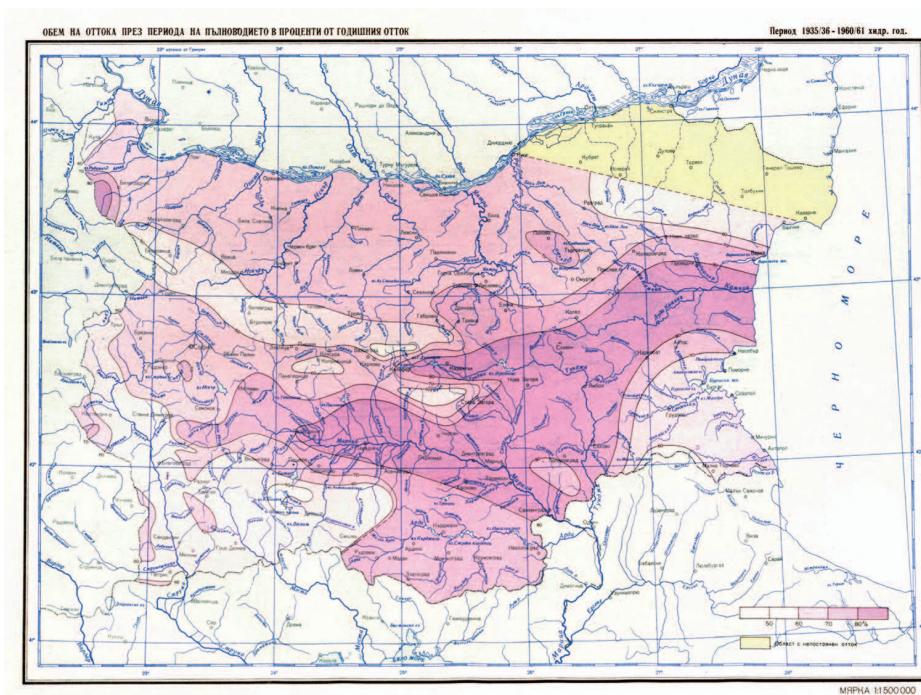
**Фиг. 3.3–5.** Продължителност и повтаряемост на пресъхването на реките [Хидроложки атлас на НР България, 1964].



### Изследвания на максималния отток

Върху речните прииждания, високите вълни и максималния отток работят Панайотов и Герасимов [1961, 1963а, 1963б] и др. Районирането на България според обема на оттока през периода на пълноводието в процент от годишния разпределение е дадено на фиг. 3.3–6. Райониране на годишните максимални водни количества е изготвено и от Панайотов [1967].

Герасимов [1978, 1988] разработва методичните основи на оценката на максималния отток, методите за оценка на високите вълни (ВВ), определяне на изчислителния хидрограф на високата вълна на базата на трайностните криви, определяне на пика на ВВ по генетични данни (методика на НИМХ) и др. Разработено е „Методично ръководство за определяне характеристиките на максималния отток на реките в България“, ИХМ [Герасимов, 1978].

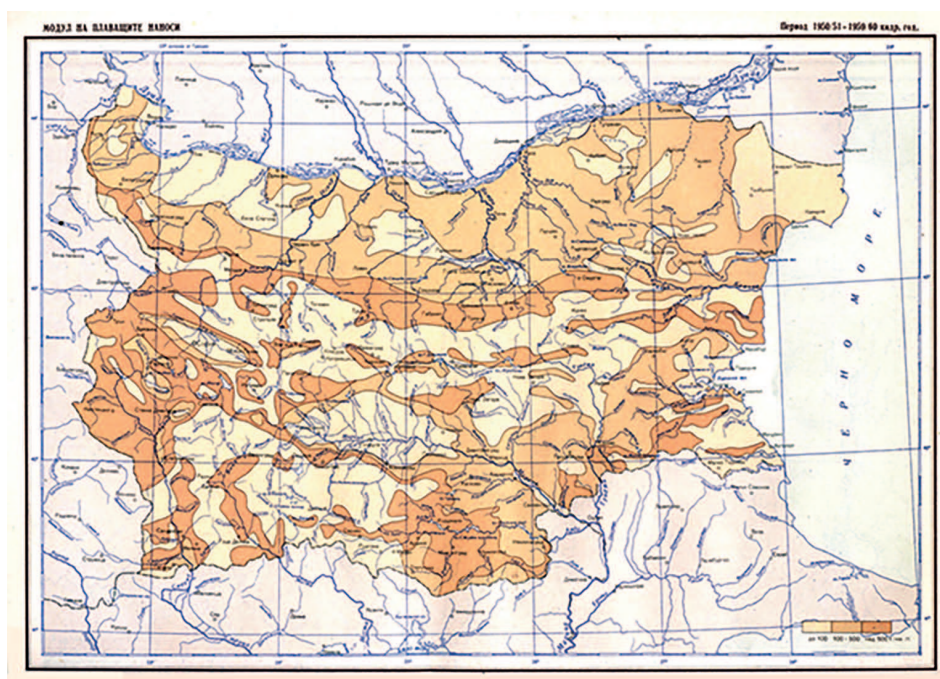


**Фиг. 3.3–6.** Райониране на България според обем на оттока през периода на пълноводието в процент от годишния [Хидроложки атлас на НР България, 1964].

### Изследване на наносния отток

Началото на измервания на плаващия наносен отток в България е поставено през 1951 г. в отговор на нуждите на хидротехническото строителство – язовири, водохващания, водовземания, помпени станции, пречиствателни съоръжения, канали и корекции на реки, мостове и др.

Наносният отток е в зависимост не само от водния отток, изменящ се плавно и закономерно по територията, но също така и от редица неплавно, незакономерно изменящи се фактори като залесеността, почвите, обработваемостта и др. Затова при неговото картиране методът на изолиниите



Фиг. 3.3–7. Модул на плаващите наноси [Хидроложки атлас на НР България, 1964].

трудно може да се приложи. По-подходящо е районирането или определянето на зони. Съставена е карта на средногодишната мътност на реките в България за периода 1950/51–1954/55 г.

Мътността в страната ни се изменя в твърде широки граници – от 0 до над  $5000 \text{ g/m}^3$ . Обособени са шест основни зони: до  $100 \text{ g/m}^3$  от  $100$  до  $500 \text{ g/m}^3$ , от  $500$  до  $1000 \text{ g/m}^3$ , от  $1000$  до  $2500 \text{ g/m}^3$ , от  $2500$  до  $5000 \text{ g/m}^3$  и над  $5000 \text{ g/m}^3$  [Иванов и др., 1961]. Модулът на плаващите наноси е даден на фиг. 3.3–7.

Цялостни изследвания върху мътността на речните води у нас са извършени от Петков и Печинов [1958], Печинов [1970; 1978]. Тематиката за речните наноси се разработва и от Папазов [1963].

#### Температурен режим и ледови явления

Изследване на температурния режим на речните води в България изследва Петков [1968]. За тази цел той използва данни за 15-годишен период (1951–1965 г.), изяснява факторите, които влияят на температурата на речната вода. Това са температурата на въздуха, типът речно подхранване, температурата на бреговете и дъното на реката, надморската височина, дължината на реката, големината на водосборната област, антропогенната дейност и др.

Авторът проследява също денонощния и годишен ход на температурата на речната вода. Установено е, че най-високата денонощна температура се наблюдава в 16 ч., а най-ниската – в 6 ч. Годишният минимум на температурата на водата настъпва през януари. За реките в Дунавската равнина средните януарски стойности са  $1.5\text{--}2.5^\circ\text{C}$ , в равнинните части на Южна



България те са между 2 и 3°C, а в южната част на Черноморското крайбрежие – от 3 до 4°C. В планинските части над 1000 m надморска височина са 0–0.5°C. Максималните стойности на средните месечни температури на водата са юли-август.

Ал. Петков разглежда също измененията на температурата по дължина на реките. Той стига до извода, че в посока от изворите към устието при почти всички наши реки температурата на водата расте. Изключение прави р. Струма, чиято температура на речната вода остава почти една и съща. Това се дължи на нейните леви притоци, които водят началото си от високите части на Рила и Пирин и чиято температура е значително по-ниска от тази на главната река.

Създадени са карти за разпределение на температурата на речната вода. Разпределението на средногодишната температура на речната вода в България варира от 4°C във високопланинските райони до 12°C в равнинните територии.

### **Изследвания на химичния състав и минерализацията**

Обширно е изследването на химичния състав на речните води в страната ни от Иванов [1962]. Реките формират своя състав в зависимост от много фактори, от които най-съществено значение имат геоложкият строеж, количеството на валежите, големината на оттока. Химическият състав е твърде разнообразен и е подложен на значителни колебания в течение на денонощието, годината и през отделните години. Но въпреки тези промени повечето реки се характеризират с преобладаването на едни и същи разтворени вещества в течение на годината по цялото им протежение или на отделни участъци. Същият автор извършва изследвания и върху измененията в химическия състав на речните води през периодите на пълноводие и маловодие и върху хидрохимичния режим в българския участък на р. Дунав [Иванов, 1967б, 1978].

Иванов [1967а] проучва средногодишната минерализация на речните води в България. Въз основа на средните стойности за периода 1951–1960 г. е съставена карта. Обособени са региони по 7-степенна скала на минерализация: под 100 mg/l; 100–200 mg/l; 200–300 mg/l; 300–400 mg/l; 400–500 mg/l; 500–600 mg/l; и 600–700 mg/l. Очертава се тенденцията, че планинските райони, т.е. районите с по-голяма надморска височина, имат по-малка минерализация на водата от хълмистите и равнинните райони. Това се дължи на метаморфния и магматичен състав на скалите, изобилните валежи, ниските температури и голямата влажност в планините. В равнините преобладават седиментни скали и карбонатни почви.

Реките в България се характеризират с малка (до 200 mg/l), средна (200–500 mg/l) и повишена (500–700 mg/l) минерализация. Най-голямо разпространение имат речните води със средна минерализация (39.6% от площта на страната), след тях са тези с повишена (28.3%) и с малка минерализация (23.1%), а най-слабо са разпространени речните води с много малка минерализация (9.0%).

## **Математическо моделиране и хидроложки модели**

Първоначално водният баланс се оценявал чрез пространственото разпределение на приходните и разходни водобалансови елементи. След това хидроложките изследвания се насочват и към разработването на математически модели за оценка и прогнозиране на притока към язовирите и речния отток, модели на водния баланс и др. В тази област работят: Герасимов [1972], Божкова [1974, 1975], Мандаджиев [1973], Димитров [1976] и др. Работи се и върху хидроложкото моделиране и оценка на риска от наводнения.

### **3.3.2 Хидроложки изследвания на езерата**

Задълбочени проучвания върху езерата в България извършват К. Иванов, А. Сотиров, А. Рождественски, Д. Воденичаров. Температурните особености и минерализацията на ледниковите езера в Рила и Пирин са изучени от К. Иванов, Ив. Маринов, Т. Панайотов, Ал. Петков [1961]. По-специално внимание на разположението и морфометричните особености на ледниковите езера обръща Иванов [1964]. Към изследвания на тектонските, карстовите и свлачищните езера в България се насочва Сотиров [1964], а на крайречните езера и блата – Рождественски [1964].

### **3.3.3 Хидроложки изследване на подземните водни ресурси**

Хидрогеоложката дейност в системата за национален мониторинг на водите започва през 50-те години на 20-ти век, когато с постановление № 119/1.03.1952 г. на Министерски съвет е възложено на Хидрометеорологичната служба (ХМС) да организира дейност по изучаване режима на подземните води в България, включително провеждане на научните изследвания. Това решение е в отговор на нарастващата нужда от вода за питейни нужди, промишлено водоснабдяване и мелиорация, която с нарастване на населението, развитието на икономиката и селското стопанство в страната поставя въпроса за цялостното и пълноценно използване на запасите от подземни води. За ползването и опазването на подземните води е необходимо да се знае техният многогодишен режим, както и измененията, които настъпват в тях при промяна на естествените и изкуствени фактори, които ги формират. Изучаването на режима се осъществява чрез създаване на мрежа от наблюдателни пунктове върху цялата територия на страната, като наблюденията върху отделните компоненти (нива, дебита, температура и др.) се извършва редовно и регулярно. Въз основа на получените наблюдения и изследвания се правят количествени и качествени анализи и оценки, които служат за правилното управление и използване на подземните ресурси.

Н. Бояджиев прави първата обосновка на мрежата за наблюдение на подземни води от около 450 пункта, изградена от съществуващи водоземни съоръжения (кладенци, извори, чешми и др.), на които от 1958 г. се правят режимни наблюдения. Хидрогеоложката мрежа е изградена почти равномерно върху територията на страната и се използва конкретно за изучаване на режима на подземните води. Тя е разделена на две групи – опорна и ведомствена. Опорната мрежа се поддържа, организира и използва от Управление хидрология и метеорология (УХМ), а ведомствената – от всички заинтересовани организации. Опорната мрежа от своя страна е разделена на регио-

нална и специална, като регионалната мрежа обхваща места със специфични хидрогеоложки и геоложки условия при естествен режим на подземните води. Специалната мрежа е изградена в райони с нарушен режим на подземните води, свързан с изясняването или решаването на отделни въпроси, отнасящи се до експлоатацията им. Ведомствените хидрогеоложки мрежи на напоителните системи в страната служат за изучаване на режима на подземните води в района на напоителните полета. През 1959 г. П. Бецински пише инструкция за опорната хидрогеоложка мрежа, включваща организирането, изграждането и поддръжката ѝ, както и воденето на режимни наблюдения. Националната хидрогеоложка мрежа търпи промени от началото на създаването си и постепенно в годините се разраства, за да достигне през 1969 г. до 612 бр. извори и кладенци и до 1257 бр. през 1985 г. Към 1989 г. наблюдения се водят в около 80% от всички водоносни хоризонти на България.

Дейността през периода 1958–1989 г. в секция „Хидрогеология“ е свързана с организация, изграждане и развитие на наблюдателната мрежа; събиране и първична обработка на получаваната информация; издаване на хидрогеоложки месечен бюлетин; подготовка и отпечатване на хидрогеоложки годишници; обслужване на различни държавни институции с ХГ информация.

Научно-изследователска дейност включва работа по режима на подземните води за установяване на техните основни закономерности и промяна на режимните елементи при естествен и нарушен режим, както и изготвянето на прогнози за изменението им. Под редакцията на П. Бецински [УХМ](#) започва да издава хидрогеологични годишници за периода 1958–1979 г. През 1972 г. П. Бецински и колектив създават „Ръководство за изучаване на режима на подземните води“, което и до днес се ползва от специалисти, хидрогеолози и хидротехници. В областта на подземните води има и редица обзорни публикации: Бецински [1975] за подземните ресурси на страната; Бояджиев [1961] за грунтовите води в алувиалните отложения на България; Бояджиев [1964] за карстовите басейни в България; регионалните на Бецински [1963] за района на Софийската напоителна система и др. Според изчисленията на Бояджиев [1961] общата площ на заливните тераси е 5704 km<sup>2</sup>, с общ годишен воден обем 8,13 млрд. m<sup>3</sup>. По данните на Бояджиев [1961] най-водообилни на грунтови води са западната част на Горнотракийската низина с 6,4 млрд. m<sup>3</sup> и източната ѝ част с 1,3 млрд. m<sup>3</sup> статични запаси. Следват Софийската котловина с около 1 млрд. m<sup>3</sup>, Казанлъшката котловина с 1,04 млрд. m<sup>3</sup>, Сливенската котловина – 740 млн. m<sup>3</sup>.

## ГЛАВА 4

### НАУЧНИ И НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ КЛИМАТИЧНИ, АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧНИ И ХИДРОЛОЖКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА НАЦИОНАЛНИЯ ИНСТИТУТ ПО МЕТЕОРОЛОГИЯ И ХИДРОЛОГИЯ СЛЕД 1989 г.

#### **4.1 Съвременни научни и научно-приложни климатични изследвания. Изменение на климата, климатични промени и адаптирането към тях**

Началото на четвъртия етап от развитието на климатичните изследвания в НИМХ съвпада с началото на промените в политическото и икономическо развитие на страната. Обслужването на държавата и обществото с качествена и съвременна климатична информация се превръща във водеща задача за климатолозите в НИМХ. Експертната дейност и участието в проекти от национално значение бележат рязък скок. Климатичните изследвания в условията на променящия се климат стават все повече интердисциплинарни и интернационални. Участието в международни проекти нараства значително, а с това и възможностите за публикуване на резултатите от климатичните изследвания във водещи научни издания.

##### **4.1.1 Съвременни изследвания в областта на приложната климатология**

Техническата климатология продължава да заема водещо място в научно-приложните разработки на секция „Климатология“. През 1990 г. е публикувано изследване относно елементите на климата и значението им за строителното проектиране [Моралийски и др., 1990], а през 1993 г. е направено райониране на територията на България по влаго- и топлосъдържание на приземния въздух [Моралийски и Гочева, 1993]. През същата година А. Гочева защитава докторска дисертация на тема „Температурно-влажностния комплекс на територията на България и неговото практическо приложение“.

През 2000 г. МРРБ възлага на НИМХ изпълнението на проект *„Изготвяне на концепции и разработване на карти с райониране територията на България по снегово, ветрово натоварване и температурни въздействия“*. Ръководители на отделните подзадачи са Е. Моралийски, Хр. Брънзов, А. Гочева. През 2003 г. МРРБ одобрява предложените концепции, а в периода 2008–2010 г. се разработват карти, които стават част от новите *Норми за строително проектиране* у нас. Задачата по същество е вероятностна климатична прогноза, решавана чрез статистическа екстраполация. Затова е съществен изборът на апроксимационни формули за интегралните разпределения на величините, от което зависи достигането на критичните стойности на екстраполация [Андреев, 2014]. Първоначално са разработени актуализирани карти за нуждите на строителното проектиране и са осъвременени строителните норми в България (Наредба №3 на МРРБ, 2004), като е извършено райониране на територията на страната по натоварване от сняг, вятър и температурни въздействия. Следващият етап, свързан с хармонизирането на законодател-

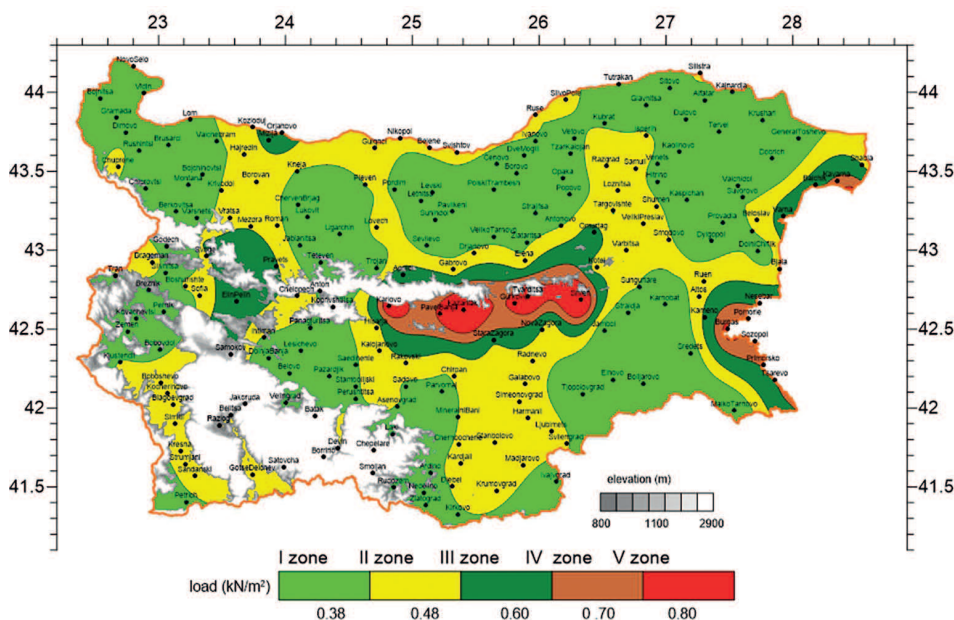


ствата на България и Европейския съюз в областта на строителството, е приетането на Еврокод 1 и изработването на Национални приложения към него, както и разработването на актуалния Български държавен стандарт.

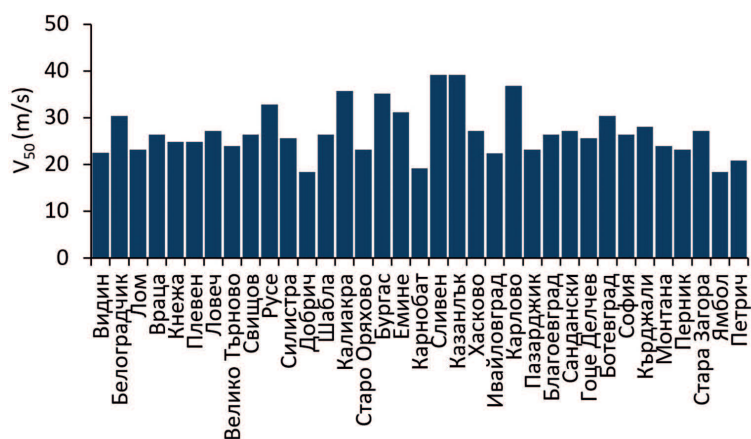
#### Натоварвания от вятър (БДС EN 1991-1-4/NA, 2011)

На фиг. 4.1–1 е представена картата на пространственото разпределение на ветровия напор (*статично ветрово натоварване*) възможно веднъж на 50 г. у нас при 10-минутен интервал на осредняване на скоростта на вятъра, измерена на 10 m над земната повърхност, която е разработена по данни от 150 метеорологични станции за периода от 1956–2006 г. Тя е внедрена като норматив от Министерството на регионалното развитие и благоустройството (БДС EN 1991-1-4/NA, 2011) и задължително се използва при проектирането на сгради и съоръжения. Страната е разделена на пет зони според ветровото натоварване: I – до  $0.38 \text{ kN/m}^2$ ; II – до  $0.48 \text{ kN/m}^2$ ; III – до  $0.60 \text{ kN/m}^2$ ; IV – до  $0.70 \text{ kN/m}^2$ ; и V – до  $0.80 \text{ kN/m}^2$ . За ниската част на страната (до 1000 m надморска височина) най-големите стойности на ветровия напор се достигат в задбалканските котловинни полета (до  $0.80 \text{ kN/m}^2$ ).

На фиг. 4.1–2 е представена изчислената скорост на вятъра, възможна веднъж на 50 години, при десетминутен интервал на осредняване на скоростта, измерена на височина 10 m над земната повърхност. За непланинските райони по-високи скорости на вятъра са възможни в Предбалкана, по Черноморското крайбрежие (особено по вдадените в морето носове), както и в задбалканските котловинни полета.



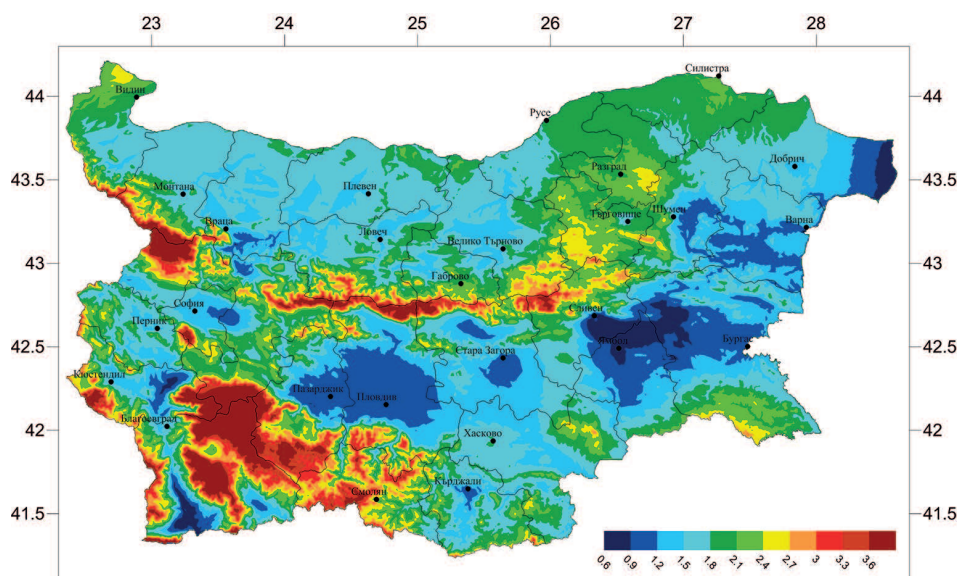
**Фиг. 4.1–1.** Статично ветрово натоварване на 10 m над земната повърхност, при 10-минутен интервал на осредняване и с период на повторение веднъж на 50 години. (БДС EN 1991-1-4/NA: 2011); достъпна на адрес <http://gis.mrrb.government.bg/>.



**Фиг. 4.1–2.** Скорост на вятъра ( $V_{50}$ ), възможна веднъж на 50 години, на 10 т над земната повърхност при 10-минутен интервал на осредняване.

### Натоварвания от сняг (БДС EN 1991-1-3/NA, 2011)

Във връзка с Наредба № 3/2004 на МРРБ е направено райониране на страната по снегово натоварване върху хоризонтална земна повърхност, възможно веднъж на 25 години. През 2009 г. е разработена нова карта за снеговото натоварване, възможно у нас веднъж на 50 години (фиг. 4.1–3), която е приета като национален стандарт БДС EN 1991-1-3/NA: 2011 „Еврокод 1:



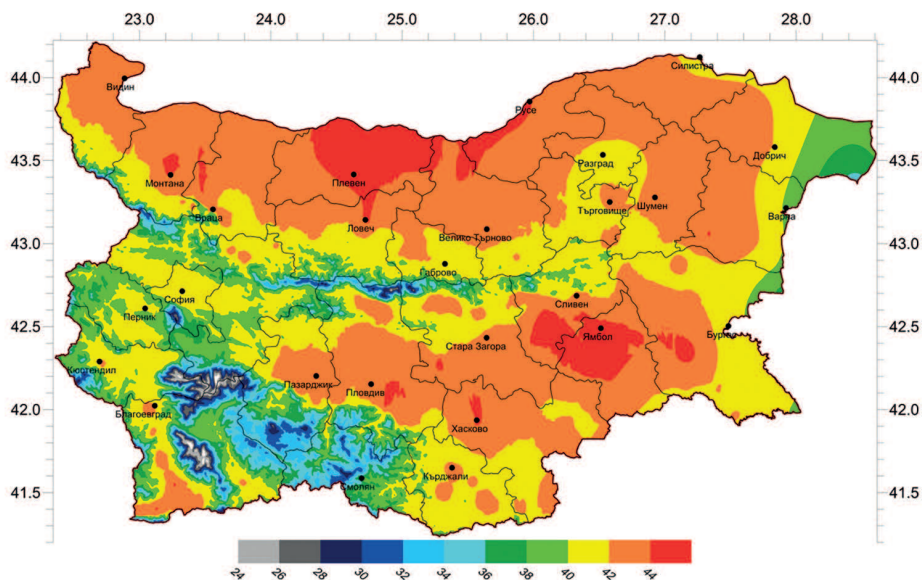
**Фиг. 4.1–3.** Визуализация на картата на снеговото натоварване върху хоризонтална земна повърхност, възможно веднъж на 50 години (БДС EN 1991-1-3/NA: 2011) на сайта на МРРБ, <http://gis.mrrb.government.bg/>.

Въздействия върху строителните конструкции. Част 1-3: Основни въздействия. Натоварване от сняг“.

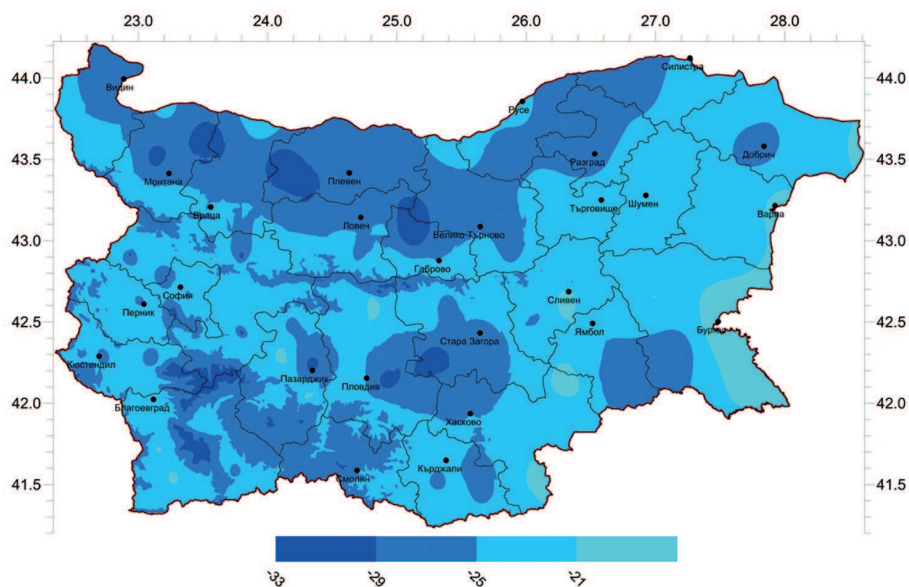
Натоварванията са най-големи в планинските райони, където снежната покривка достига най-голяма височина и плътност, тъй като снегът се задържа през целия зимен сезон, което позволява уплътняване на снежната покривка. Най-малка е стойността на снеговото натоварване по Черноморското крайбрежие, в Тракийската низина и по долината на река Струма. През 2006 г. Е. Моралийски публикува обобщени резултати относно снеговото натоварване на територията на нашата страна [Моралийски, 2006].

#### Температурни въздействия (БДС EN 1991-1-5/NA, 2011)

Във връзка с актуализирането на строителните норми (Наредба №3/2004 г. на МРРБ) е извършено райониране на територията на страната по температурни въздействия. В периода 2007–2009 г. е направено ново райониране на територията на страната по температурни въздействия с период на повторение 50 години, като са използвани данни за годишните температурни максимуми и минимуми от 125 метеорологични станции за периода 1950–2006 г. Новите карти за температурни въздействия, възможни веднъж на 50 години (фиг. 4.1–4 и фиг. 4.1–5), са приети като национален стандарт БДС EN 1991-1-5/NA: 2011 „Еврокод 1: Въздействия върху строителните конструкции. Част 1-5: Основни въздействия. Температурни въздействия“. Максималните температури на въздуха, възможни веднъж на 50 години, у нас могат да достигнат стойности над 44.0°C в централната част на Дунавската равнина, Тракийската низина и Югозападна България. Минималните температури, възможни веднъж на 50 години, могат да достигнат стойности под минус 30.0°C. Те са по-ниски в западните и централни



**Фиг. 4.1–4.** Карта на максималните температури (°C), възможни веднъж на 50 години (БДС EN 1991-1-5/NA: 2011), достъпна на адрес <http://gis.mrrb.government.bg/>.



Фиг. 4.1–5. Карта на минималните температури (°C), възможни веднъж на 50 години (БДС EN 1991-1-5/NA: 2011), достъпна на адрес <http://gis.mrrb.government.bg/>.

части на Дунавската равнина, централните части на Тракийската низина, високите полета и планинските райони.

Публикувани са и някои обобщени резултати относно температурните въздействия на територията на нашата страна [Gocheva, Malcheva, 2010б; Гочева и Малчева, 2010].

Под ръководството на А. Гочева са осъществени и два експеримента (от 2008 до 2009 г.) по изследване на температурните изменения в сгради при зимни и летни условия (надземни и подземни части на сградите, температура на вътрешната среда), необходими за строителното проектиране и изготвянето на национално приложение към „Еврокод 1“.

През 2006 г. във връзка с предпроектни проучвания в района на АЕЦ „Белене“ е реализиран проект „Оценка на хидрометеорологичните характеристики за проектиране за площадката на АЕЦ „Белене“, подзадача: „Метеорологично проучване в района и на площадката на АЕЦ „Белене“ (2006 г., възложител: „Джи Си Ар“ ООД, ръководител: К. Цанков). Направена е климатична оценка на температурата и влажността на въздуха, ветровото натоварване и вероятността от поява на смерч, дебелината на снежната покривка и съответното проектно натоварване от сняг, максималните стойности на количеството на валежите и изпарението в района на АЕЦ „Белене“, включително:

- Средна, средна максимална и средна минимална, абсолютна максимална и абсолютна минимална температура на въздуха за многогодишен период, по месеци и годишно и съответната относителна влажност, наблюдавана в срока на измерване на абсолютните максимуми и минимуми на температурата на въздуха.
- Продължителност на периодите със средноденонощна температура на



въздуха 8°C и по-ниска, 10°C и по-ниска, 12°C и по-ниска и средна температура на въздуха за тези периоди; продължителност на периода с температура на въздуха 0°C и по-ниска и средна температура на въздуха (средни и максимални) по месеци; количество дни с максимална и минимална температура на въздуха в различни граници, по градуации през 5°C.

- Средна температура на най-горещата петдневка и съответната относителна влажност; денонощен ход на основните метеорологични параметри за най-горещата петдневка и декада (температура на въздуха и почвата, влажност на въздуха, посока и скорост на вятъра, облачност).
- Средна относителна влажност на въздуха през най-горещото време от денонощието за най-топлия и най-студения месеци; средно количество дни, годишно и по-месеци, с относителна влажност на въздуха в най-горещото време от денонощието 80% и повече; средно количество дни, годишно и по месеци, с относителна влажност 30% и по-ниска, най-малко в един от сроковете; средномесечно и средногодишно парциално налягане на водната пара; средномесечен и средногодишен дефицит на насищане на въздуха с водна пара.
- Средни стойности на месечните и годишна суми на валежите, наблюдавани месечни и годишни максимуми и минимуми на валежите; количество дни с валежи в различни граници (по градуации) по месеци и годишно; количество дни с интензивност на поройните валежи достигащи 30 и повече mm/h; количество дни с валежи, превишаващи 50 mm за 12 часа.
- Средномесечни и средногодишни стойности, абсолютен максимум и минимум на атмосферното налягане по месеци и годишно.
- Максимално количество дни с гръмотевични бури по месеци и за година; Средно и максимално времетраене на гръмотевичната буря.

В проекта „Климатична оценка на обилни валежи, силен вятър, градушки и гръмотевични бури, условия за обледяване за 28 административни области на територията на България“ (2016 г., ръководител: Т. Маринова, възложител: ЗАД „Енергия“) е направена климатична оценка на рискови за енергийния сектор прояви на времето за територията на страната по административни области – за районите до 800 m н.в., и отделно за районите над 800 m н.в. за всяка от областите, за които е налична информация от метеорологични станции на територията на съответната област. Анализирани са данните от регулярните метеорологични наблюдения в 246 станции от метеорологична мрежа на НИМХ за периода 1961–2015 г., като при някои от оценките е използван по-къс (1991–2015 г.) или по-дълъг (1941–2015 г.) период. Изследвани са основни характеристики на метеорологичните елементи и явления: повтораемост (в %) на 24-часовия валеж в градуации през 20 mm; годишен максимален 24-часов валеж с различна обезпеченост; интензивни валежи с различна обезпеченост при различни продължителности; повтораемост (в %) на 24-часов снеговалеж в градуации през 20 mm; максимална височина на снежната покривка; случаи на буря/силен вятър със скорост, по-голяма от 14 m/s; максимална скорост на вятъра с различна обезпеченост; годишен брой на дни със силен вятър; средна годишна честота на торнадо; годишен брой на дни с валежи от град; годишен брой на дни с гръмотевични бури;

средна годишна честота на случаите с потенциален риск от обледяване по комплексни метеорологични показатели.

През 2000 г. излизат нови резултати от *изследване на обледяването* в България: „Meteorological Conditions in cases of Rime Icing in the Mountain Regions of Bulgaria“ [Nikolov & Moraliiski, 2000], а в рамките на проекта COST Action 727 „Measuring and forecasting atmospheric icing structures“ са представени и обобщени резултати от съвместни разработки с учени от други европейски страни [Dobesch et al., 2005; Moraliiski & Nikolov, 2007; Nikolov et al., 2009]. Изследвано е също заскрежаването на цилиндрични елементи в планински условия и натоварването от обледяване на територията на България [Моралийски и Николов, 2006, 2007].

През 2014 г. е защитена докторска дисертация на тема „Обледяване на технически съоръжения в България и други европейски страни“ от Д. Николов. Работата е продължена през 2018 г. с проекта „Оценка на обледяването и комбинираното ледо- и ветрово натоварване върху различни технически съоръжения в избрани пунктове от страната“. В периода 2015–2019 г. Д. Николов и Цв. Димитров са членове на управителния съвет на COST Action ES1404 „A European network for a harmonized monitoring of snow for the benefit of climate change scenarios, hydrology and numerical weather prediction“. Чрез Фонд научни изследвания са финансирани други три научни проекти (с ръководител Д. Николов): „Моделни оценки на височината, плътността и водното съдържание на снежната покривка в избрани пунктове“, „Съвременни тенденции в режима и характеристиките на снежната покривка в България“ и „Пространствено-времеви изменения на зимните валежи и снежната покривка в планинските райони на Австрия и България“.

Климатичните колебания и изменения на снежната покривка в България в периода 1931–2005 г. са анализирани в дисертационния труд на Петкова [2015]. Направен е съвместен анализ на колебанията на годишната максимална височина и продължителност на снежната покривка и колебанията на зимния валеж и температура. Предложен е подход за регионализация на снежната покривка и са установени някои регионални тенденции.

След 1990 г. започва по-активна работа по *възобновяемите източници на енергия и енергийната ефективност*, вкл. участие в международни проекти. Разработките и изследванията са насочени към определяне на климатичния ресурс на възобновяемите източници [Лингова и Иванов, 1994; Иванов и Трифонова, 1996; Ivanov et al., 1996; Ivanov&Trifonova, 1997a, 1997b, 2003; Ivanov & Lingova, 2002; Иванов, 2004]. През 2007 г. от печат излиза монографията на П. Иванов, посветена на практическото използване на вятъра у нас като енергиен източник [Иванов, 2007].

Тематиката, свързана с *микроклимата в сградите* и влиянието на външните метеорологичните условия, също се развива активно в последните години. Публикувани са редица изследвания върху: температурния режим на външните стени на жилищни панелни сгради в София [Моралийски и Димитров, 1999]; радиационния режим на жилищни панелни сгради в столицата [Моралийски и Димитров, 2002]; топлопостъпленията, предизвикващи дискомфорт в жилищни панелни сгради [Моралийски и Димитров, 2003]; микроклимата и разхода на топлинна енергия в жилищни сгради в София през студеното полугодие [Моралийски и др., 2007]. През 2005 г. е защитена докторска дисертация на тема „Формиране на микроклимата в жилищни и

обществени сгради в София през топлото полугодие“ от Ц. Димитров.

През 2000 г. (от юни до декември) е проведен експеримент за изследване на температурно-влажностните условия в новата сграда на Националния исторически музей в София (в кв. Бояна). Получена е цялостна картина на температурно-влажностните условията в сградата посредством температурата, относителната влажност, влагосъдържанието и енталпията на въздуха в помещенията на отделните етажи от музея [Моралийски и Димитров, 2001].

В сътрудничество с Националния център за обществено здраве и анализи (НЦОЗА) към Министерство на здравеопазването от 2013 г. започна съвместна работа по две теми:

— *„Влияние на метеорологичните условия върху пътнотранспортните произшествия и пътнотранспортния травматизъм в София“* [Спасова и Димитров, 2014; Spasova & Dimitrov, 2015, 2016]. Въз основа на ежедневни данни за пътнотранспортните произшествия (ПТП) в столицата през периода 2001–2009 г. е изследвано влиянието на метеорологичните условия върху броя на ПТП и свързания с тях травматизъм. Оценено е влиянието на метеорологичните фактори (температура на въздуха, валежи – вид и количество, влажност на въздуха, обща облачност и др.) върху броя и вида на ПТП (леки и тежки), травматизма (степен на нараняване), като са отчетени и атмосферните явления за всеки конкретен ден с катастрофи. Получен е годишният, сезонен и месечен ход на броя на ПТП в столицата, както и хода от средноденоношните стойности на универсалния топлинен климатичен индекс (UTCI). Месечният анализ на броя на тежки катастрофи в столицата показва нарастването им през лятото, поради значителното превишаване на разрешената скорост при по-добрата видимост и суха пътна настилка. Разгледана е връзката между различните типове метеорологично време и случаите на леки и тежки ПТП в столицата.

— *„Влияние на горещите вълни върху смъртността на пациенти в болнични заведения (обща и сърдечносъдова) в столицата“* [Spasova & Dimitrov, 2019]. Изследвано е влиянието на горещите вълни върху броя на хоспитализираните случаи със сърдечен инфаркт и мозъчен инсулт в болница „Токуда“ в София. Въз основа на ежедневни данни от периода 2007–2011 г. са изследвани взаимовръзките между случаите на горещо време в столицата и броя на пациентите, диагностицирани и приети с инфаркт и инсулт, като анализът е извършен по пол на пациента, възраст на хоспитализирания и вид на заболяването. Установено е нарастване на броя на приетите пациенти с мозъчен кръвоизлив, мозъчен инфаркт и инсулт по време на горещи вълни в столицата средно с 6.4%. При наблюдаваната най-интензивна гореща вълна в столицата през разглеждания период, когато максималната температура на въздуха е достигнала 39.8°C, броят на хоспитализираните пациенти с мозъчен инсулт в болницата е нараснал с 10.1% спрямо обичайното за топлото полугодие.

#### **4.1.2 Научно-приложни изследвания по динамична климатология**

В последните десетилетия акцентът на изследванията в областта на динамичната климатология е поставен преди всичко върху промените в атмосферната циркулация и класифицирането на синоптичните обстановки, свързани с опасни метеорологични явления. Иванов и Андреев [1993] пра-

вят обзор на бедствените обстановки над България при Средиземноморски циклони. Разгледани са типични случаи на опасни метеорологични явления, свързани със силен вятър: (1) топъл, фьоноподобен вятър при изтегляне на циклоните по път I на северозапад от страната; (2) силни ветрове от източната четвърт при преминаващи южно от страната циклони в комбинация с антициклон или гребен над Русия или Украйна и свързания с тях голям баричен градиент; (3) силни студени северозападни ветрове, най-вече над североизточна България, и при преместване на циклона над западното Средиземноморие към Украйна. Анализирани са свързаните с циклоничната дейност опасни метеорологични явления като суховеи, наводнения при активно снеготопене, мразове вследствие на студ, нахлул в тила на циклоните, валежи и обледявания.

В работата на Корчева и Корчев [1993] са изследвани четири типа синоптични ситуации според посоката на вятъра (североизточен, източен, югоизточен и северен), свързани с генерация и развитие на щормово вълнение в западната част на Черно море.

Georgiev et al. [1995] разглеждат циклоните генерирани в източното Средиземноморие, източно от петнадесетия меридиан, при блокирани синоптични обстановки в периода 1980–1989 г. Направена е типизация според мястото на тяхното възникване, според траекторията им на преминаване (южно от Балканския полуостров или през него) и според баричното поле на 500 hPa. През 1996 г. И. Цоневски и И. Василев правят субективна синоптична класификация на обстановките със Средиземноморски циклони, свързани с регионално разпределение на обилните снеговалежи според пътищата на преминаване на циклоните.

Изследване на Marinova et al. [2005] заключава, че периодът на активност на зимния Средиземноморски циклонален център на действие се скъсява с два месеца и е от ноември до април през 90-те години на XX век, в сравнение с редица предишни изследвания, според които той е активен от октомври до май.

В Латинев [2006] се прави обобщение и типизация на синоптичните условия при снежни бури, поледици и обледявания, прашни бури и развитие на смерч в България. В Trifonova et al. [2006] са анализирани синоптичните условия, водещи до продължителни засушавания и суховеи.

Опасните бури, предизвикани от Средиземноморски циклони в периода 1990–2001 г., са разгледани в работата на Vocheva et al. [2007]. Въпреки отбелязания спад в общия брой на Средиземноморските циклони се забелязва леко увеличение на броя на тези циклони, които биха могли да предизвикват екстремни синоптични явления с висока степен на въздействие върху инфраструктурата и обществения живот. Разгледани са и нетипичните за зимния сезон синоптични ситуации с дълбока конвекция, предизвикани от Средиземноморските циклони, най-често в комбинация с блокиращи антициклони, които обуславят по-продължителни въздействия на тези условия над даден район.

В рамките на международния проект MEDEX (MEDiterranean EXperiment), който има за цел постигане на по-добро разбиране на процесите и прогнозата на циклоните в Средиземноморието, водещи до опасно време [Jansa et al., 2014], участват учени от редица Средиземноморски държави в периода 2001–2010 г. България е представена от Хр.



Георгиев, Л. Бочева и И. Цоневски. Публикацията на Tsonevski et al. [2010] разглежда синоптичните ситуации, свързани с потенциално опасни валежи над 60 mm/24h.

Изследване на зимните циркулационни условия над България в периода 1981–2010 г., представено в Malcheva et al. [2015], също установява намаление на броя на Средиземноморските циклони през 90-те години на XX век и през трите зимни месеца. По данни от реанализите на NOAA/CFS е направено сравнение с периода 1946–1954 г. от изследванията на Писарски. Разгледана е връзката на абсолютните минимални температури с антициклоналния тип циркулация, както и на циклоналната активност с максималния 24-часов валеж и със сумарния месечен валеж.

В рамките на проекта COST Action 733 „Harmonization and application of weather type classifications for European Regions“ е оценена приложимостта на вече съществуващи или разработени в рамките на проекта класификационни схеми при климатични изследвания на валежите [Neykov et al., 2016a, 2016b; Nikolov et al., 2016].

В Pophristov & Peneva [2018] е направена класификация на атмосферната циркулация над България според посоката на центъра на баричното образувание (което има влияние над страната в даден момент) спрямо територията на страната, като са обособени 13 типа на ниво 500 hPa (осем циклонални и пет антициклонални) и 16 типа на приземното ниво (осем циклонални, шест антициклонални и два слабоградиентни типа). Използван е semi-objective метод, при който класификацията на двете изобарни нива за всеки ден в периода 1961–2016 г. се прави субективно по реанализите на NCEP/NCAR (National Center of Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research). Тази класификационна схема на типовете атмосферна циркулация е приложена в изследванията на Malcheva et al. [2019], където е представен комплексен подход за оценка на суровостта на зимите в периода 1931–2011 г., както и в работата на Bocheva & Pophristov [2019], където са направени месечни и сезонни оценки на случаите с обилни валежи над 60 mm/24h в периода 1991–2017 г.

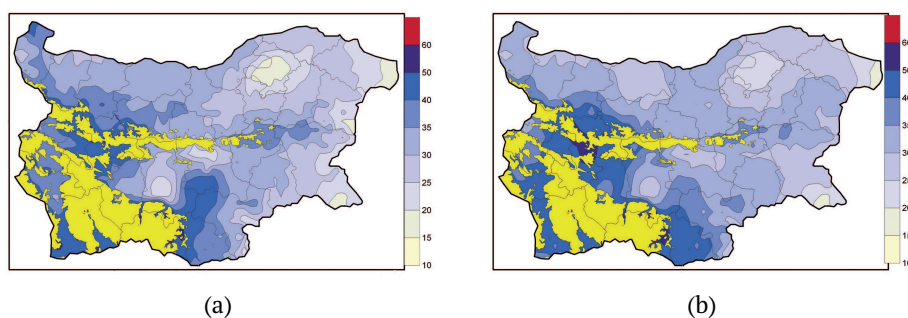
В последните години бяха представени и други интересни изследвания в тази тематична област като части от дисертационни трудове за присъждане на ОНС „доктор“. В работата на Тодорова [2015] са изследвани регионалните колебания и тенденции на температурата и валежа над Източна България и тяхната връзка с елементи на общата атмосферна циркулация. Барантиев [2016] прави класификация на бризовите ситуации за района на Ахтопол по приземни данни, допълнени с информация от содарни данни за вертикалната структура на полето на вятъра.

#### **4.1.3 Климатични екстремуми и съвременни климатични изследвания върху опасни и неблагоприятни прояви на времето**

Екстремните климатични условия представляват сериозна заплаха за здравето и живота на хората, за равновесието на екосистемите и за развитието на много икономически сектори, а изследванията в това направление са основен приоритет на секция „Климатология“ още от създаването ѝ. Статистическата оценка на пространствено-времевата структура на подходящо избрани показатели за климатични екстремуми по честота, продължителност и интензивност позволява да се синтезират количествено резулта-

тите в контекста на климатичните промени и концепцията за климатични ресурси/антиресурси. Анализирани са както едномерни индекси, свързани с опасно високи и ниски температури (горещи вълни и периоди, застудявания и студени вълни, последователни мразовити дни, ледени дни и др.), продължителни и интензивни валежи, безвалежни периоди, така и комплексни индекси (топлинен комфорт, температура-влажност, температура-влажност-вятър и др.). Повечето резултати са представени на национални и международни научни форуми и впоследствие публикувани (напр. [Gocheva et al., 2006a, 2006b, 2010, 2011; Malcheva et al., 2014, 2015, 2016, 2017, 2019; Dimitrov et al., 2014; Chervenkov et al., 2016, 2019, 2020a, 2020b]).

След 1990 г. има много изследвания, посветени на връзката между гръмотевични бури и различните типове валежи върху отделни части на страната. Те са свързани основно със сравнение на различни аспекти от образуването на градови валежи, интензивност на процесите, разделяне на конвективни валежи от останалите, определяне на прагове на индекси на неустойчивост за дни с гръмотевична дейност и др. [Simeonov & Georgiev, 2003; Vocheva et al., 2006; Markova & Mitzeva, 2013; Маркова, 2013]. Климатичен анализ на пространствено-времеви характеристики на случаите с гръмотевична дейност за равнинната и полупланинска част на България за периода 1961–2010 г., както и статистическа оценка на измененията на тези явления за различни райони на страната, е представена в Бочева [2014]. След 1991 г. се наблюдава съществено изменение в месечното разпределение на дните с опасни конвективни явления, като за по-голямата част от страната максимумът на месечното им разпределение се измества към месеците от втората половина на топлото полугодие (от юли до септември). Установено е и нетипично нарастване на броя дни с тези явления през студения полугодие. Сравнени са разпределенията на броя дни с гръмотевични бури (фиг. 4.1–6) и характеристики на масови гръмотевични бури (регистрирани едновременно в поне 4 области на страната) за периодите 1961–1990 г. и 1991–2010 г. Установени са статистически значими положителни трендове на нарастване на броя дни с гръмотевични бури в Североизточна и Южна Централна България [Vocheva et al., 2013].



**Фиг. 4.1–6.** Годишно разпределение на средния брой дни с гръмотевични бури за всеки от сравняваните периоди: (a) 1961–1990 г.; (b) 1991–2010 г.

По данни за периода 1961–2015 г. средногодишната честота на дните с гръмотевична дейност по административни области е между 19.9 и 35.5 дни за надморска височина до 800 m, и между 25.0 и 34.3 дни – за високите части. Потвърждава се териториалното разпределение на гръмотевичните бури.

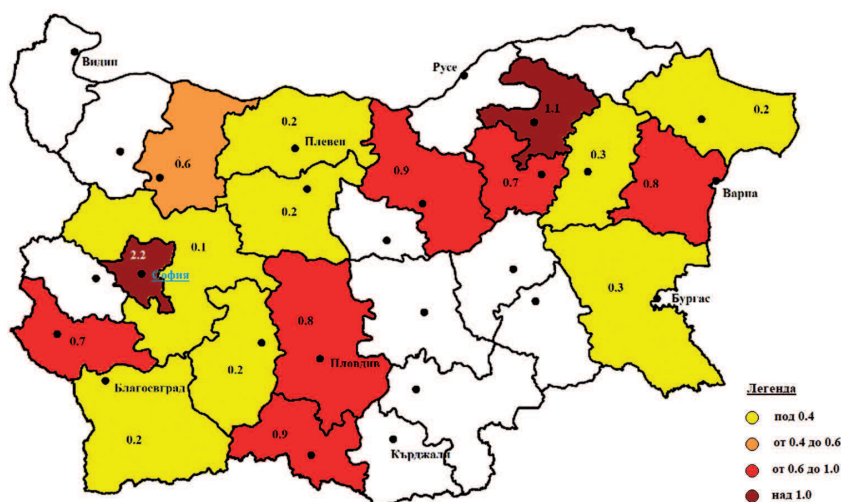
ри, описано от Станева [19556]. Най-много дни с гръмотевични бури се наблюдават в западната планинска част на страната и област София, където и в ниските, и във високите части средногодишният брой дни е около и над 30. На второ място се нареждат западната и централна част на Дунавската равнина, Горнотракийската низина и Родопите (средно 27–28 дни).

Комплексните климатични изследвания върху валежите от град след 1990 г. са силно затруднени, тъй като данните за развитието на градовите процеси и последиците от тях са разпръснати в различни институции – застрахователните компании, Агенцията за борба с градушките към Министерство на земеделието, НИМХ и др. Различни характеристики на валежите от град, основаващи се единствено на данните от метеорологичните наблюдения в НИМХ, анализирани за периоди от 5 до 45 години, са представени в Simeonov & Georgiev [2003], Simeonov et al. [2009] и Bocheva et. al. [2010]. Анализ и оценка на вариациите на броя дни с валежи от град и на масовите градушки за периода 1961–2010 г. са представени и в Bocheva & Simeonov [2015].

Анализът на резултатите за цялата територия на страната показва тенденция към намаляване на регистрираните дни с град, но и увеличение на броя на масовите градушки, особено през сравнително хладния м.септември. В периода 1961–2015 г. се наблюдават между 0.77 и 1.69 дни с градушка за районите с надморска височина до 800 m (осреднено по административни области), докато за районите с надморска височина над 800 m средногодишният брой дни е между 1.69 и 4.34. Най-много дни с градушки са регистрирани в югозападната планинска част на страната, следвана от централните и североизточни части на Дунавската равнина, Горнотракийската низина и Родопите. Най-малко валежи от град са регистрирани по северното черноморското крайбрежие и Североизточна България, както и в някои части на Северозападна България.

Макар и рядко, при обстановки, свързани с развитието на мощни конвективни бури, у нас се образуват *торнада* – най-често над пресечени планински терени или над морската акватория. Появата на торнадо често може да остане нерегистрирана поради липса на очевидци и/или данни за щети, при развитието на вихъра в отдалечени и трудно достъпни планински терени, както и при появата му през тъмната част от денонощието. Комплексен анализ на проявата на тези явления в България е представен в сравнително малко публикации – Simeonov & Georgiev [2001, 2003]; Латинов [2006]; Simeonov et al. [2011], като в повечето от тях подробно са анализирани само отделни случаи. Единствено в монографията на Латинов е направен опит за обобщено представяне на типове синоптични обстановки, свързани с развитието на торнадо (смерч) на територията на страната, но само на базата на най-известните от литературата случаи.

Първото цялостно изследване на доказаните случаи на торнадо за над 50-годишен период (1956–2010 г.), включващо пространствено-временните им характеристики, класификация по мощност, зони на възникване и др., е представено в Simeonov et al. [2013]. Изчислени са честотите на възникване на смерчове за територията на всяка административна област в България за периода 2001–2010 г. (фиг. 4.1–7). Първият обобщен за страната сравнителен синоптичен и термодинамичен анализ на регистрираните през 10-годишния период торнада е представен в Бочева [2014]. Създадена е осно-



**Фиг. 4.1–7.** Средна годишна честота на торнадата за всяка област в България за периода 2001–2010 г.

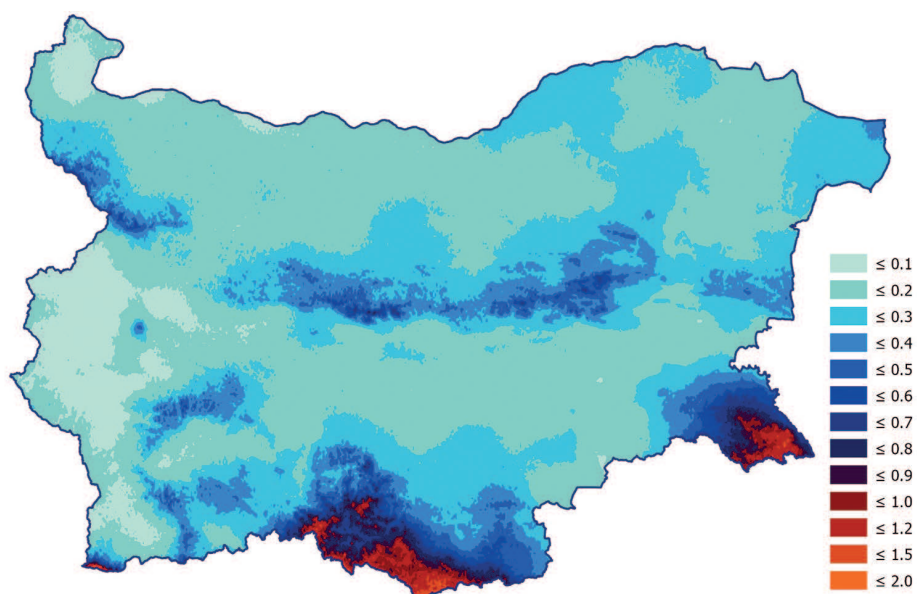
ва на база данни за регистрирани и доказани случаи на торнадо в България. Принос в тази насока са и следващите изследвания Бочева и Симеонов [2016] и Bocheva & Markova [2017].

От началото на 21-век в България, както и в много други страни от Централна и Източна Европа, бяха регистрирани значителен брой дни с масови екстремни валежи, довели до големи икономически загуби и човешки жертви. Тези събития пораждаха засилен интерес към анализа и подобряването на методите на прогноза на това опасно метеорологично явление.

В редица публикации се прави по-дългопериодична оценка на различни параметри, свързани с потенциално опасните валежи, като продължителност на валежа, брой дни с валеж над определени граници, оценка на максималните годишни валежи и др. [Tsonevski et al., 2010; Bocheva et al., 2009; 2010; Bocheva, 2015]. Във всички тези изследвания като опасни валежи са разглеждани валежите  $\geq 60 \text{ mm}/24\text{h}$  или  $\geq 100 \text{ mm}/24\text{h}$ , а периоди за оценка са главно след 1991 г. с различна продължителност.

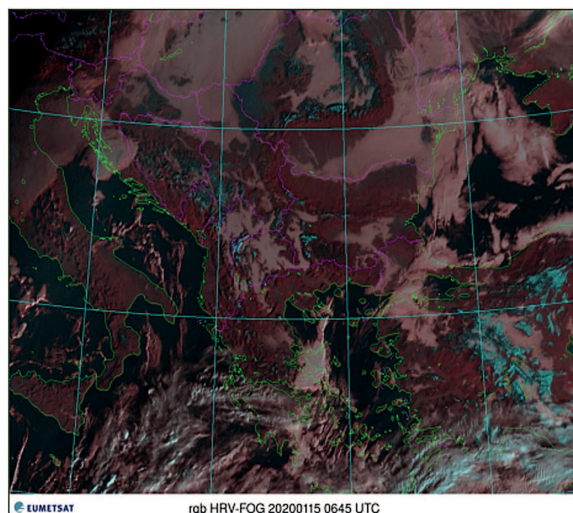
От друга страна в Alexandrov et al. [2006] и Croitoru et al. [2013] се изчисляват редица валежни индекси за отделни станции в страната. В Alexandrov et al. [2006] за периода 1950–2000 г. за 40 метеорологични станции се пресмятат 42 валежни индекса, част от които са свързани с екстремни валежи. В изследването на Croitoru et al. [2013] за периода 1961–2008 г. са пресметнати 11 специализирани индекси за оценка на екстремните валежи по западното крайбрежие на Черно море. Установено е статистически значимо нарастване на екстремните валежи в България за района на северното черноморско крайбрежие. Пространствено разпределение (фиг. 4.1–8) и климатично райониране на потенциално опасни валежи ( $\geq 60 \text{ mm}/24\text{h}$ ) за период 1931–2019 г. е представено в Bocheva & Malcheva [2020]. Установено е нарастване на честотата на екстремните валежи след 1991 г. в цялата страната с изключение на крайните югозападни райони.



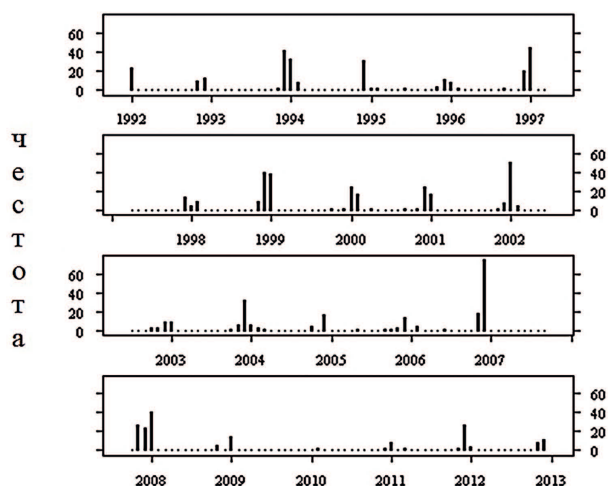


**Фиг. 4.1–8.** Средна годишна честота на дните с екстремни валежи за периода 1931–2019 г.

Мъглата представлява система от уравновесени във въздуха водни капки или ледени кристали, редуциращи видимостта до разстояния един километър (фиг. 4.1–9). Анализът на случаите на *мъгла* в София [Стойчева и Евтимов, 2014] в периода 1992–2012 г. по данни от ЦМС (ж.к. „Младост 1“) показва, че докато през първите две трети от периода месечните честоти на регистрациите на мъгла са с приблизителна цикличност около две години,



**Фиг. 4.1–9.** Сателитова снимка на мъгли в района на Балканския полуостров, 15.01.2020 г.

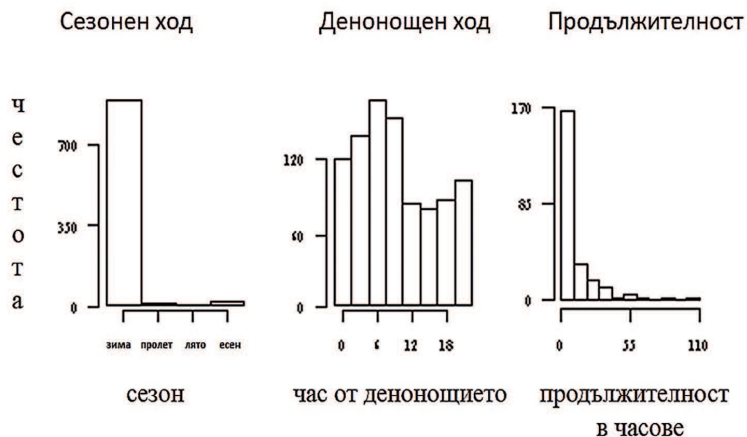


**Фиг. 4.1–10.** Времеви ред от месечните честоти на 3-часовите регистрации на мъгла в ЦМС в периода 01.1992–12.2012 г.

то от 2008 г. се наблюдава намаляваща тенденция (фиг. 4.1–10). Мъглата в София има ясно изразен сезонен ход. Над 97% от всички регистрирани случаи попадат в периода ноември-февруари (фиг. 4.1–11, ляво).

Мъглите са и с добре изразен денонощен ход – с максимум от 18% (161 регистрации) в 6:00 GMT и минимум от 9% (79 регистрации) в 15:00 GMT (фиг. 4.1–11, средата). Продължителността на мъглата варира от 3 h до 105 h, с максимум в интервала до 10 h и рязко намаляване на броя им за по-големите продължителности (фиг. 4.1–11, дясно). Най-продължителната мъгла (105 h) е регистрирана в периода 6–12 декември 2006 г., следвана от мъгла с продължителност 90 h (11–14 януари 2002 г.).

С най-голям абсолютен брой са случаите на гъста мъгла (хоризонтална



**Фиг. 4.1–11.** Разпределение по сезони, зимен денонощен ход и хистограма на продължителността на мъглите в ЦМС.



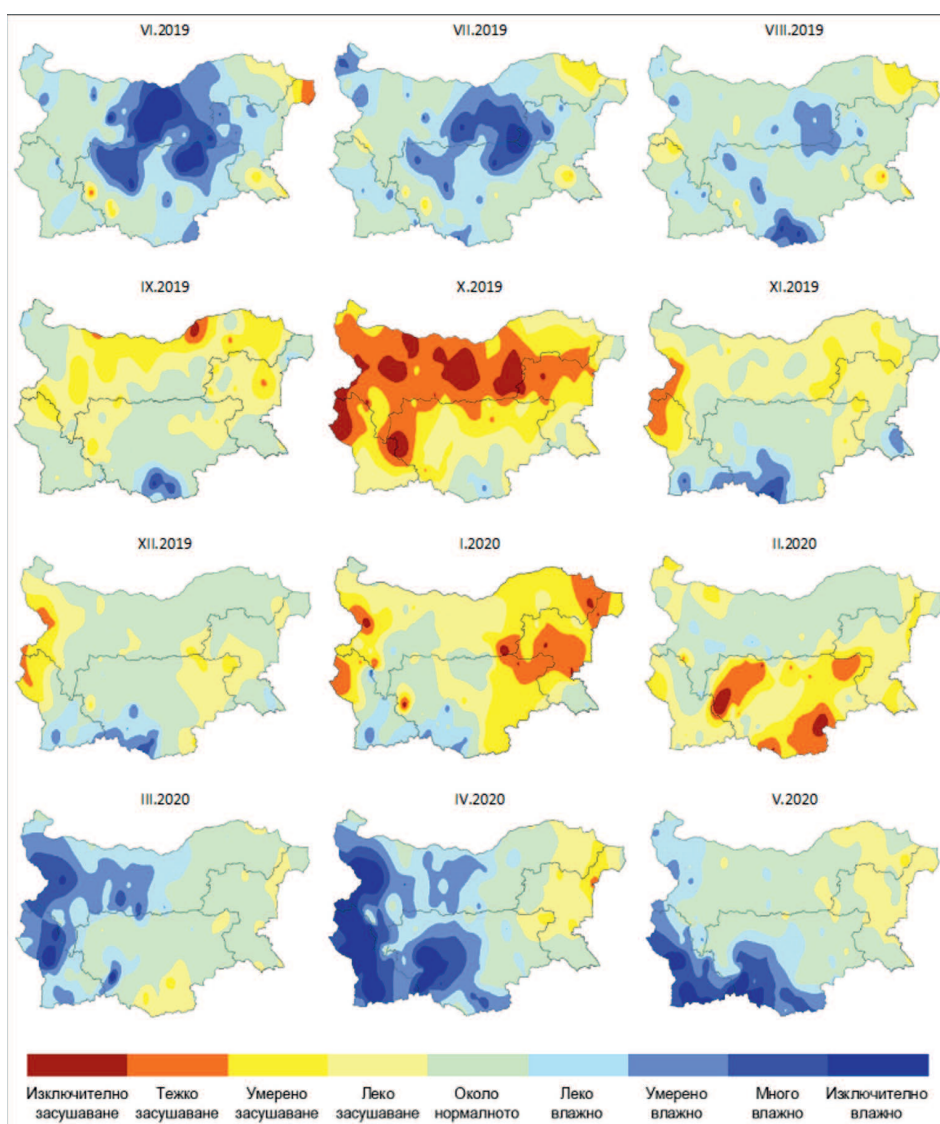
Фиг. 4.1–12. Мъгла, отлагаща скреж в района на ЦМС.

видимост 50–200 m), а най-малко – на много гъста мъгла (хоризонтална видимост до 50 m). Типичният профил на една регистрация на мъгла в София е: гъста или умерена мъгла (видимост до 200–500 m) през декември-януари; температура на въздуха в интервала от  $-5.0^{\circ}\text{C}$  до  $+5.0^{\circ}\text{C}$ , при относителна влажност 90–95% и атмосферно налягане 945–965 hPa. Пример на мъгла с отлагане на скреж е даден на фиг. 4.1–12.

#### 4.1.4 Съвременни изследвания на климатичните промени и моделиране на регионалния климат

През последните десетилетия вниманието на световната научна общност е фокусирано върху климатичните промени. НИМХ работи в съответствие с препоръките и решенията на СМО, включително по въпросите на изменението на климата, като участва активно в мониторинга, оценката и прогнозирането на състоянието на климата в България (вж. [Климатични промени, 2010]).

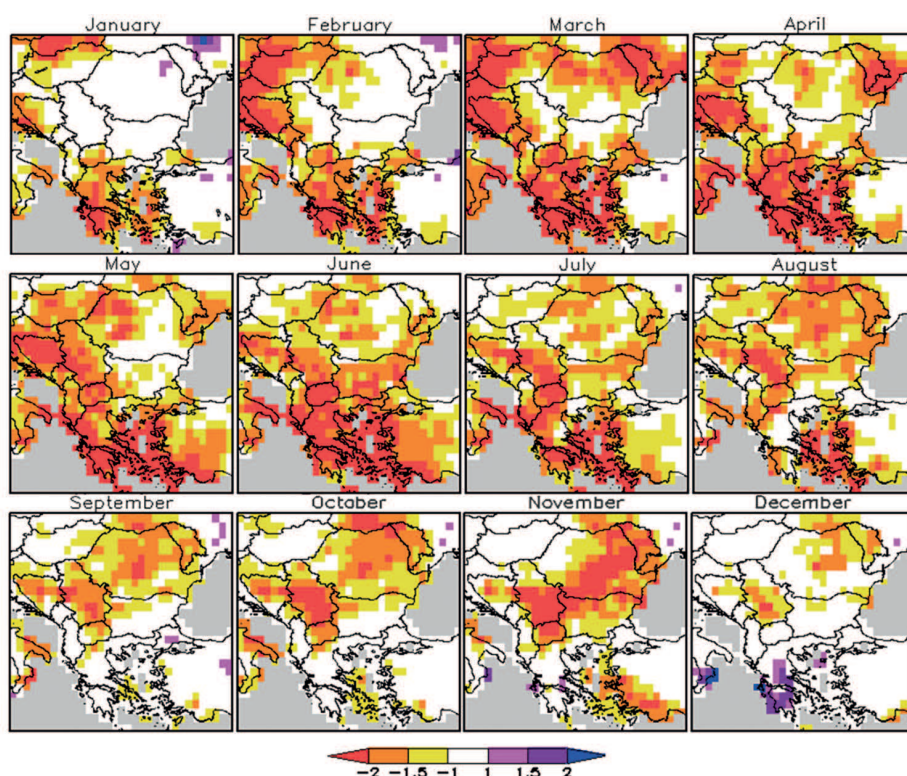
Климатичните промени, които се наблюдават в Югоизточна Европа и на Балканите са от значение и за нашата страна. По своята същност адаптацията към тях е процес, свързан със значителна несигурност както по отношение на бъдещите условията, към които би трябвало да се адаптира обществото като цяло, така и по отношение на устойчивостта, която е цел на процеса на адаптация на отраслово и регионално ниво. Тези проблеми издигат регионалното сътрудничество и научното партньорство на ново равнище. През 2006 г. е създаден Център за управление на сушата за Югоизточна Европа (DMCSEE) в контекста на Конвенцията на ООН за борба с опустиняването (UNCCD), като началният проект (2009–2012 г.) е съфинансиран от Програмата за транснационално сътрудничество на ЕС в Югоизточна Европа. България е сред основополагащите национални членове на Центъра, а НИМХ е партньор по проекта. Под ръководството на В. Александров са проведени два национални научни семинари, на които са представени ре-



**Фиг. 4.1–13.** Индекс на засушаване SPI, изчислен по ежедневни данни за количество валеж и базов период 3 месеца, за периода от юни 2019 до май 2020 г. (архив на индекса се поддържа на <http://hydro.bg/>).

зултати от актуални изследвания на учени от НИМХ върху климатичните промени. В рамките на проекта са оценени минали периоди на засушаване чрез прилагане на специализирани индекси, подготвено е използването на Standardised Precipitation Index (SPI) за оперативни оценки на засушаването (фиг. 4.1–13), предложена е стратегия за действия в условия на засушаване. Издадени са брошурата „Сушата в България“ и сборникът „Методи за мониторинг и въздействие на сушата в България“, в който е представено пространственото разпределение на районите в България, уязвими към засушаване, както и климатичните сценарии за XX век и връзката им с поч-





**Фиг. 4.1–14.** Стойности на SPI (изчислен за базов период 6 месеца) за 1990 г. по данни от GPCP (Global Precipitation Climatology Centre) на СМО.

веното засушаване в региона на ЮЕЕ и България [Александров, 2011]. Активното участие на НИМХ в проекта DMCSEE е показател за нивото на научната и научно-приложна дейност в института и, по същество, е продължение на добрите традиции, положени в първите етапи от развитието на климатологията в България.

В резултат на изпълнението на проект от научната програма на НИМХ през 2016 г. е създаден информационен масив за SPI, представляващ четири продукта – цифрокарти с глобално пространствено покритие и времеви обхват над 110 години в стандартен метеорологичен файлов формат [Chervenkov et al., 2016]. Фигура 4.1–14 илюстрира плътното разпределение на SPI (изчислен за базов период 6 месеца) над Югоизточна Европа през „посухата“ 1990 година. Вижда се, че през топлото полугодие сушата обхваща по-голямата част от Балканския полуостров, като през някои от месеците стойностите на SPI са основно в интервала на тежката, дори екстремната суша.

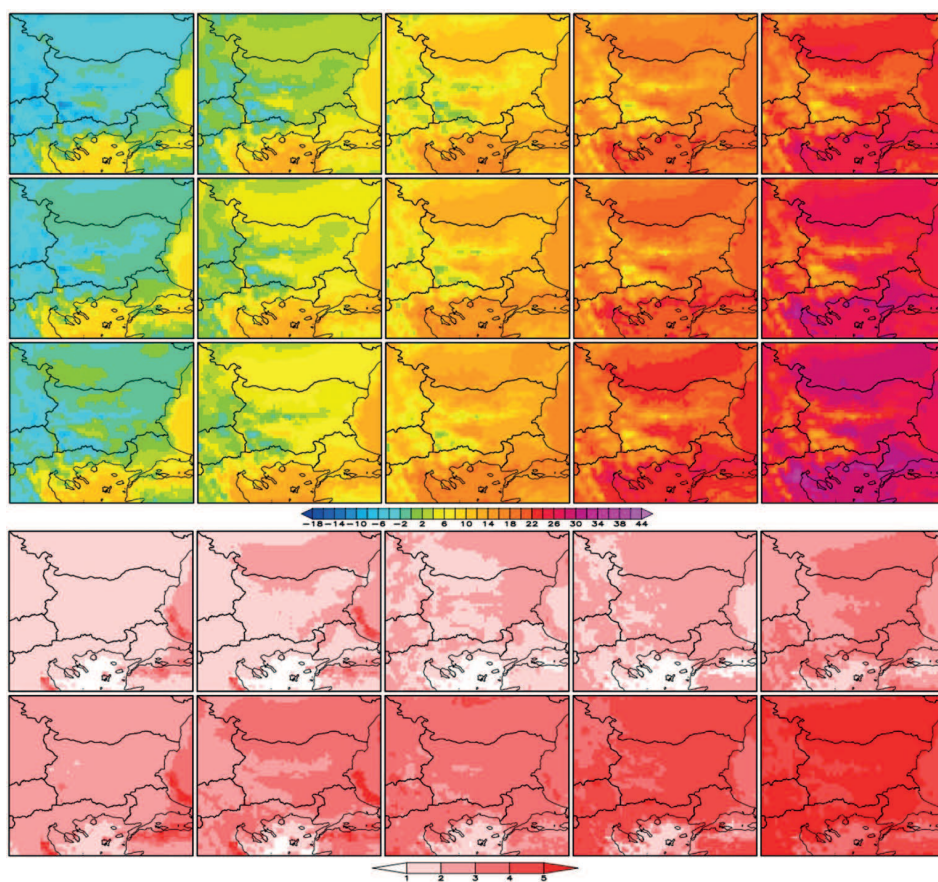
В много статии в наши и международни издания от началото на XXI век, някои от тях дадени в резюме в Андреев [2008], са представени интересни и перспективни изследвания на учени от НИМХ върху климатичните промени, като: „Изследване на променливостта на годишните и сезонните валежи над Балканския полуостров“ [Koleva et al., 1998], „Климатична вариабилност и климатични промени в България през 20-ти век“ [Alexandrov et al., 2004],

„Сушата в българските низини през 20-ти век“ [Koleva, Alexandrov, 2008] и др. Цялостна представа за насоките на научните изследвания в този период дава сборникът от доклади на международната конференция в София (от 19 до 21 май 2008 г.) на тема „Глобално изменение на околната среда: Предизвикателства за науката и обществото в Югоизточна Европа“ [Alexandrov et al., Eds., 2010]. По думите на Андреев [2014]: „Несъмнен успех за НИМХ е и излязлата през 2011 г. колективна монография на международен научен колектив със заглавие „Променливост и изменение на климата и свързаните с тях въздействия на агроекосистеми в Югоизточна и Централна Европа, и в Югоизточните части на САЩ“ [Alexandrov et al., 2011] ... спонсорирана по проекта COST Action 734 „Climate Change Impacts on Agriculture in Europe“.

Последните десетилетия от развитието на българската климатология се характеризират с усвояване и утвърждаване на принципно нови научни методи, сред които и численото симулиране на регионалния климат. Числените модели се разделят най-общо на глобални (General Circulation Models – GCM) и на регионални (Regional Climate Models – RCM), според областта върху която се решават (интегрират) уравненията на термо-хидродинамиката. Идеята за използване на модели над ограничена територия се базира на концепцията за еднопосочно „загnezждане“ (one way nesting) или още известни като динамична телескопизация (dynamical downscaling) на глобалните модели [Giorgi et al., 2012; Pieczka et al., 2019], т.е. създават се регионални модели с по-висока (спрямо тази на глобалния) разделителна способност. Основно предимството на регионалните климатични модели е способността им да симулират мезомасштабни атмосферни процеси – например местни ветрове и орографски валеж. Климатичният числен експеримент е задача без начални условия. Математическото естество на задачата налага да се тръгне от някакви начални условия, но след интегриране за период 1–2 години моделът на атмосферата влиза в режим, зависещ основно от външните условия и състава ѝ. Предполага се, че, ако моделът е прецизен, с адекватни параметризации, за даден исторически период би трябвало да получим „климат“, подобен на реално осъществилият се.

Проектът CECILIA (Central and Eastern Europe Climate Change Impact and Vulnerability Assessment, <http://www.cecilia-eu.org>), продължил от 2006 до 2010 г., е под егидата на шестата рамкова програма на ЕС с участници от 16 институции от 12 държави (вж. [Halenka, 2008]). Основна му цел е да подобри, задълбочи и детайлизира познанието за регионалния аспект на климатичните изменения и влиянието им върху ключови природни и стопански сектори. Електронният архив на програмата предоставя богата и разнообразна информация, която и понастоящем не е загубила актуалността си. Много експерти от НИМХ взеха участие в повечето работни пакети на CECILIA, но фокусът бе върху численото симулиране на регионалния климат, като нашата страна бе представена в това отношение чрез модела ALADIN.

Проектът ALADIN е получил името си като акроним от Aire Limitée Adaptation Dynamique développement InterNational и представлява международна инициатива, включваща 16 метеорологични служби (повече сведения на: <http://www.cnrm.meteo.fr/aladin/>) под егидата на Meteo France. ALADIN е изграден на основата на съвместимост със системата IFS/ARPEGE, представляваща съвместен проект на Метео Франс и Европейския център за сред-



**Фиг. 4.1–15.** Пространствено разпределение на 10-ти, 30-ти, 50-ти (медиана) 70-ти и 90-ти процентил (от ляво на дясно, в този ред) на средnodневната температура (°C) за настоящия климат (първи ред), близкото бъдеще (втори ред) и далечното бъдеще (трети ред). На четвъртия и петия ред са представени абсолютните разлики между близкото бъдеще и настоящето и между далечното бъдеще и настоящето.

носрочни прогнози (ECMWF) за издаване на средносрочни прогностични продукти. Моделът ALADIN допълва тази система с детайлизирана прогноза, като поддържа възможно минимални софтуерни разлики. Историята на ALADIN-Climate е много по-кратка и започва през 2005 г. Моделът използва последователно шест-часовите резултати от ARPEGE-Climate [Déqué and Piedelievre, 1995], както и неговата физична част.

Международното сътрудничество в рамките на консорциума доказва продуктивността си през изминалите години. Преди всичко то осигурява периодична обнова на физическата същност на модела в синхрон с прогреса на съвременните атмосферни науки. Българският принос е признат от партньорите в консорциума и е надлежно документиран.

Освен адекватно физическо описание на атмосферните процеси, което е най-важното качество на всеки симулационен модел, ALADIN е изключително производителен, благодарение на числената си математическа реализация. Вече две десетилетия ALADIN е основен оперативен модел за кратко-



срочната прогноза на метеорологичното време, изготвяна и разпространявана регулярно от НИМХ.

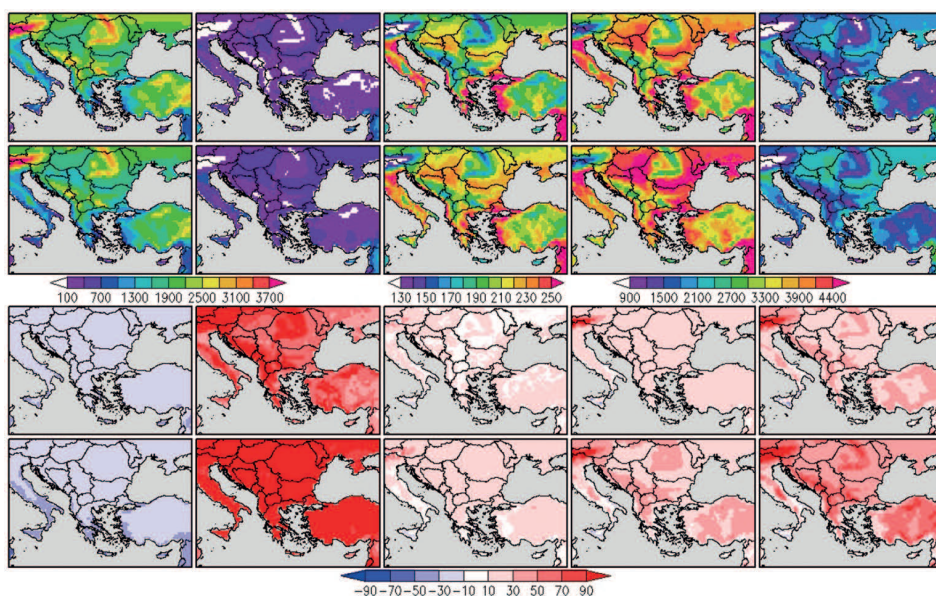
В рамките на проекта CECILIA моделът ALADIN бе използван в т.нар. климатична мода [Spiridonov et al., 2005]. Параметризационният пакет на ALADIN Climate е директно заимстван от глобалния циркуляционен модел ARPEGE-CLIMAT 4. Моделът може да бъде инициализиран с гранични условия с хоризонтална разделителна способност 50 km, произхождащи от т.нар. стреч-мрежа на ARPEGE-CLIMAT 4 GCM. Извършени са симулации за три 30-годишни периода, които (съгласно терминологията на CECILIA) са „настоящ климат“ (1961–1990 г.), „близко бъдеще“ (2021–2050 г.) и „далечно бъдеще“ (2071–2100 г.) по „умерения“ сценарий A1B за глобални климатични промени (CMIP 3 SRES). Фигура 4.1–15 илюстрира един примерен резултат от тези симулации. Процентилите на среднодневната температура в бъдещето (близко и далечно) са по-високи от съответните в настоящето, практически над целия разглеждан район. Като цяло покачането на температурата е по-голямо през далечното бъдеще – така например медианата в периода 2021–2050 г. е по-висока средно за територията на България с 1–3°C спрямо тази за настоящето, докато медианата в периода 2071–2100 г. е по-висока с 2–4°C. Главната причина за тази разлика е по-дългото кумулативно въздействие на определящите регионалното затопляне фактори.

RegCM е първият регионален модел, разработен за дългосрочни симулации на климата. Създаден е в края на 80-те години на миналия век в Националния център за атмосферни изследвания на САЩ (NCAR), а понастоящем се поддържа от „Международния център по теоретична физика“ (ICTP) в Триест, Италия (<https://www.ictp.it/esp>). От времето на първата си версия RegCM1 моделът е претърпял голямо развитие. Настоящата версия RegCM4 съдържа множество подобрения както в структурния код на модела, така и в предварителна и крайна обработка на резултатите (pre- and post-processors), заедно с включените нови физични параметризации. Моделът е гъвкав и лесен за използване, което е и основна причина за голямата му популярност. Може да се приложи за всеки избран район от света, с резолюция около 10 km и за широка гама от числени експерименти – от изследвания за палеоклимата до бъдещи климатични симулации.

RegCM4 се експлоатира активно в НИМХ като част от приложните и научно-приложните дейности, включващи работа с модела, са предмет на докторски дисертации [Вълчева, 2019], вътрешноинститутски проекти и планово сътрудничество с експерти от други институции и редица публикации [Chervenkov et al., 2017; Spiridonov & Valcheva, 2019]. Фигура 4.1–16 демонстрира някои от получените резултати с пряко отношение към микроклимата на сградите, както и селското стопанство.

Съвременното състояние на геофизичните науки се характеризира с усилено международно сътрудничество и безпрецедентен свободен обмен на бази-данни, методики и програмни средства, като водещ пример в тази насока са най-престижните научни центрове. Този факт е особено силно изразен в областта на численото симулиране на глобалния и регионалния климат и позволява провеждането на изчерпателен и многопосочен анализ, основан изцяло на такива ресурси. Фигура 4.1–16 илюстрира само един аспект, читателят може да добие представа от Sillmann & Röckner [2008], Chervenkov & Slavov [2019, 2020].

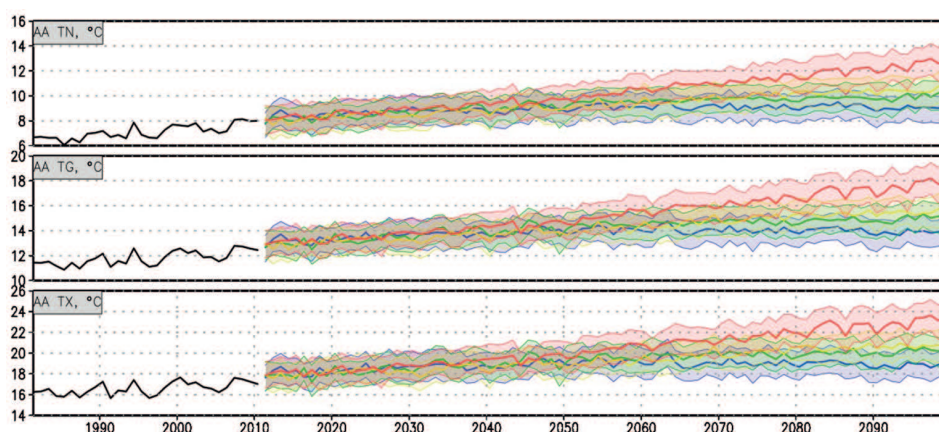




**Фиг. 4.1–16.** Многогодишни средни стойности за периода 2070–2099 г. на индексите HDD (отоплителни денградуси), CDD (охладителни денградуси), продължителност на вегетационния период (GSL), натрупани активни температури (AAT), натрупани ефективни температури (AET), от ляво надясно, в този ред, базирани на симулации с RegCM по сценариите RCP2.6 (първи ред) и RCP4.5 (втори ред). Единиците на HDD и CDD са денградуси, на AAT и AET – °C, а на GSL – дни. Относителното изменение (в %) на тези величини спрямо периода 1975–2004 г. е дадено на третия и четвъртия ред за RCP2.6 и RCP4.5, съответно.

Понастоящем в климатологията съществува съгласие относно становището, че многомоделните ансамбли са методологически оправдан инструмент за анализ на очакваните климатични изменения и най-вече на оценка на несигурността на този анализ. В много теоретични разработки се разглеждат различни начини за конструиране на ансамбли, но преобладаващото мнение е, че ансамбловата оценка е по-надеждна от тази, направена на основата на единичен модел, като многомоделна средната стойност и многомоделната медиана са най-често употребяваните количествени характеристики. Фигура 4.1–17 илюстрира примерни резултати за многомоделната медиана на средноденонощната и екстремните температури.

Многогодишно изменение както на средноденонощната, така и на екстремните температури се характеризира с устойчиво нарастване. Очевиден е и фактът, че това повишение зависи от емисионния сценарий, като е най-интензивно при RCP8.5. При него разликата в края на периода спрямо настоящето е около 6°C за средноденонощната, около 5°C за минималната и почти 8°C за максималната температура. По оптимистичния сценарий RCP 2.6 повишаването на средногодишната температурата до края на века няма да е с повече от 2°C, а по сценариите RCP 4.5 и RCP 6.0 – около 3–4°C.



**Фиг. 4.1–17.** Хронограми на медианата от 5 глобални циркулационни модела на средната по площ за Балканския полуостров минимална (най-горе), среднодневна (в средата) и максимална (най-долу) температура ( $^{\circ}\text{C}$ ). С черна линия е показано близко минало, а в цвят – проектният бъдещ климат съгласно: RCP2.6 (синя линия), RCP4.5 (зелена линия), RCP6.0 (жълта линия) и RCP8.5 (червена линия). Цветният фон показва междуквартилното (по отношение на моделите) разстояние при съответния сценарий.

## 4.2 Научни направления в съвременната агрометеорология

Развитието на агрометеорологията през съвременния етап – след 1989 г., продължава в рамките на наследените традиции от миналите етапи, но с въвеждането на нова техника и технологии, чрез автоматизация на наблюденията и отваряне за съвместно сътрудничество със специалистите в това направление от държави, с които преди това в исторически план подобни контакти бяха немислими. Тук задължително трябва да се отбележи многогодишното сътрудничество с Метео Франс, където повечето от сътрудниците в секцията имаха възможност да преминават през краткосрочни специализации. Подобни бяха контактите с Европейския център по теоретична физика в Триест, Италия. Няма как да не отбележим курсовете, организирани съвместно от СМО и ЮНЕСКО в Тел Авив по Агрометеорология, където целият научен състав и част от специалистите в секцията преминаха обучение. Още в самото начало на този период се създадоха условия за специализации и в някои Европейски университети: Университета в Рединг-Великобритания; Аграрния университет в Арлон-Белгия; Университета по природни науки в Амстердам-Холандия, Университетите във Флоренция, Милано и Пиза-Италия, Университета за природни науки във Виена-Австрия, Университета в



Тулуза-Франция и др. Учени от НИМХ и от секция „Агрометеорология“ участваха в акциите на сформиранията в рамките на Европейския съюз (ЕС) агенция за изследвания и технологии COST.

През това време широко в изследователската и експериментална практика навлязоха персоналните компютри, нови съвременни средства и прибори за метеорологични наблюдения, автоматичните метеорологични станции и GPRS технологиите за предаване на данните от измерванията с тях в реално време. На базата на компютърните технологии – софтуер и хардуер, се създадоха специализирани бази данни, в т.ч. и Агрометеорологичната база данни (АМБД).

Без да се изоставят проблемите, принципите и насоките на развитие на агрометеорологичната наука у нас настъпи период на преподреждане на приоритетните научни направления и стремеж за хармонизиране на научната проблематика с тази на страните от ЕС.

Така се оформиха няколко основни научни направления, в рамките на които се провеждаха научните и научно-приложни изследвания:

1. *Агрометеорология и агроклиматология, горска метеорология, зоометеорология и екология;*
2. *Изменения и колебания на климата и екстремни метеорологични явления;*
3. *Математическо моделиране на агроecosystemите и съставяне на числени прогнози за добивите от тях;*
4. *Дистанционни измервания и наблюдения на състоянието на почви и посеви;*
5. *Агроклиматични ресурси и агроклиматично райониране.*

#### **4.2.1 Агрометеорология, агроклиматология, горска метеорология, зоометеорология и екология**

През периода след 1989 г. продължи осъвременяването на характеристиките, описващи агрометеологичните условия и агроклиматичните ресурси на страната. Все по-често в тези разработки започнаха да се появяват и сравнителни анализи с предишни периоди, но все още тези сравнения се правеха за различни по продължителност периоди. Като пример можем да посочим публикацията на Славов и Георгиев [1990], в която те разглеждат многогодишните колебания на продължителността на вегетационния период, обусловен от преходите на средната денонощна температура на въздуха през 10°C напролет и наесен за времето от 1891 до 1985 г. Това изследане е първо по рода си в областта на агрометеорологията у нас.

През 1995 г. Н. Славов публикува „Оценка на ресурсите продуктивна почвена влага за производство на царевица“ при естествени условия на овлажнение, което на практика е свързано с количеството на валежите през периода на вегетация на царевицата. С данните от 120 метеорологични и агрометеорологични станции за периода 1961–1990 г. са очертани районите на територията на страната с различна влагообезпеченост на почвата в 4-степенна скала [Славов, 1995].

Сумата на валежите през вегетационния период е сигурен белег и предпоставка за очакваните добиви от есенните и пролетни зърнени култури. В своите климатологични изследвания В. Александров е направил оценка на варирането на сумата на валежите през вегетационния период от 1891 до

1993 г. с данни за 20 станции [Alexandrov, 1993].

В това научно направление са публикувани и резултатите от изследванията, свързани с пресмятането на сумарната и фотосинтетично-активна радиация (ФАР) за различни географски ширини в рамките на сегмента от Земната повърхност 20–30°и.д. [Славов и Георгиев, 1985; Славов и Казанджиев, 1998].

В научно-изследователската програма по агрометеорология почти непрекъснато присъства въпросът за настъпването на датите на траен преход на средните денонощни температури през определени прагови стойности. Този въпрос се поставя с неотменна важност през периода след 1939 г. до наши дни. С тези преходи пряко се свързват почти всички процеси, свързани с растежа, развитието и продуктивността на растенията. Оказва се, че температурните преходи имат значение не само за растенията, но и за размножаването на вредните за растенията паразити [Kazandjiev, Tsalev, Staneva, 1995].

Славов и Александров [1997] очертават районите и сроковете на настъпване на датите на изкласяване и восьмична зрелост, в зависимост от датите на сеитба при зимната пшеница по данни от 122 метеорологични и агрометеорологични станции и фенологични пунктове за периода 1961–1990 г.

До края на ХХ век се отдаваше приоритетно значение на разкриването на връзките между метеорологичните явления и процеси и тяхното въздействие върху агроecosystemите. В статията на Kazandjiev & Slavov [2006] са публикувани резултатите от изследвания, според които фенологичните явления при растенията могат да бъдат индикатор на метеорологичните аномалии и в по-продължителен период от време на промени в климата.

Тук трябва да отбележим и историческия преглед, който прави Славов [1997] в издадената специално за честването на годишнината от основаването на метеорологичната служба в работите си „100 години фенологични наблюдения в България“ и „100 години агрометеорологични наблюдения в България“.

Въпросът за хидротермичните условия за целите на земеделието винаги е бил актуален както в светлината на отминали близки и далечни периоди, така за сравнителен анализ и съпоставяне с настоящите условия и разкриване на тенденциите на промяната им. Един такъв опит е направен от Александров [1998], който прави частична оценка на агроклиматичните ресурси за периода 1891–1993 г., но само в 14 станции от земеделската територия на страната. Подобна оценка, но вече за цялата страна, е направена от В. Казанджиев, В. Георгиева и М. Мотева П. Димитров за периода 1971–2000 г., в рамките на интердисциплинарния проект „Агроклиматични ресурси на България за отглеждане на полски култури при поливни и неполивни условия“ с водещ изпълнител НИМХ и финансиран от ФНИ. Получените резултати са сравнени с условията на определения от СМО референтен период, който характеризира съвременния за онзи етап климат. В този проект реално са показани тенденциите на изменение на всички метеорологични елементи, от които зависи растежът, развитието и продуктивността на земеделските култури, където освен температурно-влажностните условия са анализирани и минималните и максимални температури, относителната влажност на въздуха, дефицитът на влажността на въздуха, скоростта на вятъра, сумарната слънчева радиация и техните производни – еталонна евапотранс-



пирация, дати на траен преход на температурите на въздуха през 0, 5 и 10°C, продължителност на вегетационния период, продължителност на периодите със и без мраз, сумата на активните и ефективни температури, сумата на валежите през вегетационния период и периода на есенно-зимното влагонатрупване, дати на изчерпване на водните запаси под 65–70% от пределната полска влагоемност (ППВ) и дати на достигане на най-ниските нива на почвена влажност, което съответства на влажността на завяхване (ВЗ) на растенията.

През 2003–2005 г. Н. Славов и В. Казанджиев публикуват резултатите от изследванията, свързани с температурните условия и прогнозиране на настъпването на основните фази от развитието на бялата акация (*Robinia pseudoacacia* L.) [Slavov, Kazandjiev, 2003] и бука (*Fagus silvatica* L.) [Kazandjiev, Slavov, 2006a] в България.

През 2012 г. В. Казанджиев, В. Георгиева, П. Димитров и М. Мотева разшириха изследванията си в тази насока с нов интердисциплинарен проект – „Настоящите и бъдещи промени на климата, смекчаване на последствията от тях и развитие на устойчиво земеделие у нас“, отново финансиран от ФНИ. В този проект посредством прилагането на климатични и агрометеорологични симулационни модели са очертани областите с най-чувствително изменение на климата (увеличена честота на климатичните аномалии), които ще доведат до промяна на агроклиматичните ресурси, а това ще наложи промяна на отглежданите видове и сортове растения, както и до промяна на агротехнологиите. Представени са и резултатите от изследване на многогодишната водоосигуреност на есенните и пролетни култури, оценена чрез коефициента на атмосферно овлажнение и обезпечеността на водния дефицит в различни части на страната чрез обработка на данни от 32 агрометеорологични станции за периода 1971–2000 г. При анализа на данните са използвани и данни за добивите от пшеница и от царевица. Установени са корелациите между добивите на пшеница и царевица за зърно и двата изследвани показателя за периодите април-юни за пшеницата и юли-август за царевицата.

С най-голям дефицит на влажността на въздуха и най-слаба климатична влагообезпеченост са Южнобългарската климатична подобласт, следвана от Преходноконтиненталната, Умерено-континенталната и Черноморската. Най-голям средноденонощен дефицит на насищане на въздуха с водни пари във всички области на страната възниква през първата десетдневка на август, а балансът на атмосферно овлажнение е най-нисък през месеците юли и август. Най-негативни са измененията в климатичните райони на Дунавската равнина и Източна Средна България. Необходимост от напояване в страната възниква още през м. май. Компенсирането на разликата между валежите и изпаряемостта през потенциалния вегетационен период на късните пролетни култури в Южна и в някои части на Северна България се извършва с около 5 поливки. Получени са регресионни уравнения за прогнозиране на добива на пшеница и царевица, за зърно по данни за дефицита на насищане на въздуха с водни пари и баланса на атмосферно овлажнение за критичните по отношение на изискванията на културите към влагата по месеци [Eitzinger et al., 2009].

Характеризирани са хидротермичните условия за отглеждане на есенни и пролетни култури в страната чрез индексите на Селянинов (*SHC*),

De Martonne ( $AI_{DM}$ ) и потенциалната евапотранспирация по Thorntwaite ( $PET$ ). Обработени са данни от 42 агрометеорологични станции. Проучени са многогодишното вариране (1971–2000 г.), тенденциите и периодичността на тези индекси, както и връзка им с добивите. Начертани са карти на благоприятните и неблагоприятните райони за отглеждане на посочените групи култури. Изчислените стойности на  $AI_{DM}$  (средно за страната  $30 \text{ mm}/^\circ\text{C}$ ) и  $SHC$  ( $1.0 \text{ mm}/^\circ\text{C}$ ) определят климата на България като умерено-влажен с недостатъчна влагообезпеченост на посежите, при което е необходимо напояване за повишаване на добивите от земеделските култури. Според трите индекса най-неблагоприятни в агроклиматично отношение земеделски райони са долината на р. Струма, Горнотракийската низина и Добруджа, където многогодишните трендове очертават бъдещо затопляне и засушаване на климата. Високи добиви без напояване от пшеница могат да се очакват през години с  $AI_{DM} > 30 \text{ mm}/^\circ\text{C}$ . Евапотранспирацията за вегетационния период на пшеницата е най-висока при  $AI_{DM} = 40 \text{ mm}/^\circ\text{C}$ . За оценка на същата е предложено регресионно уравнение с фактор индекса на De Martonne за периода март–юни [Казанджиев, Мотева, Георгиева, 2009].

Изготвени са *характеристики* и са сравнени хидротермичните условия и еталонната евапотранспирация за шестте Района на планиране на страната (NUTS2). За всеки от тях са изчислени и осреднени индексът на De Martone и еталонната евапотранспирация по FAO Penman-Monteith. Изследвани са многогодишното им вариране, тенденции и периодичност. Представени са карти на благоприятните и неблагоприятните райони за отглеждане на есенно-зимните и късни пролетни култури. Многогодишните стойности на хидротермичните индекси са основа за прогнозиране на условията за земеделско производство по райони на планиране и за адаптацията на земеделските практики към климатичните промени [Kazandjiev, Georgieva, 2010].

Изследвана е *динамиката* на нивото на подпочвените води в източната част на Софийското поле през 40-годишния период 1961–2000 г. Обработени са многогодишни данни за водното ниво в 4 представителни за водосбора на р. Леновска кладенеца от измерителната мрежа на НИМХ към датите на устойчив преход на температурата на въздуха през пролетта и есента през  $0^\circ\text{C}$ ,  $5^\circ\text{C}$  и  $10^\circ\text{C}$ , имащи отношение към развитието на земеделските култури. Проследено е многогодишното изменение на нивото в кладенците на определените дати. Направено е сравнение с валежите и изпарението от свободна водна повърхност за различни периоди. Установена е връзка на нивото на подпочвените води в източния район на Софийското поле с наличието и количеството на атмосферните валежи. Намаляващата тенденция на водното ниво при кладенците е показателна за бъдещо намаляване на продуктивния влагозапас в почвата [Moteva, Kazandjiev, Georgieva, 2010b].

Изследвано е *влиянето* на климатичните промени върху атмосферното овлажнение, изпарението от свободна водна повърхност и еталонната евапотранспирация на територията на България. Обработени са данни от 42 агрометеорологични станции за периода 1971–2000 г. Най-неблагоприятни промени в изпарителните условия са настъпили в Петричко-Санданския климатичен район, също и в Централната и Източната част на Дунавската равнина. Изпарението от свободна водна повърхност на територията на страната се е увеличило за периода 1971–2000 г. с 40–50 mm. Увеличението на еталонната евапотранспирация за същия период е с около една проектна

поливна норма (70 mm) за Източна Средна България и до около две проектни поливни норми (100–110 mm) за Северния климатичен район на Дунавската равнина и Преходно-средиземноморската климатична подобласт. За периодите април-юни и юли-август увеличението е от половин до една проектна поливна норма (30–60 mm) [Мотева, Казанджиев, Георгиева, 2010].

Направена е оценка на влиянието на *орографията върху поливния режим*. Релефът обуславя различни микроклиматични условия на територията на България. Това е основание, поливният режим да се определя въз основа на локална информация за еталонната евапотранспирация. Изследвана е структурата на полето на еталонната евапотранспирация на територията на страната. Установено е пространственото ѝ разпределение по области (NUTS3) и райони за планиране (NUTS2). Изследването е извършено въз основа на ежедневни метеорологични данни от 42 агрометеорологични станции за периода 1971–2000 г. Районирането на еталонната евапотранспирация е извършено чрез клъстерен анализ и критериите на Фишер и Стюдънт. Открити са аналози между административните единици. Станциите се групират в 6 групи с аналогични условия за евапотранспирация, областите – в 4 и Районите за планиране – също в 4. Обобщените данни следва да се използват за изготвяне на стратегии и политики в областта на поливното земеделие [Moteva et al., 2011a].

Като индикатор за нивото на евапотранспирацията е подходящо да се използва изпарението от свободна водна повърхност. Последното отразява съвместното влияние на метеорологичните фактори и околната среда върху изпарителната способност на атмосферата. Посочват се станции и райони аналози с цел взаимозаменяемост на информационната основа за изготвяне на препоръки за поливни режими и технологии за напояване. Определени са многогодишното вариране и статистическите параметри на 30-годишни редици на изпарението от свободна водна повърхност и тенденциите му в различните части на страната. Обработени са данни от измервания с изпарители ГГИ 3000 в 14 представителни агрометеорологични станции за периода 1971–2000 г. Резултатите показват, че съществуват 3 генерални съвкупности по отношение на изпарителните условия за потенциалния вегетационен период април-октомври, а за поливния сезон юли-август – 4. Сред районите за планиране се откриват по 2 аналога – Североизточният и Северният централен район за периода април-октомври и Югозападният и Южният централен район за периода юли-август. Съставени са регресионни уравнения за оценка на еталонната евапотранспирация за периода юли-август по данни за измерено изпарение от свободна водна повърхност през същия период [Moteva et al., 2011b].

#### **4.2.2 Изменения и колебания на климата и екстремни метеорологични явления**

Климатичните промени, влиянието им върху земеделското производство и изготвяне на препоръки за адаптация на земеделието към условията на средата са предмет на изследванията в това тематично направление. Въпросът за промените на климата става особено актуален през 60-те години на XX век. Съвременната насока на изследванията в това направление на земеделската метеорология е изследването на многогодишните колебания на метеорологичните елементи и влиянието им върху колебанията на до-

бивите от основните селскостопански култури. Направен е опит глобалните тенденции в изменението на климата под влияние на “парниковия ефект” да се свържат с многогодишни колебания на метеорологичните елементи в България за сто годишен период (1890-1990 г.). Особено внимание е отделено на поведението на регистрираната температура на въздуха и валежите с вероятната комбинация на тези елементи според климатичните сценарии на общата атмосферна циркулация през следващото столетие при двукратното увеличение на парниковите газове (около 2075 г.). Чрез различни климатични сценарии се показва какви биха били отклоненията на добивите от пшеница и царевица в проценти спрямо тези през периода 1961–1990 г. през 2020 и 2050 г., в резултат на изменението на климата през този век за 21 агрометеорологични станции [Alexandrov, 1995; Alexandrov, Hoogenboom, 2000].

В тази връзка следва да се отбележат изследванията на влиянието на климатичните промени върху характеристиките и появата на засушаване и суша в България [Славов, Мотева, 2002]. В него авторите доказват затопляне и засушаване на климата, което води до влошени хидротермични условия за земеделското производство и загуба на вода от почвата поради интензивната евапотранспирация. Тези условия са причина за намаление на количеството и качеството на добивите от селскостопанските посеви.

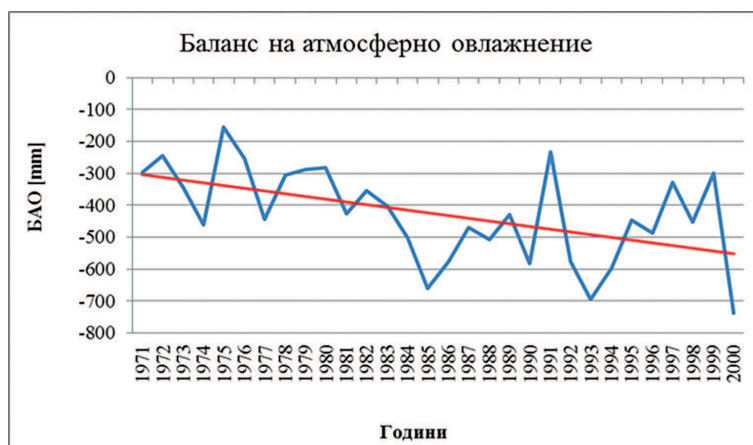
Промените на климата са предпоставка и за все по-честите прояви на метеорологична суша, която се измерва с флукуациите на количествата на валежите през юли-септември, когато се формират добивите от пролетните и топлолюбиви култури за периода 1891–1982 г. [Alexandrov, 1995].

Анализирана е *влагообезпечеността на пшеничен посев*, отгледан върху два типа почви – чернозем смолница и излужена канелена горска почва в Южна България за станции Чирпан, Карнобат и Хасково от периода 1961–2000 г. Условията на влагообезпеченост в Южна България се влошават. Необходимост от напояване при пшеницата съществува: на всеки 4 от 10 години при излужена канелена горска почва и на всеки 7 от 10 години при смолница. В 75% от годините разходът на вода за евапотранспирацията при пшеница и неполивни условия се очаква да бъде над 225 mm, което на излужена канелена горска почва осигурява добив, повече от 3000 kg/ha, за типична смолница – повече от 3800 kg/ha, за излужена смолница – повече от 4250 kg/ha [Georgieva, Moteva, Kazandjiev, 2009].

Изследван е балансът на атмосферно овлажнение (БАО), представен като разлика между валежите и изпаряемостта за 30-годишен период (фиг. 4.2–1).

Посочени са районите с най-неблагоприятни условия за земеделските култури. Обоснована е необходимостта от актуализиране на поливния режим на културите. Поради по-слабото си многогодишно вариране еталонната евапотранспирация е по-надежден фактор за характеризиране на изпарителните условия в сравнение с изпаряемостта по Иванов. Най-неблагоприятни по отношение на атмосферната влагообезпеченост на земеделските култури са условията по долината на р. Струма и Горнотракийската низина. Есенно-зимните култури в тези райони се нуждаят от 3 поливки с размер на поливната норма 60 mm, а късните пролетни – от 4 със същата поливна норма. Най-много една поливка е необходима за есенно-зимните култури и около две за пролетните в Черноморския климатичен район и в





**Фиг. 4.2–1.** Средни многогодишни стойности на БАО (mm) през вегетационния период за страната от 1971 до 2000 г.

Климатичния район на хълмистите и нископланинските части на Западна България. Най-значителна опасност от суша през периода април-юни се установява за районите на Монтана, Образцов чифлик, Шумен, Пловдив и Садово, а за периода юли-август – в районите на Пловдив, Монтана и Павликени. В посочените райони есенно-зимните култури се нуждаят от 2–3 поливки повече през 2000 г., отколкото през 1971 г. Не се установяват промени за периода април-юни в районите на Хасково, Свиленград и Кюстендил, а за периода юли-август – в районите около Добрич, Хасково, Благоевград, Видин и Лом. Предложени са уравнения за определяне на евапотранспирацията и изпаряемостта за периода юли-август по данни за периода април-юни [Moteva et al., 2009; Moteva, Kazandjiev, Georgieva, 2010a].

По искане на МЗХГ през 2016 г. е проведено изследване на оптималните срокове за извършване на подхранване на есенните посеви в края на зимата с нитратни торове в съответствие с изискванията на Регламенти №№ 1882/2003 и 1137/2008 на ЕС с оглед предотвратяване на възможността за замърсяване на подпочвените води с нитрати (табл. 4.2–1). Резултатите са получени на база ежедневните данни за периода 1991–2010 г. за 21 области на страната. Резултатите от изследването показват, че трябва да се ограничи ползването на азотосъдържащи органични и минерални торове както следва: 25 ноември – 25 февруари за областите Враца, Плевен, Шумен, Монтана Русе и Видин; 30 ноември – 25 февруари за областите Благоевград, Ямбол, Хасково, Пловдив, Ст. Загора, Пазарджик, В. Търново, Търговище и Силистра; 25 ноември – 05 март за областите Добрич, Кюстендил, Перник, Разград и София и 05 декември – 20 февруари за областите Бургас, Варна, Сливен и Кърджали.

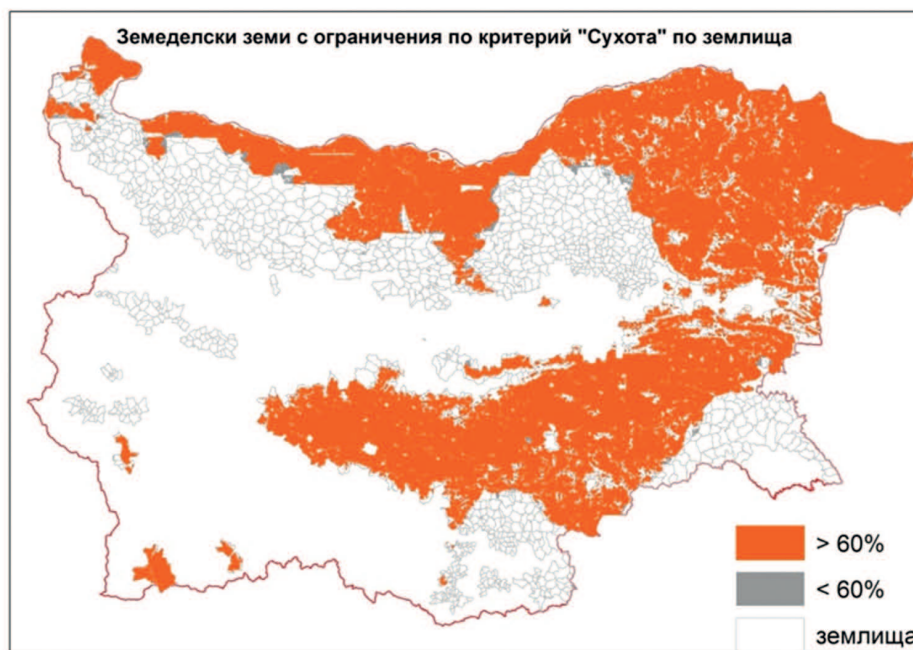
Изследването на периодите на суша и засушаване придобива все по-важно значение както за оптимизиране на агротехнологиите, така за райониране на земеделските култури и за определяне на допълнителните плащания по програмата за развитие на селските райони (ПРСР) – фиг. 4.2–2.

Тези изследвания продължават и през последните години [Kazandjiev et al., 2020] с разработването на научно-приложен проект „Определяне на ра-

Табл. 4.2-1. Средни многогодишни дати на настъпване на устойчивите преходи на средните денонощни температури през 0 и 5°C на периода 1991-2010 г.

Станция/месец	Януари	Февруари	Март	Апр.	Май	Юни	Юли	Авг.	Септ.	Окт.	Ноември	Декември
Бургас	4	16										6 11
Варна	8	20										4 19
Сливен	14	18										2 17
Кърджали	15	19										2 17
Благоевград	18	19										30 15
Ямбол	19	21										30 15
Хасково	20	20										29 14
Пловдив	20	19										29 14
Ст. Загора	21	21										29 14
Пазарджик	22	21										28 13
В. Търново	24	22										27 12
Търговищеще	24	24										27 13
Сливстра	24	21										28 13
Враца	24	22										26 12
Плевен	25	21										26 11
Шумен	25	25										27 13
Монтана	26	24										26 11
Русе	26	21										27 12
Видин	27	23										9 12
Добрич	28		2									26 12
Кюстендил	28	27										24 11
Разград	29		1									26 11
София	30		2									23 10

Легенда: 14 – дата на устойчив преход на температурата през 0°C; 18 – дата на устойчив преход на температурата през 5°C; 22 – потенциален вегетационен период.



Фиг. 4.2–2. Карта на районите, уязвими от суша по данни за 1981–2010 г.

йоните с природни ограничения според условията на засушаване в България“, по искане на МЗХГ и в изпълнение на Регламент 1305/2013 на Европейския съюз. В тази връзка бяха изследвани условията на засушаване за периода 1981–2010 г., като се приложи единна европейска методика предложена от СИЦ в ИСПРА и Главна дирекция земеделие на ЕК. Според това изследване най-уязвими от суша са Североизточна и централна Южна България, следвани от югоизточните и централните северни райони и земеделските земи разположени по поречието на р. Дунав в северозападната част на страната, както и отделни землища по поречието на реките Струма и Места. В тези места повече от 60% от земеделската земя през изследвания период е била засегната от суша.

#### 4.2.3 Математическо моделиране на агроекосистемите и прогнозиране на продуктивността им

Периодът след 80-те години бележи бурно развитие на различни версии на симулационни модели, които се разработват основно в изследователските центрове на Европа и Америка. Създадени са редица модели, всеки от които все по-точно описва взаимодействията в системата почва-растение-атмосфера. Такива модели са: модулът “CERES” от Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT®), създаден в Университета в Джорджия, САЩ, CROPWAT®, създаден в изследователския център във Вагенинген, Нидерландия и AquaCrop® на Food and Agriculture Organization (FAO) и създаден от интернационален научен колектив в Смесения изследователски център в Испра, Италия. Подобни модели са създадени и във Франция, Вели-

кобриания, Нидерландия, Румъния и в Австралия, но те не са придобили широко разпространение у нас поради специфичните им особености.

До този момент в агрометеорологичните изследвания са прилагани основно статистическите, емпиричните (регресионни) и вероятностните (стохастични) модели [Alexandrov, Valkov, 1993].

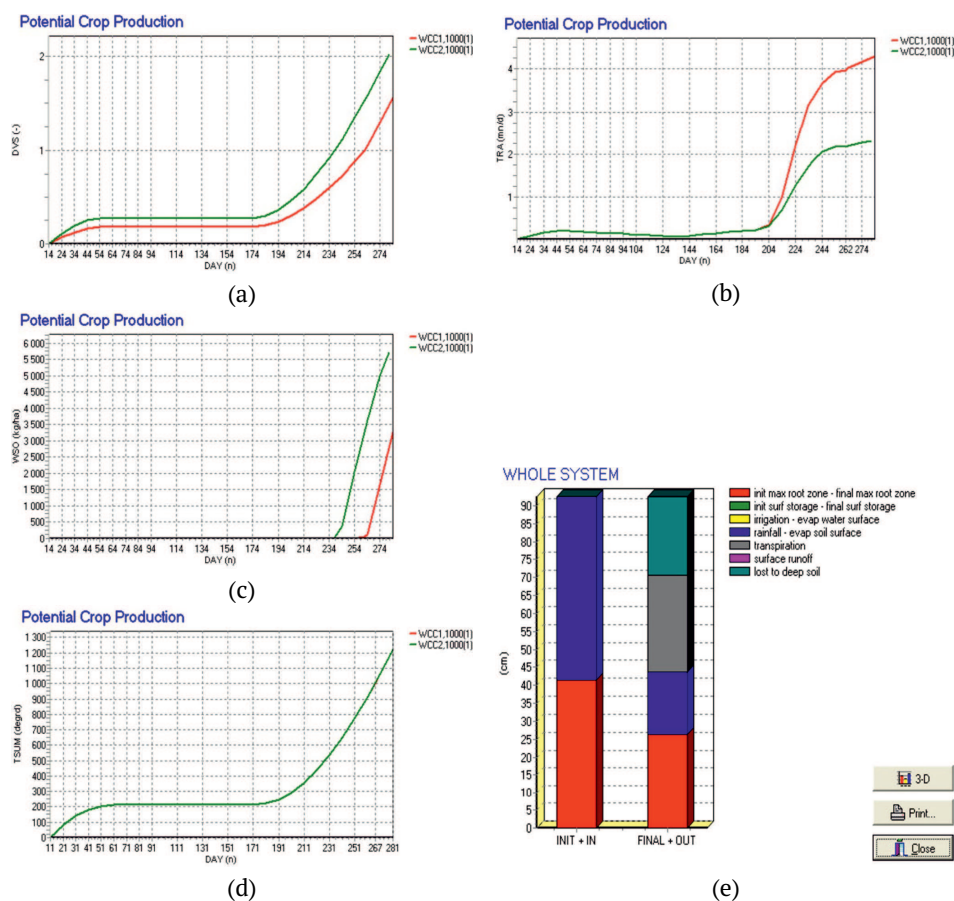
В България през 1990 г. под ръководството на проф. Н. Славов, В. Александров започва адаптацията на модела „CERES“ за пшеница и царевица, през 1993 г. Р. Дуков адаптира този модел за слънчоглед. От тези учени са получени и публикувани множество резултати от симулационно моделиране на различни типове посеви и при различни климатични сценарии. През 1995 г. В. Александров защитава дисертация на тема „Влияние на колебанията и изменението на климата върху агроклиматичните ресурси и продуктивността на основни селскостопански култури“.

Устойчиво развитие на земеделското производство се постига с високи темпове на растеж на добивите, като се управлява целият комплекс от жизнени фактори, действащи върху формирането на продуктивността на растенията. В много страни това се постига с помощта на динамично имитационно моделиране на формирането на продуктивността на агроecosистеми. Научноизследователската работа по математическо моделиране на агроecosистеми у нас е започната през 1978 г. в НИМХ. Началото на новия етап на земеделската метеорология е поставено с руския модел „погода-урожай 1“, адаптиран за царевицата и зимна пшеница. За почвено-климатичните условия на нашата страна получените резултати бяха със сравнително висока точност и сбъдаемост. След 1990 г. работата продължи с американските модели CERES от системата DSSAT за царевицата и зимната пшеница. При верификацията на моделите се установи, че те дават много добри резултати както при прогнозиране на фенологичното развитие, така и при прогнозиране на добивите. От 1994 г. разработената методика на базата на моделите се използва за прогнозиране на фенологичното развитие и формирането на добива с оперативна информация от ежедневните наблюдения на метеорологичните и агрометеорологичните елементи, характеризиращи условията на страната. Проверката на точността на прогнозата показва, че при фенологичното развитие на царевицата и пшеницата е с отклонение от фактическите дати в границите на седем дни, а при добива в границите на 20% от измервания в зависимост от преждевременността на пресмятанията. Адаптираните за агрометеорологичните условия на България математически модели на агроecosистеми, интегрирани в агрометеорологичната информационна система в НИМХ, позволяват да се разработват различни варианти на технологични решения за управление на устойчиво земеделско производство [Славов и Александров, 1996]. По-късно в Slavov & Alexandrov [1997]; Славов и Александров [1998] се прави опит за прогноза на бъдещи климатични промени и свързаната с това промяна на агроклиматичните ресурси. През този период започва и разработването на концепции и схеми за прилагане на симулационните модели от системата за вземане на агротехнологични решения DSSAT с оглед устойчивото управление на зърнопроизводството и в частност при отглеждането на царевица за зърно при естествени условия [Славов, Александров, 1998]. Тези резултати имат само научен принос и не достигат до фаза оперативно приложение за съставяне на агрометеорологични прогностични материали.



През 2000 г. под ръководството на В. Казанджиев започва адаптирането на модела WOFOST (World Food Study) за зимна шеница, царевица, слънчоглед и соя. Първите резултати са публикувани през 2005 г. от В. Казанджиев и В. Георгиева, а оттогава до днес приложенията на този модел непрекъснато се усъвършенстват и той се използва както за научни изследвания, така и за прогнозиране на състоянието и добивите от основните типове зърнени култури, но в ограничен мащаб и по заявка на отделни потребители. Агророметорологичните прогнози за растежа, развитието и прогнозиране на добивите от зимна пшеница, слънчоглед и царевица са много важни за управлението на зърнопроизводство и за създаването на положителни практики за развитието на този сектор в България (фиг. 4.2–3).

Получени са 30-годишни норми на еталонната евапотранспирация по FAO Penman-Monteith ( $ET_0$ ) за 30 агрометорологични станции. Направено е обобщение по климатични райони. Средноденонощната  $ET_0$



**Фиг. 4.2–3.** Средна многогодишна (1971–2000 г.) динамика на: фенологичното развитие в дни (a); транспирация в  $mm/d$  (b); добив от зърно в  $kg/ha$  (c) и воден баланс на почвата в  $mm$  (d); получени с помощта на WOFOST за два типа култури (средно и малко топлолюбиви) и средни многогодишни стойности на сумата на температурите ( $t > 10^{\circ}C$ ) през вегетационния сезон в  $^{\circ}C$  (e)

за потенциалния вегетационен период март-октомври в Континентално-средиземноморската климатична област е с 0.2–0.4 mm/d по-висока от тази в Европейско-континенталната. Най-големи са разликите през летните месеци. Средноденонощните стойности варират по територията на страната. Наблюдават се максимуми при Петричко-Санданския климатичен район и климатичния район на Източна Средна България и минимума при климатичния район на хълмистите и нископланинските части на Западна България. Общите загуби на вода вследствие евапотранспирация са по-високи с около 30 mm за ПВП, 15 mm за периода април-юни и 13 mm за периода юли-август в Континентално-средиземноморската климатична област, отколкото в Европейско-континенталната климатична област [Moteva M., V. Kazandjiev, V. Georgieva, 2008].

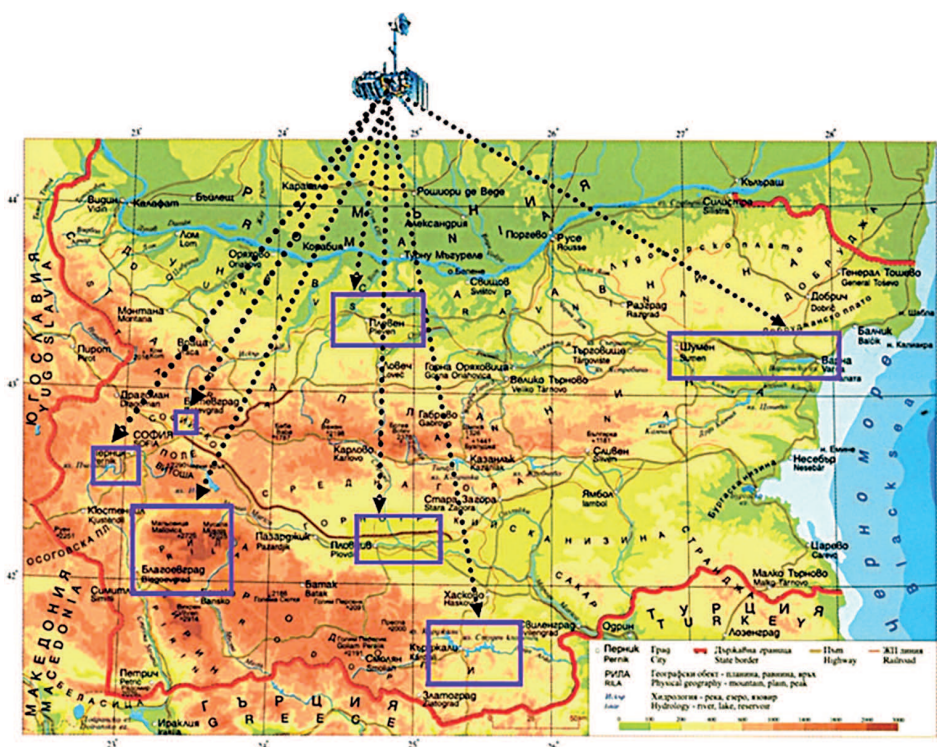
Анализиран е единичният и комбиниран ефект на метеорологичните параметри на уравнението FAO Penman-Monteith върху оценките за еталонната евапотранспирация през различни подпериоди на потенциалния вегетационен период (ПВП), свързани с физиологичното развитие на културите и тяхната чувствителност към влагата. За 30 агрометеорологични станции на територията на земеделско производство у нас е проведен еднофакторен и двуфакторен корелационен анализ. Най-силно влияние за формиране на еталонната евапотранспирация има температурата на въздуха, следвана от влажността на въздуха и скоростта на вятъра. Връзката на еталонната евапотранспирация с всяка двойка метеорологични фактори е по-силна, отколкото с всеки от тях поотделно. Изключение прави връзката на еталонната евапотранспирация с комбинацията „влажност на въздуха – вятър“. Корелацията е същата, както между  $ET_0$  и влажността на въздуха, което дава превес на значението на влажността на въздуха пред вятъра. От двойките елементи с най-силно влияние е комбинацията „температура-влажност на въздуха“, следвани от „температура-вятър“ и „влажност на въздуха-вятър“. Влиянието на метеорологичните фактори се изменя в течение на вегетационния период. През периода юли-август влиянието на температурата намалява, а се усилва влиянието на вятъра. Влиянието на влажността на въздуха е приблизително едно и също през целия вегетационен период [Moteva, Kazandjiev, Georgieva, 2008].

#### **4.2.4 Дистанционни измервания и наблюдения на състоянието на почви и посеви**

През 2011 и 2012 г. са направени детайлни оценки на климатичните промени и съответната промяна на агроклиматичните условия през периода 1961–2010 г. В тези условия на страната ни се наблюдават *тенденции, които е добре да бъдат взети предвид при определяне на съвременните условия за промишлено производство на зимна пшеница у нас* и конкретно в област Добрич. Хидротермичните условия са тези, които осезаемо влияят върху сеитбата, поникването, презимуването, растежните условия след възстановяване на вегетацията през пролетта и в крайна сметка върху добивите от пшеница. От анализа на средните температури по месеци и години за разглеждания период е разкрита тенденция на нарастване, което води до промяна в продължителността на вегетационния период в резултат на увеличените суми на активните и ефективни температури. Едновременно с това са установени показателни и съществени тенденции на намаляване на количеството на

валежите с 20–40 mm в полските райони на страната. Изключение от това са североизточните и югоизточни райони на страната, където годишната сума на валежите се е увеличила с 20–30 mm. Промяната на агроклиматичните условия се характеризира и с променени условия на презимуване, отсъствието на дебела снежна покривка, намалено ниво на влагозапасяване на почвата, увеличение на честотата на аномалиите и опасните явления. Повишаването на температурите увеличава риска от засушаване и от топлинен стрес за посевите, влошава условията за опрашване, а това изисква промяна в стратегията за управление.

През 2008 г. голям интердисциплинарен колектив от ИКИТ–БАН и НИМХ работи върху комплексната задача за създаване на концепция за научно-информационен комплекс с тематично разпределена сателитна и субсателитна база данни за тестовите площадки за аерокосмически пространства на територията на република България. Предметът на научно-информационния комплекс е да се създаде и развие специализирана база данни от тематично ориентирани данни и трансфер на техники, инструменти и технологии за дистанционно наблюдение и наблюдение на околната среда, неблагоприятни и опасни природни и антропогенни процеси и явления. Научно-информационният комплекс се използва като система, осигуряваща лесен достъп до данните, бързото им визуализиране, обработка и анализ. Той ще подкрепи научно-изследователската дейност на учени, работещи в областта на науките за земята и Центъра за космически монито-



Фиг. 4.2–4. Концептуална схема на разположението на тестовите полигони.

ринг към МВР. Комплексът ще се използва и за подобряване на обучението, предоставяно на студентите и докторантите в областта на дистанционното изследване на Земята и различни типове екосистеми, фиг. 4.2–4.

Представени са и *вероятностни оценки* за наблюдаване на определени условия като сума на активните температури за периода от възобновяване на вегетацията до изкласяване и сума на валежите по месеци, по сезони и за стопанска година и техните обезпечености през целия разглеждан период и по години. Чрез регионалния модел **ALADIN** е направена прогноза и са получени стойностите на климатичните елементи при условията на емисионния сценарий А1В до 2050 и 2070 г. С получените стойности са проведени симулации за очакваните резултати от отглеждането на зимна пшеница в страната и в област Добрич. Резултатите се отнасят за неполивни условия и непроменена сортова рамка, т.е. в симулационния модел са заложили данни за биологичните възможности на сегашните сортове. Получените резултати могат да се имат предвид при създаването на нови сортове пшеница в съответствие с очакваните климатични промени [Казанджиев и др., 2011].

Изготвена е характеристика *на хидротермичните условия на територията на страната* чрез обработка на данни от 60 климатични и агрометеорологични станции за периода 1971–2010 г. Изследвана е динамиката, тенденциите и пространственото разпределение на хидротермичния коефициент на Селянинов (*SHC*), балансът на атмосферно овлажнение, коефициентът на атмосферно овлажнение и индексът на воден стрес при пшеницата (*CWSI*) за периодите май-юни и юли-август. Използвани са регресионен анализ и програмата за пресмятане на евапотранспирацията **CROPWAT**<sup>®</sup>. Чрез модела **WOFOST**<sup>®</sup> е симулирана продуктивността на културите при поливни и неполивни условия.

Климатичните промени на територията на България са доказани чрез пространственото разпределение на разликите между нормите на метеорологичните елементи за два припокриващи се тридесетгодишни периода (1961–1990 г. и 1971–2000 г.). Изследвано е изменението на продължителността на потенциалния вегетационен период при двата плъзгащи се 30-годишни периода и са доказани условията на затопляне и засушаване. Анализирани са стресовите температурни и влажностни условия за многогодишен период чрез съпоставяне в 3×3 категории с гранични стойности на условията. Показани са карти на зонироване на пшенично производство при неограничени и лимитирани водни ресурси. Представено е зонироване на производството на соя в зависимост от термичните и влажностните условия и при комбинираното им влияние. Районирането на условията за земеделско производство разкрива съществуването на широки територии с неблагоприятни за интензивно земеделско производство райони [Kazandjiev, Moteva, Georgieva, 2010].

През 2011–2012 г. беше успешно реализиран международен съвместен проект между България и Румъния за създаване на методология за приложение на спътникови данни за оценка състоянието и продуктивността на

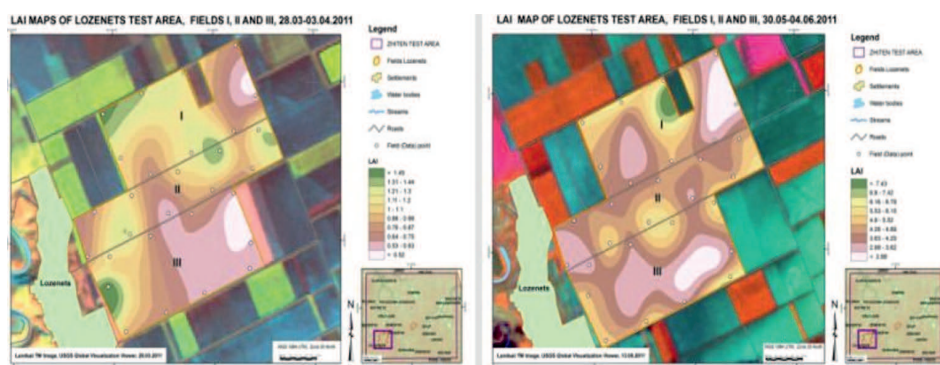




агроекосистеми. Проектът беше финансиран от BELSPO – Белгийската агенция за научни изследвания и в него участваха специалисти от Института за космически изследвания и технологии – БАН, Националният институт по метеорология и хидрология и Агенцията за метеорология на Румъния. Под ръководството на проф. Е. Руменина, ИКИТ-БАН, и проф. В. Казанджиев и целият състав на секция „Агрометеорология“ е проведен едногодишен спътников и подспътников експеримент и измервания за изследване възможностите за използване на спътникови данни с различна времева и пространствена разделителна способност (ПРС) за мониторинг на полета, засети със зимна пшеница. Конкретните обекти на изследване са полета, засети със зимна пшеница, в област Добрич. Мониторингът е проведен в рамките на проекта „Тестване за на данни от PROBA-V и SPOT-VEGETATION за земеделски приложения в България и Румъния (PROAGROBURO)“. Всички наземни и спътникови данни са въведени в създадената за целите на проекта PROAGROBURO гео-база данни за тестовия участък „Житен“, България.

На основата на проведеното изследване са *разкрити възможностите на използваните сателитни данни за провеждане на този тип специализиран мониторинг*. По-добрите геометрични характеристики на данните от SPOT 5, Landsat 5 TM, EO1-ALI и Hyperion позволяват да се очертаят границите на полетата и да се извършва мониторинг на състоянието на посевите през 15–18 дни. Подобрените качества на спектро-радиометъра PROBA-V в сравнение със SPOT-VEGETATION дава възможност да се извършва оперативен мониторинг на полета, засети със зимна пшеница, с размери над 1,5 km<sup>2</sup>. Данните от спектро-радиометъра PROBA-V могат да се използват в агрометеорологични модели, за прогнозиране на растежа на посевите и за територията на Р. България [Руменина и др., 2011].

За целта на този мащабен експеримент бяха създадени и публикувани Методически указания за тестване на данни от Proba-V и Spot-Vegetation за приложения в земеделието на България и Румъния – монография на български и английски език [Roumenina, Kazandjiev, Stancalie, 2011].



**Фиг. 4.2–5.** Пространствено представяне на стойностите на индекса на листната повърхност (LAI), определени по дистанционен път през различни фенологични фази на зимната пшеница.

#### 4.2.5 Агроклиматични ресурси и агроклиматично райониране

Климатичните промени и влиянието им върху агроклиматичните ресурси е другото направление, което се развива много интензивно, особено след 2000 г.

През 2007 г. В. Георгиева прави оценка на влиянието на климатичните промени през периода 1961–2000 г. върху почвената влажност при отглеждане на пшеница за шест почвени типа, като са получени резултати за 24 агростанции в страната [Georgieva, Moteva, Kazandjiev, 2007]. Чрез регресионен анализ са установени тенденциите на изменение на влагата към началните дати на основните фенологични фази на пшеницата. Начертани са карти на разпределението на почвените влагозапаси и промените им за 40-годишния период. Най-изявени тенденции на засушаване има в Северозападната и Южната част на страната. В Североизточна България отрицателните тенденции са по-слаби. Климатичните условия в тази част на страната и в бъдеще ще са най-подходящи за отглеждане на есенно-зимни култури. Тези резултати са предмет и на нейния дисертационен труд „Изследване на естественото облажнение на основни почвени типове за отглеждане на зимна пшеница в България“, успешно защитена през 2014 г. В публикацията на Georgieva [2015] се прави сравнение между месечните стойности на влагообезпечеността при пшеница в три почвени слоя (0–20 cm, 0–50 cm и 0–100 cm) в седем представителни за основните почвени типове станции, между два периода 1951–1980 г. и 1981–2010 г., както и анализ на тенденциите на изменението им през периода 1951–2010 г. Установено е намаление на влагозапасите в Кнежа, Новачене и Чирпан и увеличение в Царев брод през втория период, в сравнение с първия. Тенденции за намаляване на съдържанието на вода в почвата през периода 1951–2010 г. с най-голяма ниво на значимост (0.001) е наблюдавано в началото на пролетната вегетация: февруари в Кнежа за 0–20 cm и 0–50 cm, през март в станциите Кнржа и Новачене във всички почвени слоеве и в Чирпан в слоя 0–20 cm. Същите тенденции се наблюдават и през зимата в Новачене (0–20 cm) и Чирпан (0–100 cm), а през пролетната вегетация в Кнежа и Чирпан (0–50 cm). Тенденции към увеличаване са получени само за Карнобат през есенно-зимния период.

Мерките за *адаптация и устойчиво управление на земеделието*, особено свързаните с проявата на екстремни метеорологични явления и процеси – мраз и топлинен стрес, наводнения и суша, силен вятър и скъсен вегетационен период поради въздействието на метеорологични фактори (агрометеорологична суша), са съществена част от дейността по прилагането на метеорологията в земеделието и екологията.

Оценена е *влагообезпечеността на типичен чернозем* при отглеждане на пшеница в Централна Северна България за периода 1961–2000 г. и отражението ѝ върху добива. Влагообезпечеността е оценена по: 1) продуктивния воден запас към началото на основни фенофази; 2) баланса на атмосферно овлажнение (БАО) през пролетно-лятната вегетация. Изчислена е обезпечеността на метеорологичните елементи, водния запас, евапотранспирацията и добива. Установена е отрицателна тенденция на влагообезпечеността на пшеницата в района. В 75% от годините: 1) е необходимо напояване; 2) евапотранспирацията при естествено овлажнение е над 280 mm; 3) добивът е над 300 kg/ha. Коефициентът на добива към формулата на FAO е  $k_y = 1.07$  [Kazandjiev et al., 2011].

Обобщени са данните за многогодишната влагообезпеченост на пшени-

цата, отглеждана на четири подтипа чернозем – типичен, излужен, карбонатен и деградирал. Обработени са данни за валежите, температурата и почвената влажност при пшеничен посев от 11 представителни агрометеорологични станции през периода 1971–2000 г. Влагообезпечеността на пшеницата е оценена чрез продуктивния влагозапас към началните дати на главните фенологични фази. Установено е, че през октомври продуктивният воден запас при черноземите се увеличава, но не достига долната граница на оптимална влагообезпеченост. Необходимо е преди сеитба да се проведе влагозареждаща поливка, която да гарантира равномерност на поникване. При възстановяване на активната вегетация напролет, влажността в еднометровия почвен слой е около 90% от ППВ. Изчислени са средните дати на начало на поливния сезон при пшеницата за 11-те станции. Чрез процедура ANOVA е установено, че станции Бъзовец и Исперих не са аналози на никоя от останалите станции, а станции Грамада и Кнежа са представителни за всички станции с изключение на посочените две. Предложени са регресионни уравнения за прогнозиране на продуктивния воден запас по сумата на валежите и отношението на валежите и потенциалната евапотранспирация на пшеницата при възстановяване вегетацията напролет и изкласяване [Georgieva, Kazandjiev, Moteva, 2010].

Изследвани са *водния дефицит през време на най-чувствителните фази по отношение на водата* при царевични посеви в България – изметляване-изсвиляване и изсвиляване-млечна зрялост. Анализирани е климатичната влагообезпеченост на царевица за зърно, отглеждана на четири типа черноземи в Северна България – типичен, излужен, карбонатен и деградирал. Обработени са данни от периода 1971–2000 г. от 9 представителни агрометеорологични станции.

Почвената влажност на коренообитаемия почвен слой е определяна по гравиметричния метод през 10 дни. Влагообезпечеността на царевицата е оценена чрез динамиката на общия воден запас в почвените слоеве 0–20 cm, 0–50 cm и 0–100 cm през потенциалния вегетационен период април-септември. За всяка станция е определен периодът на задържане на влажността в почвата в рамките на леснодостъпната над 80% от ППВ. Определени са средните дати на началото на поливния сезон, т.е. датите на понижаване на почвената влажност под долната граница на оптимална влагообезпеченост. В рамките на 30-годишните редици е определена обезпечеността на почвения влагозапас във всяка станция. Предложени са регресионни уравнения за прогнозиране на леснодостъпния воден запас към момента на изметляване въз основа на сумата на валежите за есенно-зимния период октомври-март. В резултат на изследването е установено, че фазата на поникване е средномногогодишно влагообезпечена с влажност над 80% от ППВ в еднометровия почвен слой. Леснодостъпният воден запас при типичен и излужен чернозем се изчерпва през първата десетдневка на юни, при карбонатен и деградирал чернозем – през втората на юни. Това са десетдневките, през които трябва да започне напояването. Чрез процедурата ANOVA е установено, че станции Кнежа, Силистра, Ген. Тошево и Царев брод са представителни за всички останали към момента на сеитбата; Кнежа, Образцов чифлик, Силистра и Ген. Тошево са представителни за всички останали към момента на изметляване. Съществуват и други двойки станции, които са взаимозаменяеми.

Важен момент в процеса на изследването на климатичните промени и

тяхното отражение върху агроклиматичните ресурси на страната е осъществяването на съвременно агроклиматично *райониране на земеделското производство*. Приносът в тази насока се състои в препоръки за оптимално използване на естествените възможности на климата и оптимизиране производството на различните типове култури не чрез прилагането на механичен принцип, а чрез обосновка на съответствието между реалните условия и изискванията на селскостопанските култури за постигане на максимално възможни резултати.

Изследването потвърждава направените в началото на XX век изводи, че България е разположена в зона с недостатъчно овлажнение и напояването е задължително мероприятие за получаване на високи и устойчиви добиви. Най-неблагоприятни хидротермични условия, в зависимост от разхода на вода от почвата чрез евапотранспирацията, съществуват в Южния централен район и в южните части на Югозападния район. Най-благоприятни са условията в Североизточния район на България. Тридесетгодишните тенденции (1971–2000 г.) на индекса на Де Мартон и на еталонната евапотранспирация са индикация за бъдещо затопляне и засушаване на климата в нашата страна. Най-големи за тридесетгодишния период са промените в Северния централен район, а най-малки са промените в Североизточния район за планиране. Високи добиви от пшеница при неполивни условия могат да се очакват при стойности на индекса на Де Мартон над  $30 \text{ mm}/^{\circ}\text{C}$ . Условията за отглеждане на есенни и пролетни зърнени култури при естествени условия постоянно се влошават и през втората половина на настоящия век устойчивото управление на земеделието ще бъде немислимо без изкуствено напояване. Това ще изисква все по-настойчиво усъвършенстване на поливните технологии чрез включването им в прецизни, компютърно базирани системи, които непрекъснато да провеждат контрол на средата и да използват само необходимото количество вода.

### **4.3 Съвременни научни и научно-приложни хидроложки изследвания**

Съвременните научни и научно-приложни хидроложки изследвания са посветени на решаването на нови и актуални проблеми, свързани с оценката и управлението на водните ресурси, и с ангажиментите на НИМХ по Закона за водите, Закона за защита при бедствия, в подкрепа на докладването на Република България по директивите за водите и към Европейската Агенция по околна среда, и др. Като научно-изследователска институция с отговорности, НИМХ развива съвременните си научни и приложни изследвания в посока на: (1) оценка на ресурсите на повърхностните и подземни води в регионален и национален мащаб; (2) оценка на наносния отток и русловите процеси; (3) хидроложко моделиране и приложението му за различни задачи – воднобаланси и ресурсните оценки, прогнозиране на разливите, анализ на влиянието на климатичните промени, приложение на концептуални и стохастични модели; (4) оценка на заплахата и превенцията на наводненията; (5) оценка на засушаването и маловодието; (6) изучаване на пресъхващите реки; (7) след 2010 г. (и вливането на Института по водни проблеми в НИМХ) се извършват и водностопански изследвания, изследвания в областта на хидравликата на водни системи и хидрометрията; (8) в областта



на рационалното управление на язовирите в България, с цел превенция на риска от наводнения, обезпечаване на екологичния отток и приоритетни водопотребители; (9) оценка на влиянието на климатичните промени върху водните ресурси и уязвимостта на водоснабдяването; (10) в подкрепа на управлението на речните басейни и комплексните водостопански системи в условията на климатични промени и екстремни явления, реализирането на мерки за адаптиране към изменението на климата и др.

Научните изследванията се отличават със своята обхватност и интердисциплинарност. Извършват се в сътрудничество с национални и международно институции, по проекти. Резултатите от изследванията са свързани с развитието на научно-оперативната дейност и в подкрепа на реализирането на Рамковата директива за водите (РДВ), Плановете за управление на речни басейни (ПУРБ), Плановете за управление на риска от наводнения (ПУРН) и засушаване, и управлението на водите на национално и басейново ниво.

Нов етап в развитието на хидроложките изследвания са разработките за **оценка на повърхностните и подземните водни ресурси на България за целите на управлението.**

Първото по рода си цялостно изследване на водните ресурси на България и възможностите за тяхното използване е извършено в *“Генерални схеми за използване на водите в районите за басейново управление в България”* (2000 г., ръководител: О. Сантурджян, Институт по водни проблеми) – фиг. 4.3–1. Съгласно параграф 14, (2) от ЗВ, до разработването на ПУРБ, следва да се изготвят генерални схеми за използване на водите на речните басейни, които да послужат за издаване на разрешителни за водоползване [Сантурджян, 2003; Спасов и др., 2003; Николова и др., 2003].

Върху разработката работят експерти от Институт по водни проблеми (ИВП), НИМХ, Геологически институт, Университет по архитектура строителство и геодезия, Институт по хидротехника и мелиорации и др. – общо над 100 човека.

Количествената оценка на повърхностните водни ресурси е една от най-



Фиг. 4.3–1. Генерални схеми на районите за басейново управление в България, 2000.

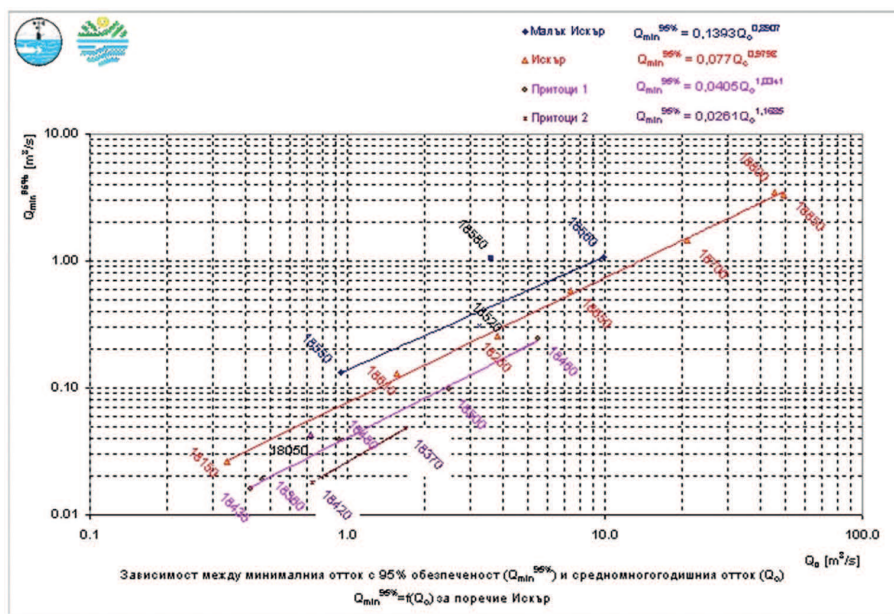
важните задачи. Хидролозите на НИМХ генерират редици с месечните стойности на естествения отток в множество възли от всяко поречие, чийто брой далеч надхвърля този на хидрометричните станции, методичен ръководител е Стр. Герасимов [Герасимов и Божилова, 2003].

Обосновката на представителен период стъпва на становището на СМО и обоснования за нашата страна базов период за климатични и хидроложки оценки 1961–1990 г. Отчетени са и хидропроцесите в България и засушаването през 1992–1995 г. Генерираните редици на оттока за всички пунктове са разработени за 1961–1998 г. Оцененият общ отток за страната за периода е  $19433 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .

Експертите на НИМХ оценяват и наносния отток [Гергов, Г., Карагъзова, Цв., 2000] и качество на водите [Цанков, К., Нинов, Пл., 2000]. Учат в оценката на експлоатационните ресурси на подземните води на България [2000; Спасов и др., 2003].

Целта на разработката „Определяне на средни, минимални и максимални водни количества с различна повторяемост“ (2004 г., възложител МОСВ, ръководители: Д. Димитров и Стр. Герасимов) е създаването на инструмент за пространствена интерполация и екстраполация на характеристики на оттока с различна повторяемост за нуждите на управление на водите и постигане екологичните цели на РДВ. При регионализацията и картирането е обърнато особено внимание на характеристиките на минималния отток, който има определящо значение за екологичното състояние – фиг. 4.3–2.

Концепцията за пространствена интерполация е базирана на районни зависимости на оттока с основни хидрографски характеристики. Тя е предпочетена пред представянето на характеристиките на оттока чрез изолинии и контурни карти, пред вид физическата същност на оттока, реализиращ



Фиг. 4.3–2. Зависимост между минималния отток с 95% обезпеченост и средногодишния отток за поречие Искър.

се в речни течения, а не като пространствено хомогенна характеристика. Определени са средномногогодишните водни количества за периода 1961–2002 г. за регистрирания и възстановен естествен речен отток. Оценени са минимални и максимални количества с различна повторяемост. Създаден е компютризиран справочен инструмент, базиран върху Географска информационна система.

Оценката на водните ресурси в НИМХ продължават и в „Използване на водите и водностопански баланси на поречията Струма, Тунджа, Камчия, Огоста и западно от Огоста“ (2006 г., възложител: МОСВ, ръководител: О. Сантурджиян, ръководитли по поречия: Е. Монеv, И. Илчева, Кр. Николова, Ст. Янчева).

Изследванията на НИМХ и ИВП са основополагащи за оценката на водните ресурси и база за първите издадени разрешителни и първите Планове за управление на речните басейни в България.

В този период в НИМХ се извършва и цялостно изследване на **наносния отток, русловите процеси, температурния и ледови режим** в България [Гергов, Карагьозова, 2002а, 2002б].

Хидрометричните станции, на които се измерва наносният отток на реките в България, наброяват 106 (2000 г.) при средна гъстота 1 бр. на 1047 кв.км. Докато средната гъстота на действащите станции за водния отток е 1 бр. на 539 кв.км [Гергов, 1997]. В 61 от „наносните“ станции в течение на повече от 20 години са набирани проби за определяне на гранулометричния състав на плаващите наноси [Гергов и др., 1991].

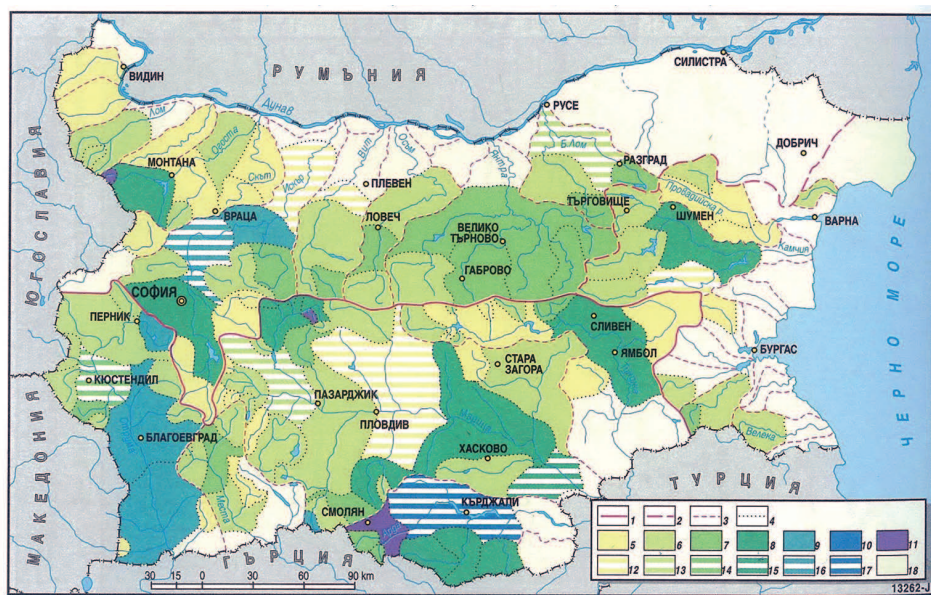
Допълнително организирани лабораторни обработки на наносните проби, набирани в течение на 5 години, позволяват да се определи специфичното тегло на плътна суха проба от плаващите наноси [Гергов, 1992]. Едновременно с това се определя и сумарното съдържание на органични вещества.

По-голямата част от „наносните“ хидрометрични станции в България работят пълноценно и без прекъсване в периода от 1958–1960 г. до 1998 г., поради което периодът 1961–1990 г. е избран като основен и представителен. Той съвпада с референтния климатичен период, препоръчан от СМО.

Анализът на хидрографите на водните количества за отделни пунктове от хидрометричната мрежа разкрива, че в периода 1961–1990 г. е регистрирана пълна фаза на повишена водност на реките до 1980–1981 г. и фаза на продължително и задълбочаващо се маловодие, определено като засушаване, обхващащо периода до 1995 г., а с прекъсвания – до 2000 г. Така се оформят два разчетни периода – многоводен 1961–1980 г. и маловоден – от 1981 до 1995 г.

За всеки от посочените периоди (1961–1990, 1961–1980; 1981–1995 г.) и за целия период от наблюдения и измервания 1960–2000 г. са определени основните статистически параметри на наносния отток за всички хидрометрични станции в страната. Определени са: общата мътност на плаващите наноси, месечните и годишните стойности на плаващото наносно количество, максималните стойности, сумарното годишно количество на наносния отток, процентното месечно разпределение и вътрешногодишното разпределение на плаващия наносен отток, двойните сумарни криви на наносния отток съвместно с водните количества за разкриване на трайни нарушения в хидроложкия режим, многогодишните кумулативни криви за изучаване на тенденциите, и др.





Диференциален модул на плаващия твърд отток на реките за периода 1961-1995. Автори: Г. Гергов, Цв. Карагьозова. 1 – главен вододел; 2 – второстепенен вододел; 3 – граница на водосборния басейн на главна река; 4 – участък от речен басейн до ХМС с наблюдения;

5-11 – Увеличение на интензитета на ерозионните процеси (MR(S) - т/год./км<sup>2</sup>):  
 5 – от 0 до 50; 6 – от 51 до 120; 7 – от 121 до 200; 8 – от 201 до 400;  
 9 – от 401 до 700; 10 – от 701 до 1000; 11 – над 1000;

12-18 – Увеличение на интензитета на акумулационните процеси (MR(S) - т/год./км<sup>2</sup>):  
 12 – от 0 до -50; 13 – от -51 до -120; 14 – от -121 до -200; 15 – от -201 до -400;  
 16 – от -401 до -700; 17 – от -701 до -1000; 18 – участък от речен басейн без наблюдения.

**Фиг. 4.3–3.** Диференциален модул на плаващия твърд отток на реките за периода 1961–1995, Автори Г. Гергов, Цв. Карагьозова [2002a]; 5-11 Увеличение на интензитета на ерозионните процеси; 12-18 Увеличение на интензитета на акумулационните процеси.

Систематизираните резултати за твърдия отток от анализа на временните редици разкриват характерни особености. Общият модул на плаващия отток на реките в България се изменя най-често от 10–15 до 300–400 т/год. кв.км. Неговата средна стойност за територията на страната е 125 т/год. кв.км, а средната височина на отмития почвен слой – 0,079 мм/г. – фиг. 4.3–3.

В екологичен аспект същата информация се използва за проучвания на условията за развитие на речната биота или в качеството ѝ на интегрален индекс за развитието на почвената ерозия.

На основата на систематизацията на типовете речни форми в резултат на русловите процеси е извършена класификация на речната мрежа в страната – фиг. 4.3–4.

От анализа на картата могат да се направят няколко обобщени извода. Най-голямо разпространение в речната мрежа имат мезоформите (67,7% от цялата мрежа), т.е. това са участъци, в които се развиват дънни речни форми и ограничени планови изменения в границите на тесни речни долини или в условията на антропогенни въздействия. Особеностите на този тип руслови процеси изискват при изграждането на помпени станции, водохващания, основи на мостове и др. да се определя дълбочината на циклично повтарящите се изменения на речното дъно [Гергов, Карагьозова, 2002a].

В условията на пресечения планински и хълмист релеф и тесни, дълбоки





Класификация на речната мрежа в зависимост от типологията на русловите процеси (по Гергов, 1974).  
 1 – свободно меандрираща река; 2 – ограничено меандрираща река; 3 – немеандрираща река.

**Фиг. 4.3–4.** Класификация на речната мрежа в зависимост от типологията на русловите процеси, Автори Г. Гергов, Цв. Карагъзова [2002a]: 1 – свободно меандрираща река; 2 – ограничено меандрираща; 3 – немеандрираща.

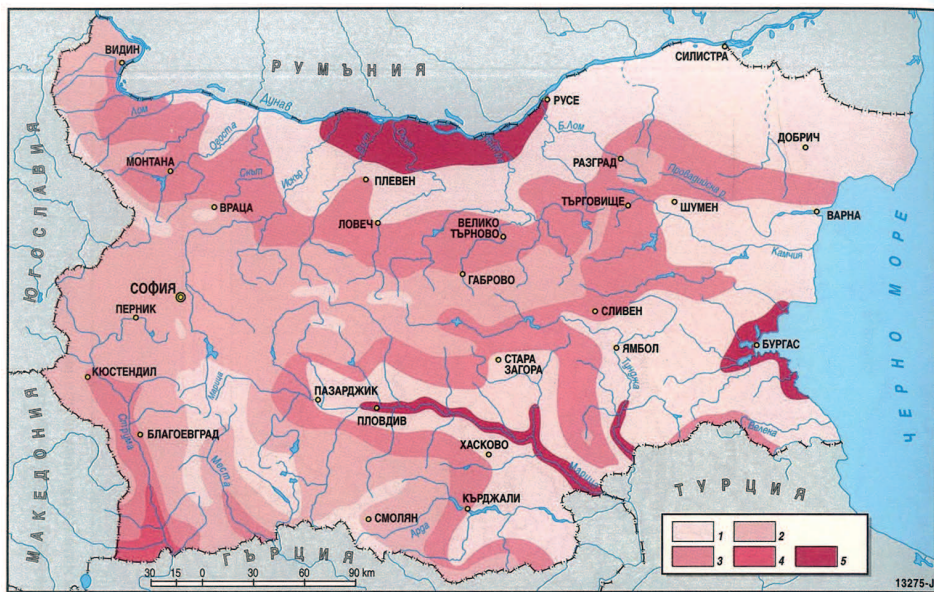
долини, голямо разпространение имат участъци с ограничен тип меандриране (13,6%) с „пълзящи“ речни лъки и пясъчни коси. За обезопасяване на населените места са достатъчни брегоукрепителни мероприятия.

В 9,8% от общата дължина на речната мрежа се развива блуждаене на речното течение, наблюдаващо се обикновено в зоната на поройните конуси. Тяхното развитие се характеризира с големи внезапни планови и дълбочинни изменения, което създава опасни ситуации за околните селища и съоръжения.

Най-малко разпространение в България (8,9%) имат речните участъци, в които се развива свободно меандриране на реките. То заема цялата ширина на заливната речна тераса в равнинните участъци, наречен „пояс“ на меандриране. За ограничаване на големи деформации се налагат корекционни съоръжения.

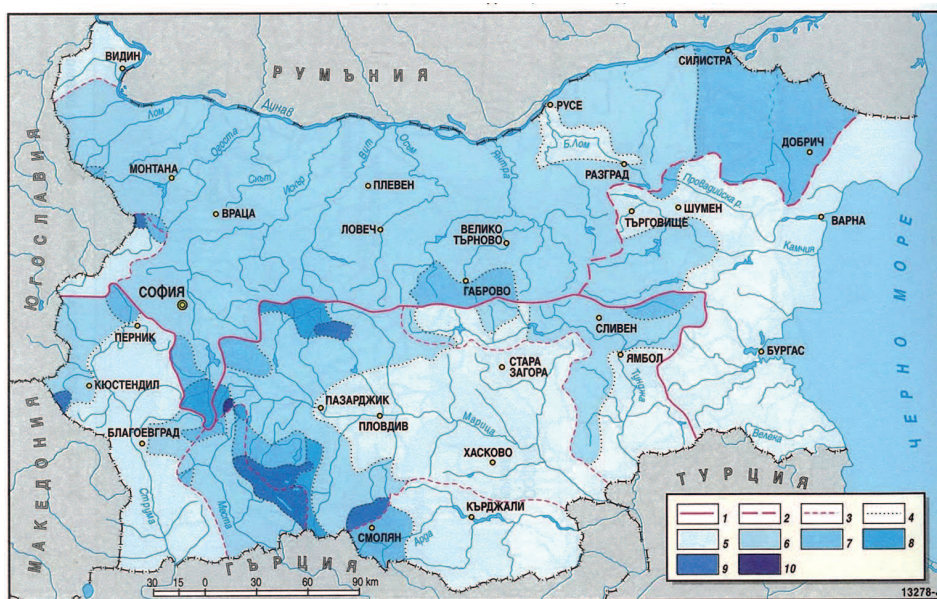
Гергов и Карагъзова [2002b] създават информационна банка с данни от началото на редовни измервания на температурата на водата и редица други хидрологични данни, което позволява да се разработват регионални зависимости или да се правят обобщения за цялата територия на страната. Извършват географско зонироване по температура на водата в речните участъци – фиг. 4.3–5 и на ледовите явления – фиг. 4.3–6.

Съвременните изследвания на наносния отток се реализират по проекти и с международно сътрудничество. Така например в рамките на проект: „Седименти на р. Дунав – управление на седиментите на р. Дунав – възстановяване на седиментния баланс на р. Дунав“ (Danubiesediment), 2019 г., по ITERREG Danube, с ръководители: Цв. Карагъзова, Пл. Нинов.



**Зониране на територията по средните температури (°C) на речните води**  
 Автори: Г. Гергов, Цв. Карагюзова.  
 1 – от 4 до 6; 2 – от 6 до 8; 3 – от 8 до 10; 4 – от 10 до 12; 5 – над 12.

**Фиг. 4.3–5.** Зониране на територията по средните температури (°C) на речните води, Автори Г. Гергов, Цв. Карагюзова [20026].



**Среден брой на дни с ледови явления за периода 1960/61-1989/90 г.** Автори: Г. Гергов, Цв. Карагюзова.  
 1 – главен вододел; 2 – второстепенен вододел; 3 – граница на водосборния басейн на главна река; 4 – участък от речен басейн до ХМС с наблюдения; 5 – от 0 до 15; 6 – от 16 до 30; 7 – от 31 до 45; 8 – от 46 до 60; 9 – от 61 до 90; 10 – от 91 до 120.

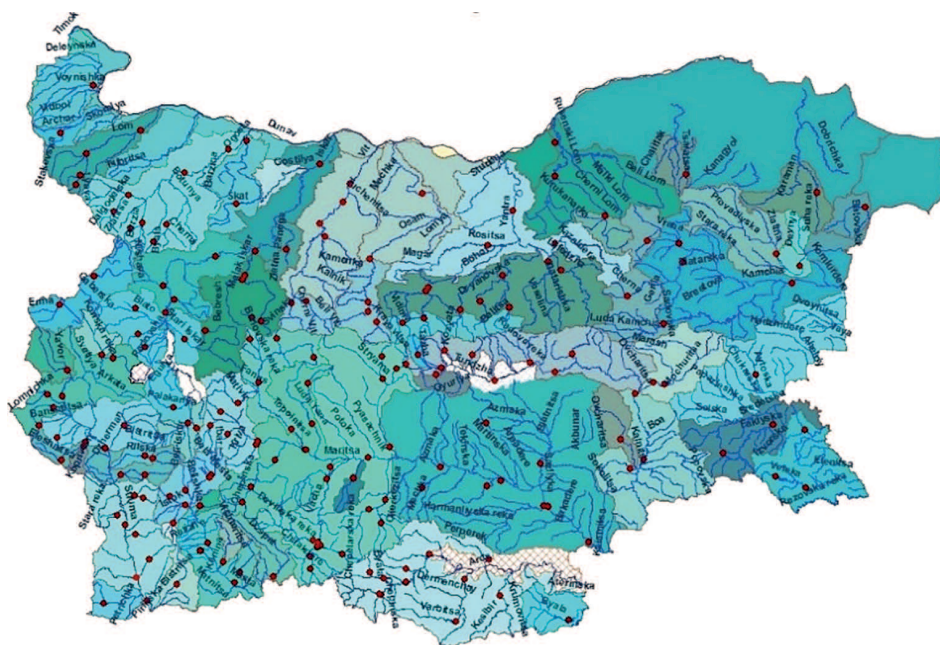
**Фиг. 4.3–6.** Среден брой на дни с ледови явления за периода 1960/61–1989/90, Автори Г. Гергов, Цв. Карагюзова [20026].



В рамките на проекта е извършен цялостен баланс на наносния отток на р. Дунав както в миналото, така и по настоящем, отчитайки човешкото въздействие във водосбора на Дунав. Оценявайки въздействието върху наносния транспорт, са предложени решения за възстановяване на екологичното състояние, свързано с наносния транспорт и намаляване на негативното въздействие на ерозионните процеси.

Последните години бележат **нов етап на съвременните хидроложки изследвания**. Според Закона за водите НИМХ е научно-изследователската институция, отговаряща за оценката на ресурсите на повърхностните и подземни води в регионален и национален мащаб [Ninov et al., 2014, 2017; Karagiozova et al., 2017].

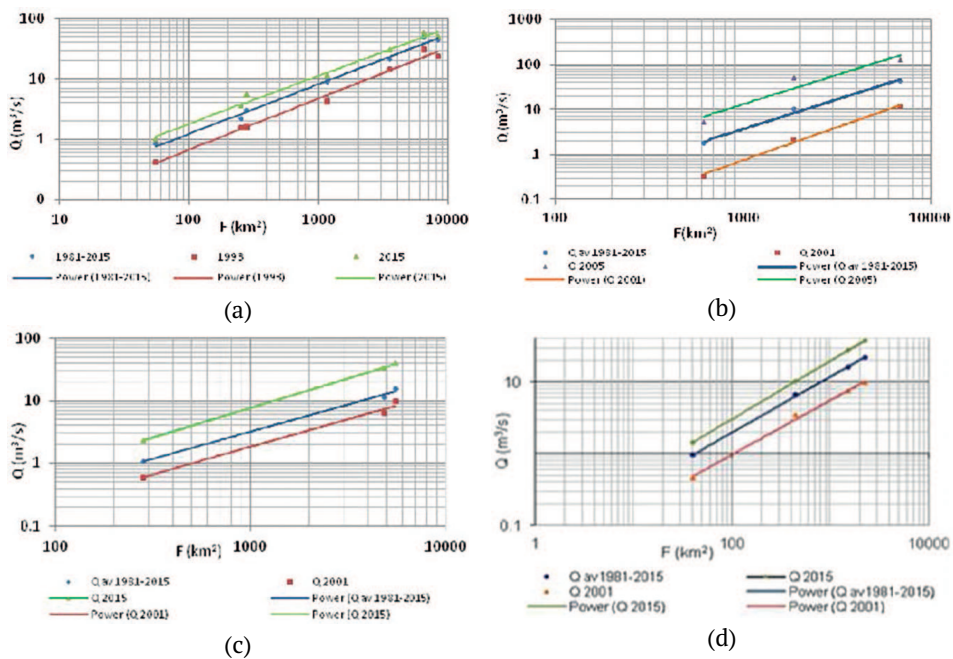
Ресурсът на повърхностните води от категория „реки“ се определя въз основа на информация от хидрометрични станции от мониторинговата система на НИМХ, която регистрира реално протичащото водно количество. Мониторинговата мрежа на НИМХ за повърхностни води, към момента, се състои от 200 хидрометрични станции – фиг. 4.3–7.



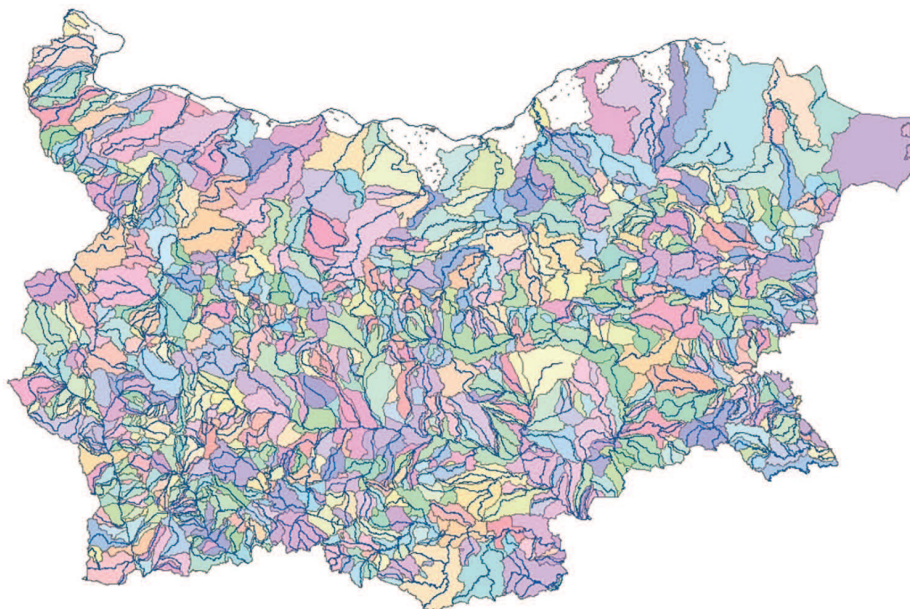
**Фиг. 4.3–7.** Карта на България с еднородни хидроложки региони и хидрометрични станции, използвани за оценка на ресурса.

Някои характерни годишни и многогодишни регионални зависимости, разположени в различни географски региони, са демонстрирани на фиг. 4.3–8.

Разработените в НИМХ методични подходи се прилагат при оценка на водните ресурси в годишен или многогодишен разрез не само на национално ниво, но и на ниво водосбор, под-водосбор, повърхностни водни тела (фиг. 4.3–9) или конкретни участъци, свързани с специфична потребност.



Фиг. 4.3–8. Регион във водосбора на: (а) р. Огоста; (б) р. Янтра; (с) р. Тунджа; (д) р. Места.



Фиг. 4.3–9. Карта на повърхностните водни тела в България.



За България нормата на оттока е около  $18 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , определена за период след 1960 г. Изследванията на водните ресурси на България от 1961 г. до наши дни не показва отчетлива тенденция на изменение.

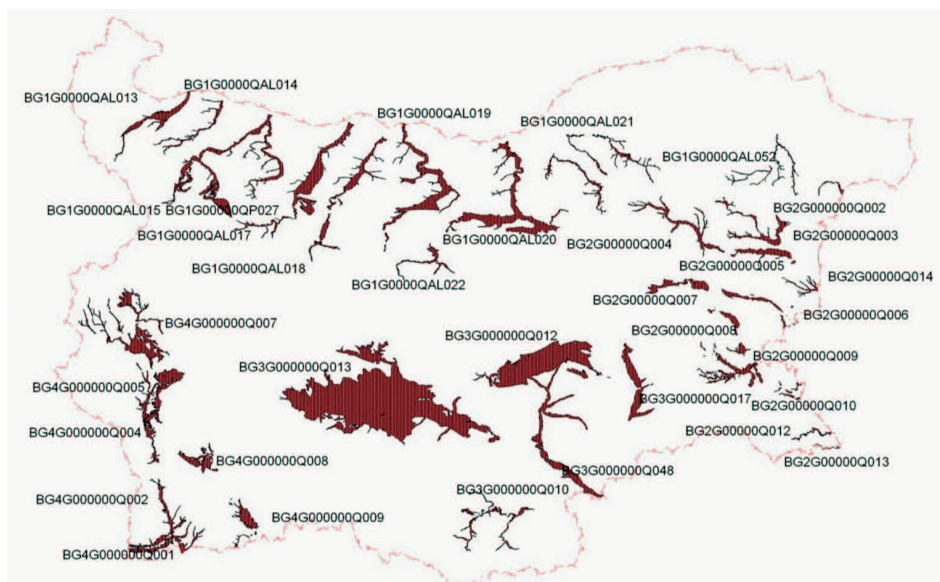
Оценката на ресурсите по водни тела (ВТ) са приложение за целите на БД – „Подход за анализ на натиска и въздействието от антропогенните дейности свързани с водоземане от повърхностните води“.

В областта на **съвременните изследвания на подземните води** следва да се отбележи обобщаващата разработка на Димитров и Мачкова „Количествени характеристики на подземните води за периода 1980–1996 г.“, възложена от МОСВ. Множество публикации на статии, свързани с подземните води, излизат в списанието на НИМХ (В)МН през годините.

Нов етап в историята на хидрогеоложката дейност в НИМХ започва през 2000 г., когато между НИМХ и МОСВ се сключва споразумение за използване на информацията от режимните наблюдения за определяне на ресурсите от подземни води в страната. През 2010 г. с допълнения към Закона на водите (ЗВ, доп. 2010 г.) НИМХ се определя като основна и единствена организация, отговаряща за количественото състояние на подземните води, което включва следните дейности: извършва мониторинг на подземните води, подготвя ежегодна оперативна оценка на естествените ресурси на подземните води и извършва оценка на количеството на водите в подземните водни тела.

За изпълнение на част от тези дейности, МОСВ одобрява през 2011 г. „Методика за определяне на ресурсите на подземните водни тела с отчитане на изменението на климатичните фактори и необходимия за изпълнението на мониторинг на количеството на водите“, създадена от експерти на НИМХ съвместно с екип на Геологически институт на БАН (ръководители: Д. Димитров и Ал. Бендерев).

На фиг. 4.3–10 е дадена карта на водните тела в терасите на реките.



Фиг. 4.3–10. Карта на водните тела в терасите на реките [Методика за определяне на ресурсите ..., 2011].



Фиг. 4.3–11. Национална хидрогеоложка мрежа.

В днешно време в хидрогеоложката мрежа за количествен мониторинг се наблюдават 452 пункта – извори, кладенци и артезиански кладенци (фиг. 4.3–11).

В организационно отношение мрежата има следната структура – централно управление в гр. София и четирифилиални подразделения в гр. Плевен, гр. Пловдив, гр. Варна и гр. Кюстендил. Всеки от филиалите е разделен на хидроложки и хидрогеоложки участъци. Настоящата оперативна хидрогеоложка дейност, извършвана в НИМХ, се състои основно в поддръжка и актуализиране на мрежата за количествен мониторинг на подземни води, анализиране и систематизиране на информацията получена от мониторинга в база данни. От съществено значение е и модернизацията. Поетапно в годините се автоматизираха 70 бр. кладенци и 6 извора, оборудвани с автоматични записващи устройства. Постепенното автоматизиране на мониторинговата мрежа в значителна степен подобрява получаваната информация за количественото състояние на подземните води. Поетапно през годините са актуализирани и определени точните надморски височини на всички мониторингови пунктове от мрежата.

След 2012 г. с цел подобряване работата на експертите в Басейнови дирекции и МОСВ, НИМХ подготвя *справочно издание за нуждите на оперативното звено в МОСВ с характеристики на променливост на пресните подземни води за всеки район на басейново управление*. Едновременно с това, НИМХ изготвя статистически оценки за количеството на подземните води на база хидрогеоложката информация, получената от мрежата за мониторинг, като тези оценки се докладват пред ЕАОС и Евростат. Ежегодно НИМХ подава информация за количеството на подземните води в трансграничните подзем-

ни водни тела с Румъния. Дейността е свързана и с изготвянето на месечен хидрометеорологичен бюлетин и годишна оценка на подземните води.

Досегашният опит на хидрогеолозите в НИМХ показва, че за множество подземни водни тела, включително и такива, които са в риск по отношение на количественото си състояние, е невъзможно да се определи естествено подхранване по приетата „Методика за определяне на ресурсите ...“ [2011] и с наличната база данни.

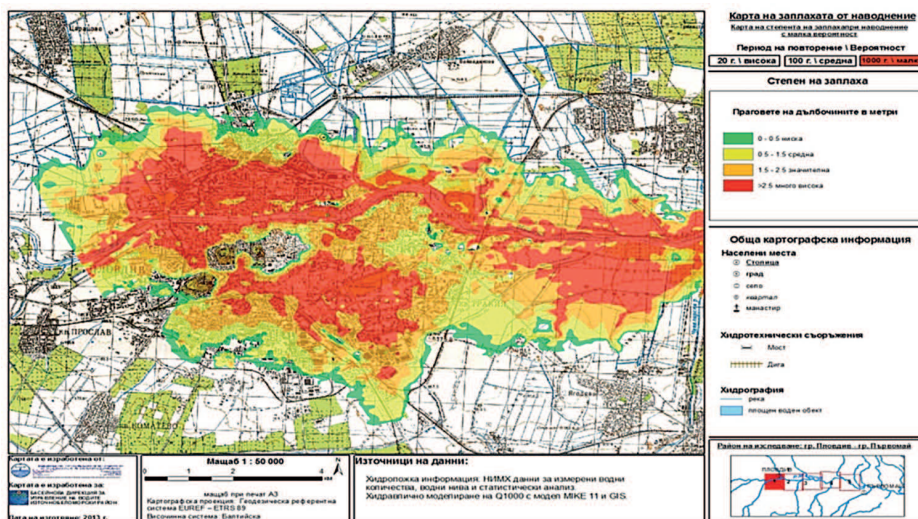
Разработена и внедрена е методика от инж. М. Иванов за оценка на естествените ресурси чрез валежен грид, която се използва успешно в последните години. Кратък обзор на прилаганите от колектива на НИМХ методи за определяне на естествените ресурси на подземните води е направен в разработката [Иванов и др. 2020]. Друг пример са проведените полеви изследвания в района на Софийското поле за определяне на коефициента на водоотдаване на кватернерните отложения през 2016 г.

Продължава работата по различни проекти, свързани с нови направления и подходи за изучаване на подземните води, като например прилагане на изотопни методи.

За целите на **Плановете за управление на риска от наводнения** (ПУРН) в България, в НИМХ (с участието на широк кръг от експерти) се разработва „Методика за оценка на заплахата и риска от наводнения, съгласно изискванията на Директива 2007/60/ЕС“, 2013. (Методика ..., 2013; <https://www.moew.government.bg/bg/vodi/>) – фиг. 4.3–12.

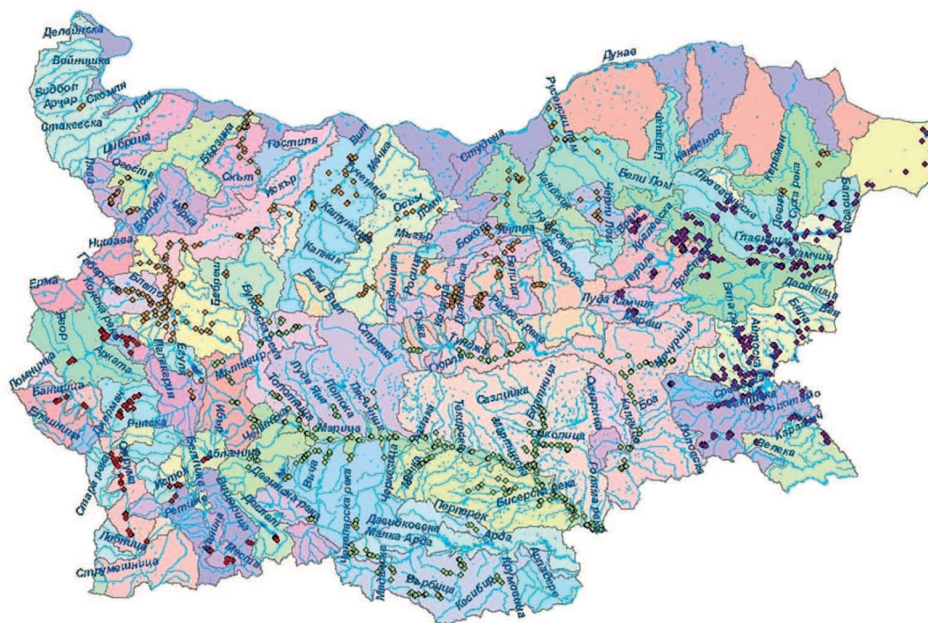
За реализиране на самите ПУРН в момента се работи по проект: „Хидрологични услуги за развитие на Планове за управление на риска от наводнения“, 2019, финансиран по Оперативна програма Околна среда на ЕС. НИМХ извършва хидрологични анализи и определяне на характерни високи води във всички зони с риск от наводнение (ръководители: Нинов и Карагъзова).

В световната практика съществуват два основни методични подхода за



Фиг. 4.3–12. Карта на степента на заплаха в зависимост от дълбочината на заливане при симулирано водно количество Q100.





**Фиг. 4.3–13.** *Хомогенните региони за формиране на максималния отток на територията на България.*

определяне на водни количества в необхванати от мониторинг участъци: регионализация по характерни водни количества в зависимост от физико-географските фактори и балансов подход. При хидроложки анализ и определяне на максималните водни количества с определена обезпеченост е приложен регионализационен подход за определяне на еднородни хидроложки райони за формиране на максималния отток.

При поречия със специфичен режим на формиране на максималния отток и наличие на мониторингова станция е използван и методът на аналогията.

Регионализационният подход се базира на корелативните връзки между характерните водни количества (в случая годишните максимуми към хидрометричните станции) и някои от основните характеристики на водосборните басейни. Тези връзки се установяват след анализ и обосновка.

Използваната регресионна връзка между максималния отток в реките и площта на водосбора, който го формира, е доказано подходяща при трансфер на информация в ненаблюдавани пунктове в множество разработки. За допълнително прецизиране и анализ на регресионните връзки е използвана информация от закрити и замразени станции от хидрометричната мрежа с по-къси редици, но внасящи допълнителна яснота за райони с по-малък брой хидрометрични станции.

За еднородните региони в България, при приложения подход, регресионният коефициент  $R^2$  е много висок (обикновено над 0.90), което говори за надеждност на получените резултати. В рамките на проекта е извършена:

- Регионализация за цялата територия на България за определяне на характерни максимални водни количества с вероятност 0,1% (период на



повторение 1000 години), 1% (период на повторение 100 години) и 5% (период на повторение 20 години);

- Определяне на характерни максимални водни количества с вероятност 0,1% (период на повторение 1000 години), 1% (период на повторение 100 години) и 5% (период на повторение 20 години) за не наблюдавани водни участъци в зоните с риск.

След 2010 г. и вливането на **ИВП** в НИМХ научните и научно-приложни изследвания се обогатиха с нови направления и разработки. Понастоящем в департамент „Хидрология“ се развиват **водностопански изследвания и изследвания в областта на хидравликата на водни системи и хидрометрията** [Ilcheva et al. 2015a; Nigolov et al., 2014; Yordanova et al., 2017; Marinski et al., 2017; Marinov, 2015 и др.].

Научно-изследователските приоритети са насочени към решаването на актуалните задачи, свързани с отговорностите на НИМХ по ЗВ и РДВ: управление на речните басейни и водностопанските системи в условията на климатични промени и екстремни явления; управление на риска от наводнения и засушаване; оценка на ресурсите с отчитане на антропогенната дейност, реализирането на мерки за адаптиране към изменението на климата, и др.

Екипната работа на хидролози, метеоролози и управленци доведе до разработването на нови подходи за интегриран анализ за целите на РДВ и Натура 2000 [Ilcheva et al. 2019; Маринов и др., 2012; Mitigation vulnerability... 2014, Zaharieva et al., 2012]. Резултатите от изследванията се прилагат успешно в подкрепа на МОСВ, Басейновите дирекции, и др. при управлението на национално и басейново ниво („Оперативни водобалансови оценки“, по споразумението на НИМХ с МОСВ 2011–2017, ръководител И. Няголов; „Актуализация на ползваните данни за притоците в язовирите от Прил. 1 на Закона за водите за нуждите на годишните графици за използване на водите им“, по споразумението с МОСВ, 2015 и 2017 г., <https://www.moew.government.bg/bg/vodi/povurnostni-vodi/povurnostni-vodni-tela/>; „Оценка за тенденциите на изменението на водните ресурси, при различни сценарии за изменение на климата -- пилотна оценка за поречие Струма“, Сн. Балабанова, И. Илчева, по споразумението с МОСВ, 2012, и др.).

Специфична част от изследванията е свързана с рационалното управление на язовирите в България с цел превенция на риска от наводнения, обезпечаване на екологичния отток и приоритетни водопотребители, аспекти на сигурността и др. [Niagolov et al., 2014; Ilcheva et al., 2015b; Yordanova, Ilcheva, 2019; Тасев и др., 2017].

По поръчка на МОСВ в НИМХ са разработени и приети като национални две методики: (1) *Методика за определяне на обеми в язовирите по Приложение 1 от ЗВ за поемане на очакван приток*; и (2) *Методика за определяне на свободни обеми в язовирите преди пълноводие и преди високи вълни и на лимити за изпускане на водите от тях* (за малките язовири), 2011-2012. Методиките разглеждат проблеми на управлението, свързани с източването и напълването на язовирите, намаляване на риска от наводнения след тях, както и задоволяването на водоползвателите, според техните приоритети по ЗВ [<https://www.moew.government.bg/>; Сантурджян и Йончева, 2015].

Понастоящем методиките се прилагат в практиката за МОСВ, като през 2019–2020 г. проф. О. Сантурджян разработва правила за управление на яз.

„Александър Стамболийски“, яз. „Жребчево“, яз. „Студена“ и яз. „Тича“.

Към превенция на наводненията с отчитане ролята на язовирите е насочено и изследването на [Царев и др., 2019]. Усъвършенствани са: хидроложкото моделиране, софтуерни приложения и изчисления при преливане на язовири за басейна на Арда. Извършеното надгражда разработеното в рамките на проекта ARDAFORECAST [Artinyan et al., 2016].

Проектът DAMSAFETY (2011–2013 г., ръководител: Пл. Нинов) също е свързан с превенция на наводненията чрез разработване на стандартизиран подход за оценка на риска и управление на малките язовири на основата на най-добрите европейски практики.

Работата в това направление продължава, като понастоящем се работи в рамките на проекта *„Интегрирани действия за съвместна координация и реагиране при риск от наводнения в трансграничната зона“* (ръководител: Пл. Нинов).

Друг аспект на хидроложките изследванията е **интегрираното управление на водните ресурси**, оценката на засушаването и маловодието в подкрепа на целите на РДВ.

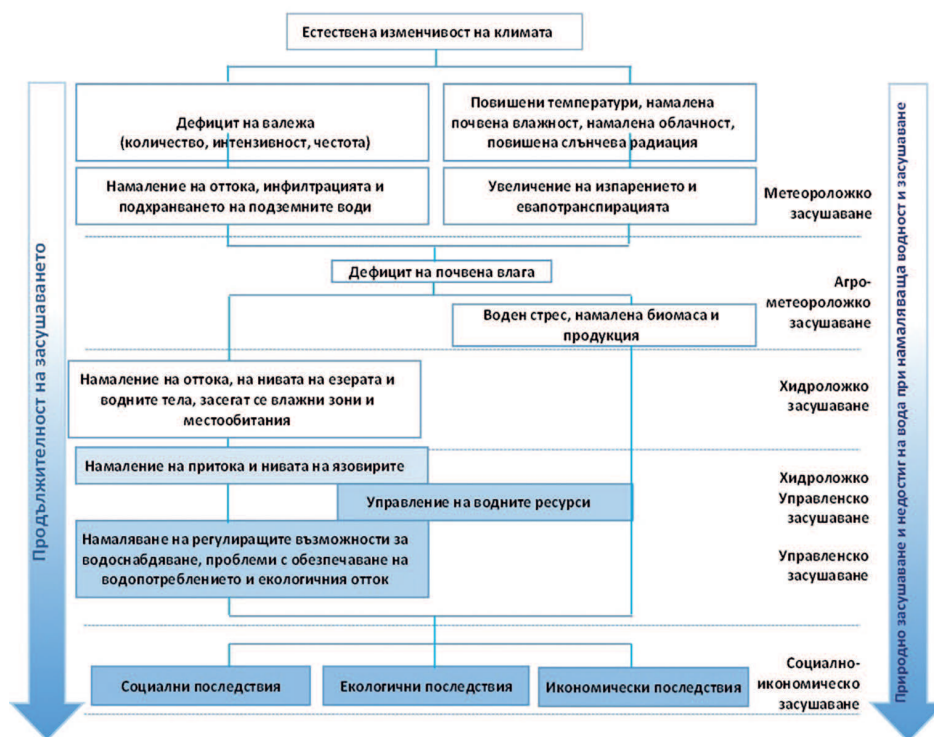
Проектът *„Интегрирано управление на водите на река Дунав“ (Danube WATER)* с ръководител Д. Димитров е класифициран като стратегически проект за Дунавската стратегия и Програма за трансгранично сътрудничество Румъния–България 2007-2013 г. Основната цел е изпълнение на изискванията на Директива 2000/60/ЕО. Изследванията са насочени към: (1) подобряване на мониторинга на р. Дунав и водоносните хоризонти, където става обмен на води, както и надолу по течението от основните водоползватели; и (2) свързване на методологиите за мониторинг.

Съвременните хидроложки изследвания са в подкрепа и на *екологичните цели на РДВ и околната среда*. Пример е разработката *„Изпълнение на програмата за хидроморфологичен мониторинг на повърхностни води за 2011 г. във връзка с оценка на хидроморфологичното състояние на повърхностните водни тела“* (2011–2012 г., възложител: Изпълнителна агенция по околна среда, ръководител: Цв. Карагьозова).

Общ стратегически подход, инструменти за интегрирано управление и мониторинг на околната среда са разработени по транснационално сътрудничество в Югоизточна Европа проекти: *ECOPORT 8 (Екологично управление на пристанищата от трансгранични коридори)* и *TEN ECOPORT*, с ръководител Й. Марински [Sustainable Development..., 2015].

Изследванията на *засушаването и маловодието* са насочени както към екологичните цели на РДВ, така и към предстоящите Планове за управление при засушаване. За реализиране на чл. 4.6. на РДВ трябва адекватно да се идентифицират т.нар. „продължително засушаване“ и свързаното с него „временно влошаване на състоянието на водните обекти“. Съгласно чл. 36 (1) на Наредба №1/01.07.2016 г. и Методиката към нея временното влошаване в резултат от продължителното засушаване се обосновава на базата на публикувани на интернет-страницата на НИМХ месечни индекси на засушаване.

В подкрепа на тези цели в НИМХ се разработват нови индекси, методики и критерии. Суровостта на „продължителното засушаване“ е свързана с продължителността на природните процеси, спецификите на речния басейн, с управлението на язовирите при засушаване и последствията. Редуциране-



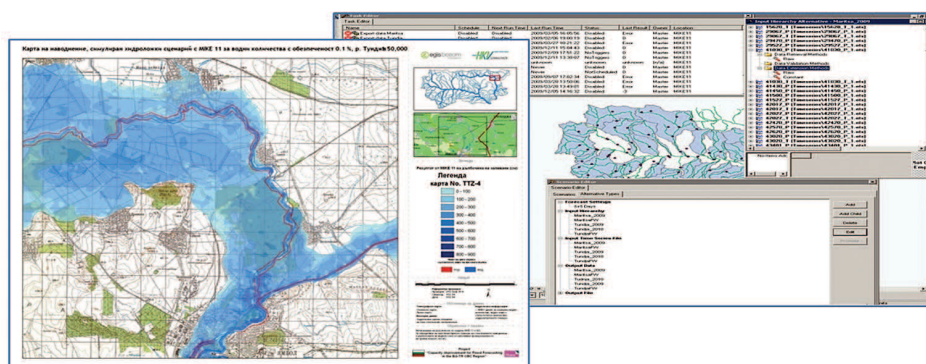
Фиг. 4.3–14. Взаимовръзка типове–продължителност на засушаването по [Pedro-Monzónis, et al., 2015].

то на наличните водни ресурси води до негативни последици за хората, околната среда и икономиката (водоснабдяване, напояване, индустрия) – фиг. 4.3–14. Проблемът изисква интегрирана оценка на засушаването: метеороложко, агрометеороложко, хидроложко и социално-икономическо [Илчева и др., 2018; Dimitrov, 2012; Димитров, 2018; Yordanova et al., 2017; Drumeva et al., 2018; Guidebook ..., 2015].

**Съвременните изследванията на пресъхващите реки** се извършват в рамките на проект „Изучаване и управление на пресъхващи реки и временни потоци“ (SMIRES – Science and Management of Intermittent Rivers and Ephemeral Streams), ръководители: Пл. Нинов и Цв. Карагъзова. Изследва се честота на явлението, разпределение, движещи сили и хидроложки трендове на пресъхващи реки и временни потоци. Идентифицирана и приложена е оригинална методика, разработена в работната група по хидрология, за идентификация и статистическа оценка на водните течения.

Основополагащо направление в НИМХ е **хидроложкото моделиране** – разработването на ГИС базирани хидроложки и водобалансови модели, концептуални и стохастични модели. Хидроложкото моделиране е свързано с оценката на водните ресурси, оценката на притока към язовирите в помощ на управлението им и др.

Развитието на изследванията в тази област е свързано с използване на ГИС базирани модели с разпределени параметри, които могат да решават различни задачи: прогнозиране на разливите и риска от наводнения, вод-



Фиг. 4.3–15. Хидроложко моделиране на поречието Марица.

нобалансови въпроси, в подкрепа на ресурсните оценки и анализа на влиянието на климатичните промени [Димитров и др., 2010; Artinyan et al. [2016, 2017] и др.

За приложението на хидроложките модели може да се съди от разработките като „Моделиране на повърхностните процеси и хидроложко моделиране на басейна на реките Марица, Тунджа и Арда“ (1999–2003 г., ръководител: Ер. Артинян) в дългосрочно сътрудничество с Метео Франс. Създаден е комплексен модел с разпределени параметри на водосбора на реките и за пръв път у нас е получена информация за същностните процеси на образуване на оттока. Доказана е принципната възможност за количествено определяне на ресурсните характеристики чрез хидрометеорологичните данни от конвенционалната мрежа и за предупреждение за екстремни явления при ползване на метеорологични прогнози като вход на модела.

Разработени са хидроложки модели на всички поречия в България – Марица, Тунджа, Арда, Искър, Огоста, Вит и др. – фиг. 4.3–15. Повече за разработените модели, тяхното внедряване и приложение за целите на оперативната дейност е дадено на сайтовете на НИМХ [<http://www.meteo.bg/>; <https://plovdiv.meteo.bg/>; <https://arda.hydro.bg/>].

Изследвания в това направление имат: Димитров и др. [2010], Dimitrov [2012], Artinyan et al. [2016, 2017], Балабанова [2010], Balabanova [2008, 2011], Божилова [2010, 2016], Йорданова [2019]; Yordanova et al. [2017], Кошинчанов [2016], Недков [2017], Tsarev et al. [2017], Царев [2019] и др.

Нов подход за интегриран анализ на природните и водни ресурси при моделиране на водния баланс е разработен от експерти на НИМХ, съвместно с Геологически институт и УАСГ [Ilcheva et al., 2015a, 2019]. Разработката има пряка връзка с целите на РДВ и Натура 2000.

В последните години управлението на водните ресурси на национално и басейново ниво, поставя пред учените от НИМХ нови задачи, свързани с **оценката на влиянието на климатичните промени върху водните ресурси и уязвимостта на водоснабдяването**, управлението на речните басейни в условията на климатични промени и екстремни явления, реализирането на мерки за адаптиране към изменението на климата. Проведените в НИМХ изследвания са насочени към оценката на влиянието на климатичните промени върху оттока и наличните водни ресурси, идентифицирането



на основните рискове и уязвими райони, оценката и картирането на настоящата и бъдеща уязвимост на водните ресурси, водоснабдяването, социално-икономическите и природни системи.

В рамките на проект „Оценка и картиране на уязвимостта на водните ресурси и водоснабдяването при управление на речни басейни, климатични промени и засушаване“ (2018 г., ръководител: И. Илчева) е разработен нов методичен подход за интегрирана оценка и картиране на уязвимостта на водоснабдяването на районите във воден стрес и обезпечаване на екологичния отток при климатични промени и засушаване. Разработката е доразвитие на изследванията „Климатични промени и влиянието им върху водоснабдяването“, CC\_WaterS, 2012; „Смекчаване на уязвимостта на водните ресурси при климатични промени“, CC-WARE, 2014; [Маринов, Ив. и др., 2012; Mitigation vulnerability ..., 2014; Ilcheva, I., et al., 2019] с водещ партньор Изпълнителна агенция по горите и с участието на Институт за гората, Лесотехнически институт, УАСГ.

Подходът е разработен на транснационално ниво – ниво речен басейн – водностопанска система/язовир.

Климатичните промени са изследвани [Маринов и др., 2012] чрез сравнението на два периода референтен (1961–1990 г.) и бъдещ (2021–2050 г.). Това са климатични периоди, препоръчани от IPCC, и са използвани от множество научни изследвания. Използвана е климатичната версия на модела ALADIN. Високата резолюция от 10 km позволява да се направят по-детайлни оценки. Изследванията са както за страната, така и за Югоизточна Европа. За тази област са използвани още два модела: RegCM и UCLM. Оценени са пространственото разпределение на средногодишните валежи, температури, актуалната евапотранспирация и оттока за референтния период и за бъдещия период (фиг. 4.3–16).

Използвани са различни индекси, чрез промяната на които се оценява влиянието на климатичните промени върху споменатите оценки. Такива са индексът на засушаване на Де Мартон, сезонният индекс (SI) на Walsh и Lawler, локалният воден излишък (Local Water Surplus, LWS), и др.

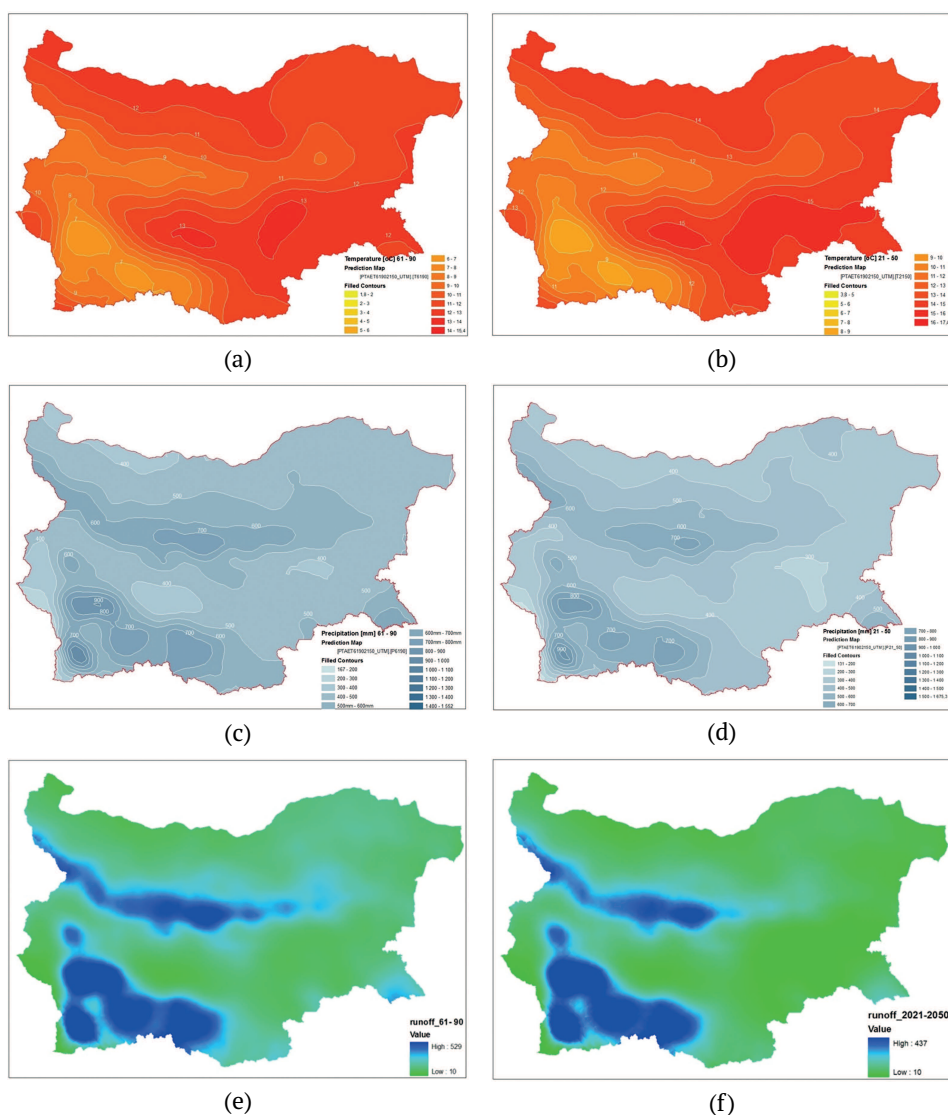
По иновативен начин се отчита състоянието на екосистемите, адаптивният капацитет на социално-икономическите и природни системи (гори, влажни зони и др.), управлението за целите на РДВ и Натура 2000 [Ilcheva et al., 2019].

Разработени са карти на уязвимостта при различни климатични сценарии, бъдещо водопотребление и развитие, система от индикатори, каталози с добри практики [Mitigating Vulnerability ..., 2014; Маринов и др., 2012].

Изследвания на климатичните промени са извършени и в рамките на задача по Споразумение на НИМХ с МОСВ: „Оценка за тенденциите на изменението на водните ресурси, при различни сценарии за изменение на климата - пилотна оценка за поречие Струма“ (2012 г., ръководители: Сн. Балабанова и И. Илчева).

Там са представени два хидроложки модела – ГИС базиран модел за воден баланс и модел на USGS за месечен воден баланс.

Резултатите за България и Югоизточна Европа сочат, че се очаква покачване на температурите за всички сезони и региони. При сравнение на средните температури за 2021–2050 г. спрямо настоящето 1990–2020 г. най-големи различия се наблюдават през лятото. Затоплянето на Балканския по-



**Фиг. 4.3–16.** (a) Разпределение на средната годишна температура за 1961–1990 г.; (b) Разпределение на средната годишна температура за 2021–2050 г.; (c) Разпределение на средногодишните валежи за 1961–1990 г.; (d) Разпределение на средногодишните валежи за 2021–2050 г.; (e) Разпределение на оттока за периода 1961–1990 г.; (f) Разпределение на оттока за периода 2021–2050 г..

луоствов е с около 1–2 °С. В България най-засегнати са низините от Северна и Източна България и Югозападната част, където средно температурите нарастват с около 1–2 °С.

Очаква се валежите да са по-балансиран като има райони, където валежите нарастват, и места – където намаляват. Като цяло се установява промяна на вътрешногодишното разпределение на валежите, дори когато тяхната годишна сума остава почти същата. Оттокът намалява в резултат на едно общо намаляване на валежа. Очаква се изменението на климата да доведе

до промени в сезонността на речния отток и намаление на летния отток. В България уязвими в по-голяма степен, особени през лятото, може да се окажат: Черноморското крайбрежие, Северозападна България (водоснабдяване от яз. „Среченска бара“), Югозападна България (поречието на Струма – район Перник, Благоевград), и др. При сезонно използване на водата (туризъм, напояване) или засушаване уязвимо е водоснабдяването от извори и течащи води.

Резултатите са докладвани пред Басейновите дирекции. Плановете за управление на речни басейни 2016–2020 г. са допълнени с мерки за: адаптиране към изменението на климата; подобряване режима на оттока; обезпечаване на екологичен отток и добър екологичен потенциал при маловодие и др. Разработките подпомагат МОСВ и Басейновите дирекции при управлението на национално и басейново ниво, и реализирането на: ПУРБ и РДВ.

Ново изследване на Ер. Артинян, П. Царев и К. Крумова също дава оценка на очакваното изменение на годишната сума на речния отток в четирите басейна за управление на водите в България в следствие на три различни сценария на климатични промени до края на XXI век. За целите изследването са използвани пространствени моделни данни за средномногогодишната сума на оттока (Copernicus Climate Change Service) за три 30-годишни периода: 2011–2040, 2041–2070 и 2071–2100 г. Данните са симулирани на основата на климатични сценарии RCP 2.6, 4.5 и 8.5. След сравнение на резултатите от симулациите за референтния период 1971–2000 г. с националните данни за оттока, са избрани две от многото налични комбинации от модели. На тази база са оценени очакваните промени на годишната сума на речния отток в четирите басейна за управление на водите. Изводите допълват наличната до момента информация относно ефекта на климатичните промени върху водните ресурси на България.

Съвременните научни и научно-приложни хидроложки изследвания са посветени на решаването на нови и актуални проблеми, свързани с оценката на водните ресурси, с отговорностите на НИМХ по Закона за водите, Закона за защита при бедствия, в подкрепа на докладването на Република България по директивите за водите, реализиране целите на Рамковата директива за водите, Плановете за управление на речни басейни в условията на климатични промени, Плановете за управление на риска от наводнения и засушаване, и управлението на водните ресурси на България на национално и басейново ниво.

# ЛИТЕРАТУРА

## ГЛАВА: 1.1, 2.1, 3.1, 4.1

- Alexandrov, V., Schneider, M., Koleva, E., J.-M. Moisselin** (2004) Climate variability and change in Bulgaria during the 20th century. *Theor. Appl. Climatol.* **79**: 133–149. <https://doi.org/10.1007/s00704-004-0073-4>.
- Alexandrov V., Dubuisson B., Moisselin J.-M., Koleva E.** (2006) A case study on Utilization of Precipitation Indices in Bulgaria. Proceedings of the International conference on Water Observation and Information System for Decision Support (BALWOIS), Ohrid, Macedonia, 23-26 May 2006, (CD) 18 pp.
- Alexandrov V., M. F. Gajdusek, C. G. Knight, A. Yotova** /Editors/ (2010) Global Environmental Change: Challenges to Science and Society in Southeastern Europe. Selected Papers presented in the International Conference held 19-21 May 2008 in Sofia, Bulgaria. Springer Dordrecht Heidelberg, London, New York.
- Alexandrov V., J. Eitzinger, G. Hoogenboom** (2011) Climate Variability and Change and Related Impacts on Agroecosystems in Southeast and Central Europe as well as Southeast USA. COST Action 734, COST Office 2011, 232 pp.
- Bocheva L., P. Simeonov, T. Marinova** (2006) On Frequency Distribution and Intensity of Severe Convective Storms over Bulgaria. Proceedings of BALWOIS 2006, Republic of Macedonia, Ohrid, 23-26 May 2006, (ISBN 9989-9594-1-2, CD version).
- Bocheva L.** (2015) Comparative analysis of heavy precipitation in non-mountainous regions of Bulgaria. 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015, [www.sgem.org](http://www.sgem.org), SGEM2015 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-38-4 / ISSN 1314-2704, June 18-24, 2015, Book4: 889–896.
- Bocheva L., Georgiev C.G., Simeonov P.** (2007) A climatic study of severe storms over Bulgaria produced by Mediterranean cyclones in 1990–2001 period. *Atm. Res.* **83**: 284–293.
- Bocheva L., Gospodinov I., Simeonov P., Marinova T.** (2011) On change in precipitation regime with assessment of extremes in Bulgaria (1961–2007). *BJMH* **16**(3-4): 1–15.
- Bocheva L., Gospodinov I., Simeonov P., Marinova T.** (2010) Climatological analysis of the synoptic situations causing torrential precipitation events in Bulgaria during the period 1961–2007. Springer, Global Environmental Change: Challenges to Science and Society in Southeastern Europe – Editors: V. Alexandrov, C. G. Knight, M. F. Gajdusek, A. Yotova.
- Bocheva L., Malcheva, K.** (2020) Climatological assessment of extreme 24-hour precipitation in Bulgaria during the period 1931–2019. 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020, [www.sgem.org](http://www.sgem.org), SGEM2020 Conference Proceedings – in press.
- Bocheva L., Marinova T., Nikolova Ts.** (2014) Comparative analysis of severe storms, connected with extreme precipitation in Bulgaria (1951–2010). *Journal of International Scientific Publications: Ecology and Safety* **8**: 461–468, ISSN 1314-7234 (Online), published at: <http://www.scientific-publications.net>.
- Bocheva L., Marinova T., Simeonov P., Gospodinov I.** (2009) Variability and trends of extreme precipitation events over Bulgaria (1961–2005). *Atmos. Res.* **93**: 490–497.
- Bocheva L., Nikolova Ts., Gospodinov I., Simeonov P.** (2015) Large-scale severe storms in Bulgaria: seasonal distribution and severity. 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015, [www.sgem.org](http://www.sgem.org), SGEM2015 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-38-4 / ISSN 1314-2704, June 18-24, 2015, Book4: 827–834.



- Bocheva L., Simeonov P.** (2015) Spatio-temporal variability of hailstorms for Bulgaria during the period 1961-2010. 15th International Multidisciplinary Scientific Geo-Conference SGEM 2015, [www.sgem.org](http://www.sgem.org), SGEM2015 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-38-4 / ISSN 1314-2704, June 18-24, 2015, Book4: 1065-1072.
- Bocheva L., Simeonov P., Marinova T.** (2013) Variations of thunderstorm activity in non-mountainous regions of Bulgaria (1961–2010), *BJMH* **18**: 38-46.
- Bocheva, L., Markova, B.** (2017) Cold season tornadoes in Bulgaria – brief analysis. *Bulgarian Journal of Meteorology and Hydrology* **22** 3-4, National Institute of Meteorology and hydrology, ISSN: 0861-0762, 32-41.
- Bocheva, L., V. Pophristov** (2019) Seasonal analysis of large-scale heavy precipitation events in Bulgaria, AIP Conference Proceedings 2075(1):200017 DOI:10.1063/1.5099023, 10th Jubilee Conference of the Balkan-Physical-Union (BPU).
- Chervenkov, H., Tsonevsky, I., Slavov K.** (2016) Presentation of Four Centennial-long Global Gridded Datasets of the Standardized Precipitation Index, *International Journal of Environmental & Agriculture Research (IJOEAR)* **2**(3), ISSN: 2454-1850.
- Chervenkov, H., Slavov, K.** (2019) STARDEX and ETCCDI Climate Indices Based on E-OBS and CARPATCLIM; Part Two: ClimData in Use, in G. Nikolov et al. (Eds.): NMA 2018, LNCS 11189, 368–374, DOI: 10.1007/978-3-030-10692-8\_41.
- Chervenkov H., Slavov K.** (2020) ETCCDI Climate Indices for Assessment of the Recent Climate over Southeast Europe. In: Dimov I., Fidanova S. (eds) Advances in High Performance Computing. HPC 2019. Studies in Computational Intelligence, vol. 902. Springer, Cham. [http://doi.org/10.1007/978-3-030-55347-0\\_34](http://doi.org/10.1007/978-3-030-55347-0_34).
- Chervenkov, H., Slavov K.** (2020) Historical Climate Assessment of Temperature-based ETCCDI Climate Indices Derived from CMIP5 Simulations, *Compt. rend. acad. bulg. sci.* **73**(6): 784-790, DOI: 10.7546/CRABS.2020.06.05.
- Chervenkov, H., Ivanov, V., Gadzev G., Ganev, K.** (2017) Sensitivity Study of Different RegCM4.4 Model Set-Ups – Recent Results from the TVRegCM Experiment, *Cybernetics and Information Technologies* **17**(5): 17–26.
- Chervenkov, H., Slavov, K., Ivanov, V.** (2019) STARDEX and ETCCDI Climate Indices Based on E-OBS and CARPATCLIM; Part One: General Description, in G. Nikolov et al. (Eds.): NMA 2018, LNCS 11189: 360–367, DOI: 10.1007/978-3-030-10692-8\_40.
- Chervenkov, H., Slavov, K.** (2020a) ETCCDI Climate Indices for Assessment of the Recent Climate over Southeast Europe. In: Dimov I., Fidanova S. (eds) Advances in High Performance Computing. HPC 2019. Studies in Computational Intelligence, vol. 902. Springer, Cham. [http://doi.org/10.1007/978-3-030-55347-0\\_34](http://doi.org/10.1007/978-3-030-55347-0_34).
- Chervenkov, H., Slavov, K.** (2020b) Historical Climate Assessment of Temperature-based ETCCDI Climate Indices Derived from CMIP5 Simulations. *Compt. rend. acad. bulg. sci.* **73**(6): 784–790, DOI: 10.7546/CRABS.2020.06.05.
- Croitoru A.-E., Chiotoroiu B.-C., Todorova V., Torica, V.** (2013) Changes in precipitation extremes on the Black sea Western coast. *Global and Planetary Change* **102**: 10–19.
- Déqué M, Piedelievre JP** (1995) High-Resolution climate simulation over Europe. *Clim. Dyn.* **11**: 321–339.
- Dimitrov, C., A. Gocheva, D. Denkova, K. Malcheva** (2014) The climatic conditions during summer in Bulgaria and their influence on cooling degree days, 14th SGEM GeoConference on Energy and Clean Technologies, Conference Proceedings, Vol. 2, 559–566.
- Dobesch H., D. Nikolov and L. Makkonen** (2005) Physical Processes, Modelling and Measuring of Icing Effects in Europe. *Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik*, Heft 34, ISSN 1016-6254.

- Georgiev, Ch., J. Tomova, L. Bocheva** (1995) Cyclonic processes over eastern Mediterranean developing in reorganization of high level mass field (in "Blocking regime). *BJMH* 6: 39–49.
- Giorgi, F., Coppola, E., Solmon, F., Mariotti, L., Sylla, M. B., Bi, X., Elguindi, N., Diro, G. T., Nair, V., Giuliani, G., Turuncoglu, U. U., Cozzini, S., Güttler, I., O'Brien, T. A., Tawfik, A. B., Shalaby, A., Zakey, A. S., Steiner, A. L., Stordal, F., Sloan, L. C. & Brankovic, C.** (2012) RegCM4: Model description and preliminary tests over multiple CORDEX domains. *Climate Research* 52(1): 7-29. DOI: 10.3354/cr01018.
- Gocheva, A., L. Trifonova, T. Matrinova, L. Bocheva** (2006a) Complex approach for assessment of dry wind and droughty spells in Bulgaria, Proc. of International Conference BALWOIS, 23-26 May 2006, Ohrid, Republic of Macedonia, CD version.
- Gocheva, A., L. Trifonova, T. Marinova, L. Bocheva** (2006b) Extreme hot spells and heat waves on the territory of Bulgaria. Proc. of International Conference BALWOIS, 23-26 May 2006, Ohrid, Republic of Macedonia, CD version.
- Gocheva, A., K. Malcheva** (2010a) Extremely Hot Spells on the Territory of Bulgaria, *BJMH* 15(3): 64–81.
- Gocheva, A., K. Malcheva** (2010b) Parameters of the function approximating the integral distributions of the characteristic air temperatures (after EUROCODE 1) for the territory of Bulgaria. *BJMH* 15(4): 45–54.
- Gocheva, An., Kr. Malcheva, T. Marinova** (2010) Some Drought Indices for the Territory of Bulgaria, *BJMH* 15(4): 88–98.
- Gocheva, A., L. Trifonova, K. Malcheva** (2011) Maximum number of consecutive days with precipitation over Bulgaria and the corresponding synoptic situations. 11th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, SGEM2011 Conference Proceedings, Vol. 2, 925–930.
- Godev, N.** (1971) Anticyclonic activity over South Europe and Its relationship to orography. *J. Appl. Meteor.* 10(6): 1097–1102.
- Halenka, T.** (2008) Regional climate modeling activities in CECILIA project: introduction, *Idjëràs* 112: III-IX.
- Ivanov P., St. Lingova, L. Trifonova, D. Renne, J. Oxi** (1996) An Investigation of Renewable Resources and renewable Technology Applications in Bulgarian. *J. Environmental Management Supplement* 1, 20: S83–S93.
- Ivanov P., L. Trifonova** (1997a) Biomass Energy in Bulgaria as an Alternative for Mitigation of Wastes. Intern. Confer. WREMINSECO'97. Sofia, Bulgaria, 15-18.05.1997.
- Ivanov P., L. Trifonova** (1997b) Renewable Energy Potential and Sustainable Development of Bulgaria. The European Congress on Renewable Energy Implementation. Athens, May 1997, 446-455.
- Ivanov P., St. Lingova** (2002) Total solar radiation received on differently orientated inclined surfaces. *Journal of Balkan Ecology* 5: 1.
- Ivanov P., L. Trifonova** (2003) Practical Use of Solar Radiation for Hot Water Production. Part one. *BJMH* No 3-4.
- Jansa, A., Alpert, P., Arbogast, P., Buzzi, A., Ivancan-Picek, B., Kotroni, V., Llasat, M. C., Ramis, C., Richard, E., Romero, R., and Speranza, A.** (2014) MEDEX: a general overview, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 14: 1965–1984. DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-14-1965-2014>.
- Koleva Ek.** (1995) Drought in the Lower Danube Basin. *Drought Network News* 7(1) Feb., Nebraska, USA, 6-7.
- Koleva Ek., A. Jotova** (1992) Precipitation variability in Bulgarian mountains. Proceeding of the 22 International Conference on Alpine Meteorology, Toulouse, France, 421-424.
- Koleva Ek., C. Boroneant, E. Bruci** (1998) Study on the variability of annual and seasonal precipitation over the Balkan Peninsula. The second International Conference on the Climate and Water, Esso, Finland 17-20 August, vol. 3, 1084-1089.

- Koleva Ek., L. Krastev, E. Peneva, E. Stanev** (1996) Verification of high resolution climatic simulations for the area of Bulgaria. Part I: The state of the climate for the period 1961–1990. *Bulgarian Journal of Meteorology & Hydrology* 7(3-4): 73–84.
- Koleva, E., Alexandrov, V.** (2008) Drought in the Bulgarian low regions during the 20th century. *Theor. Appl. Climatol.* 92: 113–120. <https://doi.org/10.1007/s00704-007-0297-1>.
- Lingova St.** (1984) Über die Frage der Energieequilite der Sonnenstrahlung in Bulgarien. *Met. Zeitschrift*, Berlin.
- Malcheva, Kr., Gocheva, An.** (2014) Thermal comfort indices for the cold half-year in Sofia, *BJMH* 19(1-2): 16–25.
- Malcheva, Kr., Gocheva, An., Chervenkov, Hr.** (2015) Winter circulation conditions over Bulgaria, Proceedings of the 15th International Multidisciplinary Scientific Geo-conference SGEM, 1, 4, 1129–1136.
- Malcheva, Kr., Hr. Chervenkov, T. Marinova** (2016) Winter severity assessment on the basis of measured and reanalysis data, International Multidisciplinary Scientific Geo-Conference 2016: SGEM PROCEEDINGS, 2, 719–726.
- Malcheva, K., Trifonova, L., Marinova, T., Chervenkov, H.** (2017) Climate assessment of the winter 2016-2017 in Bulgaria. *Climate assessment of the winter 2016-2017 in Bulgaria*. Book 4.1, 391–398, DOI: 10.5593/sgem2017/41/S19.050.
- Malcheva, Kr.** (2017a) Climatology of intense rainfall in Bulgaria in the recent decades, *BJMH* 22(1-2): 27–40.
- Malcheva, Kr.** (2017b) Cold waves on the territory of Bulgaria in the period 1952-2011, *BJMH* 22(3-4): 16–31.
- Malcheva, K., Pophristov V., Marinova T., Trifonova L.** (2019) Complex Approach for Classification of Winter Severity in Bulgaria, AIP Conference Proceedings 2075(1): 120011 DOI: [10.1063/1.5091269](https://doi.org/10.1063/1.5091269), 10th Jubilee Conference of the Balkan-Physical-Union (BPU).
- Marinova T., L. Bocheva and Vl. Sharov** (2005) On some climatic changes in the circulation over the Mediterranean area, *IDŐJÁRÁS* 109 January-March: 55–68.
- Markova B., Mitzeva R.** (2013) Thresholds of CAPE and Lifted Index at the development of summer thunderstorms over inland and along the coast in eastern Bulgaria, *Годишник на СУ "Св. Климент Охридски" Физически факултет* 106.
- Moraliiski E, D. Nikolov** (1998) Estimation of Rime-Icing on Metal Conductors in the region of Botev peak. *BJMH* 9(3).
- Moraliiski E. and D. Nikolov** (2007) Rime-icing on large cylindrical elements in mountainous conditions. Proceedings, 12th International Workshop on Atmospheric Icing of Structures (IWAIS 2007), 9-13 October 2007, Yokohama, Japan, 6.
- Moraliiski E., An. Gocheva** (1993) Maximum moisture-content and heat-content of the air near the ground in Bulgaria. *BJMH* 4(2).
- Neykov N., L. Trifonova, I. Gospodinov and P. Neytchev** (2016a) Circulation types and associated precipitations over Bulgaria, COST Action 733.
- Neykov N., P. Neytchev, W. Zucchini and H. Hristov** (2016b) Relating atmospheric circulation patterns to daily precipitation occurrence over the territory of Bulgaria using hidden Markov models, COST Action 733.
- Nikolov D., C. Leifeld** (2002). Investigation of the Icing-PIREPS and Comparison with the ADWICE Results in the Period 22-24.01.2001, *BJMH* 13(3-4).
- Nikolov D., Ch. Beck, A. Philipp and P. Neychev** (2016) Circulation types associated with freezing precipitation over Bulgaria, COST Action 733.
- Nikolov D., E. Moraliiski** (2000) Meteorological Conditions in cases of Rime Icing in the Mountain Regions of Bulgaria. *BJMH* 11(3-4).
- Nikolov D., M. Ostrozlik and E. Moraliiski** (2009) Relation between atmospheric icing and some meteorological characteristics at high mountain-sites in Bulgaria and Slo-

- vakia. XIII International Workshop on Atmospheric Icing of Structures (IWAIS), 8-11 September, 2009, Andermatt, Switzerland.
- Pieczka, J., Bartholy, J., Pongrácz R., André, K. S.** (2019) Validation of RegCM regional and HadGEM global climate models using mean and extreme climatic variables, *IDŐJÁRÁS* **123**(4) 409–433, <https://doi.org/10.28974/idojaras.2019.4.1>.
- Pophristov, V., Peneva, E.** (2018) Classification of circulation types over Bulgaria: method description, frequency, variability and trend analysis. *International Journal of Advanced Research* **6**: 3, ISSN:2320-5407, DOI: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/6798>, 1289-1305.
- Sillmann, J., Roeckner, E.** (2008) Indices for extreme events in projections of anthropogenic climate change. *Climatic Change* **86**: 83–104. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-007-9308-6>.
- Simeonov P., Syrakov D.** (1988) On some characteristics determining the development of hail processes in Bulgaria. 10th Int. Cloud Phys. Conf., August, Bad Homburg, Deutscher Wetter dienst, Offenbach of Main, Germany, vol. II, 576–578.
- Simeonov P., Bocheva L., Gospodinov I.** (2013) On space-time distribution of tornado events in Bulgaria (1956-2010) with brief analyses of two cases. *Atmos. Research* **123**: 61–70.
- Simeonov P., Bocheva L., Marinova T.** (2009) Severe convective storms phenomena occurrence during the warm half of the year in Bulgaria (1961-2006). *Atmos. Res.* **93**(1): 498–505.
- Simeonov P., Georgiev C.G.** (2001) A case study of tornado-producing storm south of Rhodopes mountain in the East Mediterranean. *Atmos. Res.* **57**: 187–199.
- Simeonov P., Georgiev C.G.** (2003) Severe wind/hail storms over Bulgaria in 1999-2001 period: synoptic- and meso-scale factors for generation. *Atmos. Res.* **67-68**: 629–643.
- Simeonov P., Gospodinov I., L. Bocheva, R. Petrov** (2011) Analysis of severe convective storms, connected with several tornado events in Bulgaria (2006–2009). *BJMH* **11**(1): 78–85.
- Simeonov P., R. Petrov, L. Bocheva, T. Marinova** (2007) Pre-project study on meteorological conditions for hail suppression and rain enhancement aim in South-East Bulgaria. WMO/TD – No. 1406; WMP No. 44.
- Spasova, Z., C., Dimitrov** (2019) Summer heat waves in Sofia and their impact on stroke and heart attacks. Electronic Proceedings of 12-th Scientific Conference of the Bulgarian focal point of EFSA – Risk assessment center on food chain at Bulgarian Ministry of Agriculture, “Climate changes – A global threat to the food chain”, Sofia, Bulgaria, ISBN: 978-619-7509-01-4, pp. 41–60.
- Spasova, Z., Ts., Dimitrov** (2015) The effects of precipitation on traffic accidents in Sofia, Bulgaria. *Asklepios X (XXIX)*, Vol. 1, Balkan Association on History and Philosophy of Medicine, ISSN: 1310-0637, pp. 76–81.
- Spasova, Z., Ts., Dimitrov** (2016) Road accidents in different weather conditions. Proceedings of XI-th National Scientific Conference with International Participation – Ecology and Health (<http://hst.bg/bulgarian/conference.htm>), Plovdiv, Bulgaria, June 09-10, ISSN: 2367-9530, pp. 372–379.
- Spiridonov, V., Deque, M., and Somot, S.** (2005) ALADIN-CLIMATE: from the origins to present date, ALADIN Newsletter 29.
- Spiridonov, V., Valcheva, R.** (2019) A new index for climate change evaluation – An example with the ALADIN and RegCM regionalmodels for the Balkans and the Apennines. *IDŐJÁRÁS* **123**(4) October–December: 551–576.
- Staikoff St. D.** (1914) Beitrage zur Klimatologie von Bulgarien: Temperaturverteilung (Inaugural Dissertation. Berlin, 1914).
- Stanev Sv., E. Moralijski, K. Veltsev** (1987) Über die Größe unterkühlter Wassertröpfchen bei Nebel im Gebirge. *Zeitschrift für Meteorology* 37-1, Berlin.



- Trifonova, L., A. Gocheva, T. Marinova, L. Bocheva** (2006) Climatological analysis of the synoptic situations causing dry wind and droughty spells in Bulgaria International Conference BALWOIS, 23 – 26 May 2006, Ohrid, Republic of Macedonia, CD version.
- Tsonevski I.** (1996) M.S. in Physics, Sofia University “St. Kliment Ohridski”, Faculty of Physics, M.S. thesis: “Characteristic of precipitation field over Bulgaria depending on the evolution of the Mediterranean cyclones during the cool season”.
- Tsonevski I., Campins J., Genoves A., Jansa A.** (2010) Atmospheric patterns for heavy precipitation in Bulgaria. *Rom. Jour. of Meteor.* 1: 1–12.
- von Elsner, G.** (1925) Die Verteilung des Luftdrucks über Europa und dem Nordatlantischen Ozean dargestellt auf Grund zwanzigjähriger Pentadenmittel (1890–1909). Veröffentlichungen des Königlich Preussischen Meteorologischen Instituts, Bd. VII, No 7. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Алисов, Б. П.** (1950) Климатические области зарубежных стран. Москва.
- Александров В., ред.** (2011). Методи за мониторинг, оценка и въздействие на сушата в България. София, Болид инс.
- Андреев, В. и кол.** (2010) Кратка история на българската метеорологична и хидрометеорологична служба. Национален институт по метеорология и хидрология, София, стр. 96.
- Андреев, В.** (2008) Сто и двадесет години българска метеорологична и хидрометеорологична служба, част I и II. София, Издателство „Деметра”.
- Андреев, В.** (2014) История на българската метеорологична и хидрометеорологична служба, София, Академично издателство „Проф. Марин Дринов“, стр. 377.
- Бакалов, Д.** (1939) Принос към изучаване на застудяванията у нас. *Изв. Бълг. геогр. д-во.*, кн. 7.
- Бакалов Д.** (1942) Принос към изучаване на затоплянията у нас – неадвективни затопляния. *Изв. метеор. служба във войската*, № 3, с. 110–136.
- Бакалов Д.** (1942) Типове време в Югоизточна Европа. *Изв. Бълг. геогр. д-во.*, кн. X.
- Бакалов, Д.** (1941) Принос към изучаване на затоплянията у нас. *Известия на Българското географско дружество*, том 7, с. 71–96.
- Бакалов, Д.** (1940) Принос към изучаване на застудяванията у нас. *Известия на службата за времето*, № 2, с. 99–130. (Б II 95).
- Барантиев, Д.** (2016) Характеристики на атмосферния граничен слой в крайбрежната зона на град Ахтопол по содарни и моделни данни. Автореферат на дисертация за придобиване на ОНС „доктор“.
- Благоев Хр.** (1961) Върху пътищата на средиземноморските циклони. *Х. и М.*, № 1.
- Благоев Хр., Лаловски Хр.** (1955) Континентални нахлувания в България в България през зимата, *Х. и М.*, кн. 6.
- Благоев Хр., Лаловски Хр.** (1957) Континентални нахлувания в България в България през есента, *Х. и М.*, кн. 1.
- Благоев Хр., Лаловски Хр.** (1969) Върху някои особености на синоптичните процеси при източния тип циркуляция. *Известия на института по Хидрология и Метеорология*, том XVI: 27–37.
- Блъскова Д.** (1955) Влияние на полезащитните горски пояси на метеорологичните елементи. *Трудове на ИХМ*, т. IV.
- Блъскова Д.** (1961) Върху влиянието на релефа на средната месечна температура и температурните суми над 5 и 10°C. *Х. и М.*, кн. 6.
- Блъскова Д.** (1965а) Микроклиматични особености на наклонени терени в долината на р. Тунджа. *Изв. ИХМ.*, IV.
- Блъскова Д.** (1965б) Микроклиматични особености в режима на температурата на въздуха под влияние на релефа в припланински райони. *Изв. ИХМ.*, V.

- Боев П., Маринов А.** (1984) Термодинамични и временно-пространствени характеристики на мощни градови процеси над България. *Х. и М.*, XXXIII(4): 10–17.
- Боров, Ив.** (1965) Медицинска климатология. Том II. С.
- Бочева, Л.** (2014) Климатични вариации и оценка на опасни метеорологични явления по конвективни бури над България (1961-2010). Афтореферат на дисертация за получаване на ОНС „доктор”, НИМХ.
- Бочева, Л., Симеонов, П.** (2016) Случаи на торнадо в България, регистрирани от началото на 21 век – създаване на база данни и анализ. In: Proceedings of the 3rd Bulgarian National Congress on Physical Sciences, Sofia, Bulgaria, Sep. 29 - Oct. 02, 2016, S06.16-1-9 [DVD: ISBN 978-954-580-364-2] Heron Press: Sofia.
- Бъчеваров, М.** (1889) Някои бележки за климата на България. В „Сборник за народни умотворения, наука и книжнина”, София.
- Вълчева, Р.** (2019) Изследване на регионален климат с използване на числени модели с висока разделителна способност, Автореферат на дисертационен труд за присъждане на ОНС „доктор“.
- Ганев, Г., Л. Кръстанов** (1952) Принос към метеорологичното изследване на засушаванията в България. *Известия на БАН, Серия физическа*, 2, София.
- Герасимов, Ст.** (1972) Разчетни зависимости за максималните дъждове в България. *Трудове на ИХМ*, том XX: 5–57.
- Гочева, А., Моралийски Е.** (1988) Температурно-влажностен комплекс и неговото практическо приложение. Сборник доклади на Първата национална научна сесия по климатология, София.
- Гочева, А.** (1989) Оценка на някои топлофизически параметри на въздуха с използване на комплекса температура-относителна влажност на въздуха. *Строителство*, кн. 6.
- Гочева, А.** (1991) Някои вероятностни оценки за условията на атмосферна корозия в България. *Строителство*, кн. 11.
- Гочева, А.** (1993) Температурно-влажностния комплекс на територията на България и неговото практическо приложение, Автореферат, София.
- Гочева, А., К. Малчева** (2010) Концепция за хармонизиране на нормите за температурни натоварвания и въздействия върху строителни конструкции с изискванията на Еврокод 1, *В/МН*, 15(5): 17–26.
- Дончев К.** (1957) Синоптични условия за обилни и продължителни валежи в България през летните месеци. *Х. и М.*, № 2: 23–33.
- Захариев, В.** (1965) Изследване статистическата структура на полето на приземната температура над България. *Х. и М.*, № 6.
- Иванов, Д., В. Андреев** (1993) Бедствени обстановки над България при Средиземноморски циклони. Втора научно практическа конференция за защита на населението от бедствия и аварии.
- Иванов, П.** (1977) Относно влиянието на хълмистия релеф върху режима на приземния вятър в България. *Х. и М.*, кн. 1.
- Иванов, П.** (1978) Максимална скорост на приземния вятър в България с определена обезпеченост, *Х. и М.*, № 6.
- Иванов, П.** (1979) Ветрово (статично) натоварване на различни сгради и съоръжения в България. *Х. и М.*, кн. 2.
- Иванов, П.** (1983а) Относно статистическото разпределение на скоростта на вятъра в България. *Х. и М.*, кн. 1.
- Иванов, П.** (1983б) Оценка на потенциалните ресурси на вятъра у нас като източник на енергия. *Х. и М.*, кн. 2.
- Иванов, П.** (1984) Решаване на някои приложни задачи от климатологията на вятъра по данни за пространствената му статистическа структура, *Х. и М.*, кн. 5.
- Иванов, П.** (1985) Разпределение на преобладаващия вятър над България. *Проблеми на географията*, кн. 3.

- Иванов, П.** (1988) Глава 9.3. Ветровой режим горных районов Болгарии. В монографията „Климатические ресурсы Украинских Карпат и горных районов Болгарии”. Ред. д-р Л. Сакали, д-р Ст. Лингова. Гидрометеиздат, Москва, 339 стр.
- Иванов, П., Моралийски Е.** (1989) Райониране на България за натоварване от сняг. *Бюлетин за строителство и архитектура*, кн. 4.
- Иванов, П., Трифонова Л.** (1996) Тотални, достъпни и резервни енергийни ресурси на вятъра в България, *Енергетика*, кн. 3-4.
- Иванов, П.** (2004) Практическо използване на слънчевата радиация за производство на топла вода в Б-я. Межд. Конфер. за Енергийна ефективност, 26-27.02. 2004, С. (CD).
- Иванов, П.** (2007) Практическо използване на вятъра в България за производство на електроенергия. Издателство „Инвестпрес”, София стр. 146.
- Иванчева Ю., А. Ценкова** (1985) Връзка между метеорологичните и радиационните характеристики по време на експеримента “Лонгоза’84”. В сб. Доклади от II Международен симпозиум по програма МАБ, ЮНЕСКО, Благоевград.
- Иширковъ А.** (1902а) Неколко бележки върху валежа въ София. *Периодическо списание*, LXIII.
- Иширковъ А.** (1902б) Неколко бележки върху температурата на въздуха въ София. *Периодическо списание*, LXIII.
- Иширковъ А.** (1904) Дневниятъ вървежъ на температурата въ София. *Периодическо списание*, LXIV.
- Иширковъ А.** (1906) Ветърът и гр. София. *Българска сбирка*, XIII.
- Календар на Дирекцията на метеорологията за 1931 г.**, Дирекция на метеорологията, София, 230 стр.
- Калчева, Р.** (1934) Метеорологична служба. В юбилеен сборник “Дирекция на метеорологията (ЦМИ) 40-годишна дейност. 1894-1934. София.
- Калчева, Р.** (1938) За продължителността на слънчевото греене в София, в сб. „Климатът на София“.
- Калчева, Р.** (1943). За характеристиките на валежите. *Трудове на ЦМИ*, том II.
- Калчева, Р.** (1950) Разпределение на валежите в България. *Трудове на ЦМИ*, том III.
- Калчева, Р.** (1955а) Продължителност на слънчевото греене в България. *Трудове на ХМС*, том IV, Държавно издателство „Наука и изкуство“, София.
- Калчева, Р.** (1955б) За естествения хоризонт на София. *Трудове на ХМС*, том IV.
- Калчева, Р.** (1956) Среден валеж (mm) в карти. Климатичен Атлас на НР България.
- Калчева, Р.** (1957) Валежи. Хидрологичен справочник на реките в НРБ. София.
- Калчева, Р.** (1962а) Върху интензивните дъждове в България. *Трудове на ИХМ*, том XIII.
- Калчева, Р.** (1962б) Справочник за валежите в България. София.
- Калчева, Р.** (1962в) Интензивни дъждове в България. *Тр. ИХМ*, XIII.
- Калчева, Р.** /ред./ (1969) Справочник за валежите в България. София.
- Киров, К.** (1928а) Годишният ход на температурата в България и неговите особености. Сборник на Българската академия на науките, том. XXII, София.
- Киров К.** (1928б) Сиромашкото лято в България. *Сп. Физ.-мат. д-во.*, № 5.
- Киров, К.** (1929а) Климатът на София. *Списание на физико-математическото дружество*, кн. 2, София.
- Киров, К.** (1929б) Климатична скица на България. Сборник на БАН, XXV, София.
- Киров, К.** (1929в) Черният вятър в България. Сведение на М-во на земеделието, майюни.
- Киров, К.** (1934а). Метеорологична наблюдателница „Мусала”, в сб. „Дирекция на метеорологията (Централен метеорологичен институт) 40-годишна дейност. 1894–1934“, София, 113 стр.

- Киров, К.** (1934б) Стихийни атмосферни явления през 1928 и 1929 г. С преглед за 1930–1934 година. *Списание на БАН*, книга XLVII, 190–260, София.
- Киров К.** (1938) Принос към изучаване климата на София. В сборник “Столична голема община. Климатът на София. 50 год. метеонаблюдения във София 1887–1937”.
- Киров, К.** (1939) Планински температурни инверсии в Югозападна България. *Известия на Българското географско дружество*, кн. 7, София.
- Киров, К.** (1940) Почвените температури в България. Годишен ход и разпространение на топлината в почвата. *Изв. Бълг. географско д-во.*, No VIII: 3–60.
- Киров, К.** (1941) Почвените температури в Б-я. Режим на почвените температури при повърхностните пластове. Влияние на почвения вид и на климата. Денонощен ход. *Трудове на ЦМИ*, т. I. 143–170.
- Киров, К.** (1948) Климатични и агроклиматични предпоставки за изследване на сухите в България. В сборник “Сушата и борбата с нея”. 1–71.
- Киров, К.** (1950) Етапи в развитието на метеорологичното дело в България. *Хидрология. Известия на хидроложката служба в България*, година 1, № 1, 22–26.
- Киров, К., Св., Станев** (1950) Режим на екстремните температури в България. *Трудове на ЦМИ*, том. III, София.
- Киров, К., М., Кючукова** (1955) Климатично райониране на България по комплексни показатели. *Трудове на ХМС*, т. IV, София.
- Киров, К.** (1957) Принос към атмосферно-динамичното климатично райониране на България. *Хидрология и метеорология*, кн. 1. София.
- Киров К., Св. Станев, В. Маринов** (1957) Медицинска метеорология. Том I. Физически основи. София
- Климатичен атлас на НР България** (1956) Редактори: Кръстанов, Л., Л., Събев, Министерство на земеделието, Хидрометеорологична служба, Главно управление по геодезия и картография, София.
- Климатичен справочник за НР България** (1959). (Общ под редакцията на Любен Събев). Изд. Наука и изкуство. С.
- Климатичен справочник на НР България, том I** (1978) Слънчева радиация и слънчево греене. Редактор Ст. Лингова. Издателство „Наука и изкуство“, София, стр. 99.
- Климатичен справочник на НР България, том II** (1979) Влажност на въздуха, мъгла, хоризонтална видимост, облачност и снежна покривка. Редактор М. Кючукова. Издателство „Наука и изкуство“, София, стр. 811.
- Климатичен справочник на НР България, том III** (1983) Температура на въздуха, температура на почвата, слана. Редактор М. Кючукова. Издателство „Наука и изкуство“, София, стр. 440.
- Климатичен справочник на НР България, том IV** (1982) Вятър. Редактор М. Кючукова. Издателство „Наука и изкуство“, София, стр. 382.
- Колева, Ек., Р., Пенева** (1990) Климатичен справочник том V, „Валежи в България“. Издателство на БАН, стр. 196, София.
- Климатичен справочник на НР България, том VI** (1986) Интензивни дъждове в НР България. Редактор: М. Кючукова. Издателство на Българската Академия на Науките, София, стр. 272.
- Климатични промени** (2010) В. Александров (ред.), НИМХ.
- Колева, Ек.** (1981) Многогодишни колебания на валежите и температурите на въздуха в България. *Х. и М.*, кн. 2, 69–76.
- Колева, Ек.** (1983) Пространствено разпределение на полето на валежите в България, *Х. и М.*, кн. 1.
- Колева, Ек.** (1984) Разпределение на месечните суми на валежите. *Х. и М.*, № 2.
- Колева, Ек.** (1986) Пространствено и временно разпределение на валежите в България. Кандидатска дисертация, София.



- Колева, Ек.** (1987) Многогодишни колебания в хода на температурата на въздуха и валежите в България. *Проблеми на мет. и хидр.*, кн. 2, 27–40.
- Колева, Ек.** (1991) Колебания на климата в България, в „Климатът на България“, 467–477.
- Колева, Ек., Р., Пенева** (1990) Климатичен справочник том V, „Валежи в България“. Издателство на БАН, стр. 196, София.
- Корчева, А., Г. Корчев** (1993) Синоптични обстановки, свързани с щормови значения на ветровото вълнение в западната част на Черно море. Втора научно практическа конференция за защита на населението от бедствия и аварии.
- Кръстанов, Л.** (1934) Нови насоки в дейността на Централния метеорологичен институт. В юбилейния сборник “Дирекция на метеорологията (ЦМИ) 40-годишна дейност. 1894-1934”.
- Кръстанов, Л.** (1939) Върху поройните дъждове. *Известия на Българското географско дружество*, кн. 7, София.
- Кръстанов, Л.** (1943) Същност и методи на климатологията. *Трудове на ЦМИ*, II.
- Кръстанов, Л.** (1951) Климатичен наръчник за България. София.
- Кръстанов, Л., Л. Събев** (1956) Климатичен атлас на НР България. Министерство на земеделието, Хидрометеорологична служба, Главно управление по геодезия и картография, София.
- Кръстев, Л.** (1977) Някои резултати от изследването на лавините в Мальовишката долина през I-II 1971. *Х. и М.*, № 6.
- Кръстев, Л.** (1980) Лавинната опасност в Осогово. *Х. и М.*, № 1.
- Кръстев, Л., Ек. Колева** (1981а) Продолжителност залегания снежното покровка на територии НР Болгарии. В: IX Международная конференция по метеорологии Карпат., Краков.
- Кръстев, Л., Ек. Колева** (1981б) Снежны покров в горах Рила. В: IX Международная конференция по метеорологии Карпат., Краков.
- Кукуларов, П., В. Пеев** (1969) Климатично влияние на полезащитните горски пояся върху вятъра. *Х. и М.*, № 3.
- Кючукова, М.** (1955) Абсолютна влажност в България. *Тр. ХМС*. IV.
- Кючукова, М.** (1959) Върху дефицита на влажността на въздуха в България. *Х. и М.*, № 5.
- Кючукова, М.** (1972) Върху изпарението от водна повърхност в България. *Изв. ИХМ*, XIX.
- Кючукова, М.** (1974) Развитие на климатологията през последните тридесет години. Информационен бюлетин - юбилеен. Изд. УХМ-БАН. 19–23.
- Кючукова, М., П. Иванов** (1975) Възможности за използване на вятъра в България като източник на енергия. *Х. и М.*, кн. 6.
- Кючукова, М., Ст. Лингова** (1960) Климатът на някои райони на България, изразен чрез времето. *Трудове на ХМС*, т. VI.
- Кючукова, М., Колева Ек.** (1987) Оптимизация на метеорологичната мрежа в България, *Проблеми на метеорологията и хидрологията*, кн. 1.
- Лаловски, Хр., Благоев Хр.** (1956а) Континентални нахлувания в България в България през лятото. *Х. и М.*, кн. 6.
- Лаловски, Хр., Благоев Хр.** (1956б) Континентални нахлувания в България в България през пролетта. *Х. и М.*, кн. 2.
- Лаловски, Хр., Благоев Хр.** (1958) Антициклонален тип време в България. *Хидрология и Метеорология*, кн. 1: 14–20.
- Латинов, Л.** (2006) Синоптични условия за снежни бури, поледици, смерч и прашни бури в България. Изд. ЛИТО Балкан АД, София, 191 стр.
- Лингова, Ст., Л. Златкова, А. Ценкова, Ю. Иванчева** (1985) Микроклиматични проучвания в народен парк Витоша. В сб. Доклади II Международен симпозиум по програма МАБ, ЮНЕСКО, София.

- Лингова, Ст.** (1963) Върху радиационния и топлинен баланс на НР България. *Тр. ИХМ*, XV.
- Лингова, Ст.** (1978) Върху статистическата структура на полето на продължителността на слънчевото греене. *Х. И М.*, год XXVII, кн. 1.
- Лингова, Ст.** (1981) Радиационен и светлинен режим на България. Издателство на БАН, София. 227 стр.
- Лингова, Ст., Г. Петрунов** (1981) Разпределение на слънчевата ултравиолетова радиация в България. *Списание на БАН*.
- Лингова, Ст., Л. Златкова, А. Ценкова, Ю. Иванчева** (1987) Експедиционни микроклиматични проучвания при планински условия. *Проблеми на метеорологията и хидрологията*, кн. 3.
- Лингова, Ст., Ю. Иванчева** (1982) Относно радиационния режим в Разлог. *Х. и М.*, кн. 2.
- Лингова, Ст., Г. Петрунов** (1988) Закономерности в разпределението на ултравиолетовата радиация в България. Сб. на симпозиума "Физика – селско стопанство", София.
- Лингова, Ст., Я. Лукач, Д. Билчик** (1989) Изследване некоторых характеристик продължителности слънечного сияния, свързани с хелиоенергетикой. *Meteor. Zeit*, Berlin.
- Лингова, Ст., Иванов П.** (1994). Комплексът слънчева радиация-вятър и строителното проектиране в България. *Строителство*, кн. 1.
- Маринов, В.** (1967) Нов метод за характеризиране на топлинното уравнивяване на човешкия организъм към въздушната среда. Дисертация за кандидат на науките. ВАК.
- Маркова, Б.** (2013) Влияние на условията в околната среда върху развитието на гръмотевичните облаци над Източна България. Афтореферат на дисертация за придобиване на ОНС „доктор”. Катедра „Метеорология и геофизика”, ФФ, СУ „Св. Кл. Охридски”.
- Мартинов, М.** (1966) Някои особености на циклогенеза в района на Балканския п-в и Средиземноморието. *Х. и М.*, № 6.
- Мартинов, М.** (1968) Преместване на циклоните над Балканския п-в и Средиземно море и връзката им с баричното поле във височина. *Х. и М.*, № 5.
- Мартинов, М.** (1970) Особености на преместване на циклоните в района на Балканския п-ов и Средиземноморието, *Известия ИХМ*, т. XVIII. Изд. БАН. 37–70.
- Мартинов, М., В. Габракова, Г. Денева** (1972) Синоптични условия за градушки в България. *Изв. на ИХМ*, т. XXI.
- Мартинов, В.** (1964) Условия за циклогенез над България и Балканския полуостров под влияние на южни депресии, *Известия ИХМ*, том III, 67–81.
- Михайлов, К.** (1940а) „Бурите в Черно море”. *Изв. Метеор. служба във войската*, № 1.
- Михайлов, К.** (1940б) „Въздушните маси над България”. *Изв. Метеор. служба във войската*, № 1.
- Михайлов, К.** (1941) „Принос към изграждане на динамическата климатология на България”. *Изв. Метеорологична служба във войската*, № 2.
- Моралийски, Е., Ст. Стоянов, Др. Янев** (1976) Относно отлагането на скреж в планински условия. *Х. и М.*, кн. 2.
- Моралийски, Е.** (1976) Отоплителен период и оценката му върху територията на НРБ. *Х. и М.*, кн. 6.
- Моралийски, Е.** (1977) Статистическа структура на полетата на месечните абсолютни максимални и минимални температури на въздуха в България. *Х. и М.*, кн. 1.
- Моралийски, Е.** (1978). Обезпеченост на месечните и годишните абсолютни минимални и максимални температури на приземния въздух в България. *Х. и М.*, кн. 6.

- Моралийски, Е., П. Иванов** (1979) Райониране на територията на НРБ по снегово натоварване. *Х. и М.*, кн. 2.
- Моралийски, Е., В. Морозов** (1979) Възможности за отчитане на кондуктивните топлинни загуби при нестационарен режим на температурата на външния въздух. *Х. и М.*, кн. 6.
- Моралийски, Е.** (1980а) Метод за определяне на комбинираното скрежо- и ветрово натоварване върху проводниците на електропровод при планински условия. *Х. и М.*, кн. 1.
- Моралийски, Е.** (1980б) Кондуктивни топлинни загуби на сградите в България с различна обезпеченост. *Х. и М.*, кн. 4.
- Моралийски, Е.** (1981а) Върху временната статистическа структура на часовите стойности на приземната температура на въздуха в България (Денонощен ход). *Х. и М.*, кн. 5.
- Моралийски, Е.** (1981б) За икономическата ефективност вследствие по-коректното отчитане влиянието на метеорологичните фактори върху режима на отопляваните сгради в България. *Х. и М.*, кн. 6.
- Моралийски, Е.** (1984а) Междугодишна променливост и обезпеченост на характеристиките на отоплителния период в НРБ. *Х. и М.*, кн. 2.
- Моралийски, Е.** (1984б) Оценка на косия дъжд в София. *Х. и М.*, кн. 6.
- Моралийски Е.** (1985) Отоплителният сезон в НРБ. *Енергетика*, кн. 1.
- Моралийски Е.** (1987) Норми на характеристиките на отоплителния период в България. *Проблеми на метеорологията и хидрологията*, кн. 1.
- Моралийски Е., А. Гочева** (1987) Комплексен подход при райониране и стандартизиране на климатичните параметри за технически цели. *Стандарти и качество*, кн. 5.
- Моралийски Е., Ан. Гочева** (1989) Райониране на територията на България по натоварване от сняг (карта) и по температурни въздействия (4 карти). *Бюлетин за строителство и архитектура* кн. 4.
- Моралийски Е., Ан. Гочева, П. Иванов** (1990) Някои елементи на климата и значението им за строителното проектиране. *Строителство*, кн. 6.
- Моралийски Е., Ан. Гочева** (1993) Райониране на територията на България по влаго- и топлосъдържание на приземния въздух. *Строителство*, кн. 9.
- Моралийски Е., Цв. Димитров** (1999) Температурен режим на външните стени на жилищни панелни сгради в София. *Строителство*, кн. 5.
- Моралийски Е., Цв. Димитров** (2001) Температурно-влажностни условия в сградата на Националния исторически музей в Бояна през летния период. *Строителство*, кн. 4.
- Моралийски Е., Цв. Димитров** (2002) Радиационен баланс на жилищни панелни сгради в София през топлото полугодие. *Строителство*, кн. 2: 29–32.
- Моралийски Е., Цв. Димитров** (2003) Топлопостъпления, предизвикващи дискомфорт в жилищни панелни сгради. *Строителство*, кн. 4: 21–26.
- Моралийски Е., Цв. Димитров** (2006) Снегово натоварване на територията на България. *Строителство*, кн. 5.
- Моралийски Е.** (2006) Натоварване от вятър на територията на България. *Строителство*, кн. 6.
- Моралийски Е., Д. Николов** (2006) Заскрежаване на цилиндрични елементи в планински условия. *Строителство*, кн. 4.
- Моралийски Е., Д. Николов** (2007) Натоварване от обледяване на територията на България. *Строителство*, кн. 1.
- Моралийски Е., Ц. Димитров, Д. Николов** (2007) Микроклимат и разход на топлинна енергия в жилищни сгради в София през студеното полугодие. *Строителство*, кн. 2.

- Николов Д.** (2014) Обледяване на технически съоръжения в България и други европейски страни. Автореферат към дисертация, ОНС „доктор“, НИМХ.
- Петкова, Н.** (2015) Климатична променливост и изменение на снежната покривка в България, Автореферат към дисертация, ОНС „доктор“, НИМХ.
- Писарски** (1955а) Средиземноморските циклони и влиянието им върху времето у нас I. *Хидрология и Метеорология*, кн. 5: 33–50.
- Писарски** (1955б) Средиземноморските циклони и влиянието им върху времето у нас II. *Хидрология и Метеорология*, кн. 6: 3–15.
- Попова, Т. П., Рункану Т., Тэнцер Т., Шаров В.** (1975) Средиземноморские циклоны в поле облачности. Гидрометеоиздат, Ленинград.
- Радев, Ж.** (1908). Няколко бележки върху климата на град Бургас. *Годишник на Софийския университет*, кн. 2.
- Раевски А., П. Иванов** (1983) Максимальные скорости ветра различной обеспеченности и ветровые нагрузки на территории Болгарии. Сб. “Метеорология, климатология и гидрология”. Изд. „Вища школа”, СССР, Киев, вып. 19.
- Райнов, Р.** (1919) Фьон и бора в България. София.
- Райнов, Р.** (1925) Гръмотевици и градови условия в България. *Год. СУ, XXI*, № 1: 33–73.
- Сборник статии** (1938) Столична голяма община. Климатът на София. 50 години метеорологични наблюдения във София 1887–1937. Печатница на Т.Т. Драгиев и с-ие. София, XII. 1938 г., стр. 145.
- Славейков, Ал., Медарова, В.** (1931) Крайните температури в България, календар на ЦМИ, София.
- Симеонов, П.** (1980) Сезонен режим на дните с градушки в райони от Западна България. *Хидрология и метеорология*, 4: 62–68.
- Симеонов, П.** (1984) Върху режима на градовите явления в Горнотракийската низина. *Хидрология и метеорология*, кн. 6.
- Симеонов, П.** (1986) Комплексен режим на градови процеси и ефект от въздействията върху тях. Кандидатска дисертация, София.
- Симеонов П., Тодоров В., Тошев И.** (1989) Набиране, анализ и извеждане на пространствено-временни характеристики на мълниеностната дейност в НРБ за периода 1956–1985 г. Научно-технически отчет, № 82578039 НАЦИД, АИС „Сирена”.
- Симеонов П., Боев П., Петров Р., Сираков Д., Андреев В.** (1990) Проблеми на борбата с градушките. Унив. Изд. „Климент Охридски”, София, 314 стр.
- Спасова, З., Ц., Димитров** (2014) Универсален термален климатичен индекс и връзката му с пътно-транспортните произшествия. *Социална медицина*, година XXII, том. 1, кн. 4.
- Сдружение „Научно дружество по социална медицина, информатика и здравен мениджмънт“**, Издателство на Медицински университет „проф. д-р Параскев Стоянов“, гр. Варна, ISSN: 1310-1757, стр. 12–15.
- Стайков Ст.** (1914) Вертикално разпределение на температурата в България. *Списание на физико-математическото дружество*, кн. 5.
- Стайков, Ст.** (1912) Вертикално разпределение на температурата в България. *Списание на физико-математическото дружество*, кн. VIII.
- Станев, Св.** (1950) Разпределение средните месечни температури в Б-я. *Тр. ЦМИ*, III.
- Станев Св.** (1952) Измерване на заскрежаването на телефонния проводник на Черни връх. *Хидрология и метеорология*, кн. 5.
- Станев, Св.** (1955) Върху режима на температурата в България. Трудове на ХМС, том. IV, Държавно издателство „Наука и изкуство“, София.
- Станев, Св., Ап. Сотиров** (1962а) Резултати от експедицията по проучване снежните запаси във водосборния басейн на яз. Бели Искър. *Х. и М.*, № 4.



- Станев, Св., Ап. Сотиров** (1962б) Върху прогнозата на пролетния приток в яз. Искър. *Трудове ИХМ*, т. XII.
- Станев, Св.** (1964) Поглед върху развитието на климатологията. *Х. и М.*, № 4: 14–18.
- Станев, Св.** (1965) Изменение заскрежаването на проводници при увеличаване височината над земната повърхност. *Х. и М.*, № 1.
- Станев, Св.** (1966) Върху режима на заскрежаване на въздушен проводник на Черни връх. *Изв. ИХМ*, VII.
- Станев, Св., П. Христов** (1967) Бележита годишнина (80 години от създаването на първата българска метеорологична станция). *Х. и М.*, год. XVI, № 1: 53–55.
- Станев Св., П. Христов** (1968) Върху режима на силните ветрове в Б-я. *Тр. ИХМ*, XIII.
- Станев, Св., Е. Моралийски** (1981) Върху отлагането на скреж при планински условия. *Българско списание по метеорология и хидрология*, кн. 6.
- Станев, Св. и кол.** (1987) Заскрежаване на електропроводите в планински условия. *Проблеми на метеорологията и хидрологията*, кн. 2.
- Станев, Св., М. Кючукова и Ст. Лингова /ред./** (1991) *Климатът на България*. София, Издателство на Българската академия на науките, стр. 499.
- Станева, Б.** (1955а). Върху режима на снежната покривка в България. *Трудове на ХМС*, том. IV.
- Станева, Б.** (1955б) Режим на гръмотевичните бури в България. *Трудове на ХМС*, том. IV.
- Станчев, К.** (1953) Южните циклони, преместването им през Балканския полуостров и времето, което обуславят у нас. *Хидрология и метеорология*, № 3: 19–39.
- Станчев, К.** (1959) Развитие на аерологията в България. *Х. и М.*, № 4.
- Станчев, К.** (1964а) Развитие на изследванията по строежа на атмосферата над България. *Х. и М.*, № 4: 37–42.
- Станчев, К.** (1964б) Върху честотата и териториалното разпределение на градушките в България. *Х. и М.*, № 2.
- Станчев, К.** (1965) Атмосферните фронтове и градушките. *Х. и М.*, кн. 6: 14–22.
- Станчев, К.** (1968) Състояния на атмосферата, благоприятстващи развитието на градоносни облаци над България. *Известия на ИХМ*, V: 5–29.
- Станчев, К., Симеонов П.** (1974) Режим на градобитността в един мезорайон. *Хидрология и метеорология*, г. XXIII, 3: 53–67.
- Станчев, К.** (1964в) Атмосферните фронтове и градушките. *Х. и М.*, кн. 4.
- Станчев, К.** (1965) Състояние на атмосферата, благоприятстващо развитието на градоопасни облаци над България. *Изв. ИХМ*, V.
- Станчев, К.** (1967) Условия выпадения града в Болгарии. Исследования по физике облаков и активным воздействиям на погоду. М.
- Станчев, К.** (1968) Термодинамична характеристика на въздушните маси при градови процеси над България. *Изв. ИХМ*, XV.
- Станчев К., Р. Петров, П. Боев** (1972) Аеролого-синоптичен анализ на един мощен градов процес. *Х. и М.*, № 3.
- Стефанов, С., Лаловски Хр.** (1954) Синоптични условия за замръзване и размръзване на на р. Дунав, *Х. и М.*, кн. 3: 73–80.
- Стефанов, С.** (1959) Синоптични условия за добра и лоша хоризонтална видимост над България. *Трудове на ИХМ*, том 3.
- Стефанов С., Сл. Матеев, Хр. Лаловски, Ас. Писарски, Й. Кънчев, К. Дончев** (1960) Типове време над България. *Трудове на ИХМ*, т. VII. С. ДИ “Наука и изкуство”. 146 с.
- Стефанов, Ст.** (1961а) Синоптични обстановки на продължителни и интензивни валежи и застудявания през периода май-септември на България. *Трудове на ИХМ*, том. XI: 1–87.

- Стефанов, Ст.** (1961б) Върху някои особености на месечните и сезонните суми на валежите за определени месеци през периода 1899–1958 г. *Х. и М.*, кн. 2.
- Стефанов, С., Н. Гюдев, Р. Божков** (1961). Мразовете в България и борбата с тях. С.
- Стефанов, С.** (1966) Особенности в годишния ход на баричния релеф над България и някои отражения на времето. *Х. и М.*, кн. 5.
- Стефанов, С.** (1966) Особенности на баричния релеф над България. *Х. и М.*, кн. 3.
- Стефанов, С., М. Мартинов, В. Анастасова** (1968б) Топли нахлувания над България. *Известия на ИХМ*, т. 15: 17–49.
- Стефанов, С., М. Мартинов, Р. Селиктар** (1968а) Студени нахлувания над България. *Известия на ИХМ*, т. 13: 51–102.
- Стойчева, А., С. Евтимов** (2014) Диагностика на мъглите в София през периода 1992–2012 година. *Годишник на СУ „Св. Климент Охридски“*, ФзФ, **107**: 132–145.
- Събев, Л.** (1955) Разпределение и годишен ход на облачността в Б-я. *Тр. ХМС*, IV.
- Събев, Л.** (1959) Климатологията в ХМС през последните 15 години. *Х. и М.*, № 4.
- Събев, Л., Ат. Танев** (1970) Основното в пространственото разпределение и годишния ход на ниската облачност в България. *Изв. Геофиз. Инст.*, XVI.
- Събев, Л., Св. Станев, Р. Божков** (1963). Върху режима на късните пролетни и ранните есенни мразове в България. *Тр. ИХМ*, XV.
- Събев, Л.** (1959) Климатичен справочник на НР България. София.
- Събев, Л., Св. Станев** (1959) Трудове на Института по хидрология и метеорология, том V: Климатичните райони на България и техният климат. Държавно издателство „Наука и изкуство“, София, стр. 174.
- Събева, М.** (1963) Бризата по Черноморското крайбрежие на България. *Тр. ИХМ*, Том XV, Метеорология: 113–138.
- Събева, М.** (1955) Режим на вятъра в България. *Трудове на ХМС*, том IV.
- Събева, М., Р., Божков** (1965). Върху суховейните ветрове и суховейното време в България. *Известия на ИХМ*, IV.
- Събева, М.** (1968) Климатични параметри на сушиите в България, в „Суша, природа и напояване, режим на земеделските култури в България“, 13–50.
- Тодоров, Т. Г.** (1952) Значение и задачи на биометеорологията у нас. *Х. и М.*, кн. 1: 21–27.
- Тодоров, Т. Г.** (1953) Върху някои критични бележки относно историческото развитие, организацията и задачите на биометеорологичния отдел на ХМС. *Х. и М.*, кн. 1-2: 27–34.
- Тодорова В.** (2015) Особенности на климата по българското черноморско крайбрежие и връзка с атмосферната циркулация в Атлантико-Европейския район. Афтореферат на дисертация за получаване на ОНС „доктор“, НИМХ.
- Трифонов, В., Л. Трифонова** (1988) Типизация на синоптичните ситуации за силно вълнение по българското черноморско крайбрежие. Проблеми на географията.
- Хрешкович, Е.** (1955). Режим на снежната покривка в България. *Трудове на ХМС*, том IV.
- Христов П., Ат. Танев** (1970) Климатът на София. С.
- Христов, П.** (1971) Планинска бриза в София. *Хидрология и метеорология*, кн. 2.
- Христов, П., А., Писарски** (1956) Един случай на твърде интензивен валеж в България. *Хидрология и метеорология*, кн. 3.
- Чапанов, Ц., А., Драгиева** (1968) Върху някои особености на фьона в Софийско. *Хидрология и метеорология*, кн. 5.
- Шаров, Вл., Хр. Благоев, Б. Стоянова, М. Стефанова** (1963) Трайност на антициклоналния тип време над България. *Хидрология и Метеорология*, кн. 6: 10–20.
- Янков, К.** (1930) Поглед назад. В “Астрономичен и климатичен календар, 1930”. Изд. Дирекция на метеорологията. М-во на земеделието. 7–12.

- Янков, К.** (1931) Организация на метеорологичната служба в България. В сборник “Календар на Дирекцията на метеорологията за 1931 г., 7–27.
- Янков, К.** (1934) Исторически погледъ. В юбилеен сборник “Дирекция на метеорологията (ЦМИ) 40-годишна дейност. 1894-1934”.

## ГЛАВА: 1.2, 2.2, 3.2, 4.2

- \*\*\* Инструкция за извършване на фенологични наблюдения, 1957. ХМС, 71 с.
- \*\*\* Агроклиматичен атлас на България, 1982. ГУГК, 117 с.
- \*\*\* Агроклиматичен гошеник (1958-1983), УХМ. ГУХМ, 98 с.
- \*\*\* Агроклиматичен справочник на НР България (1960)
- \*\*\* Агрометеорологични годишници от 1958 до 1983 УХМ.
- \*\*\* Дати на настъпване на фенофазите при селскостопанските култури, София, 1983.  
I част – полски и зеленчукови култури – 313 с.; II част овощни видове – 247 с.
- \*\*\* Земеделско метеорологичен бюлетин (1900-1970). ХМС, 202 с.
- \*\*\* Инструкция за извършване на фенологични наблюдения, 1957. ХМС, 71 с.
- \*\*\* Методични указания за съставяне на агрометеорологични прогнози, 1975. УХМ, 167 с.
- \*\*\* Упътване за фенологични наблюдения, 1984
- \*\*\* Упътване за агрометеорологични наблюдения, 1960, редактор А. Вангелов, 142 с.
- \*\*\* Фенологичен атлас, 1960. ХМС, 31 с.
- \*\*\* Месечен земеделски метеорологичен бюлетин, от 1899 до 1970 г.

**Alexandrov V.** (1993) Long-term variations of rainfall during crowing seasons of some crops in Bulgaria, Precipitation variability and Climate change, B. Sevruc & M. Lapin (eds.), Proc. of Symp. on Precipitation and Evaporation, Vol. 2, Bratislava, Slovakia, 20-24 September, 1993.

**Alexandrov V., G. Georgiev, N. Slavov** (1993) CERES – Maize Model as an Approach for Simulation of Maize Growth Development and Yield. *BJMH*, 4(4): 164–169.

**Alexandrov V., N. Valkov** (1993) A simple stochastic model of climate for calculation of crop productivity, *BJMH*, 4(3): 132–139.

**Alexandrov V. A.** (1995) Climate variability and drought in Bulgaria, Water Resources Management under Drought or Water Shortage Conditions, Tsiourtis (ed.), Balkema, Rotterdam, ISBN 90 54 10 534 8, pp. 35–42.

**Alexandrov V. A., G. Hoogenboom** (2000) The impact of climate variability and change on crop yield in Bulgaria. *Agricultural and Forest Meteorology*, 104: 315–327.

**De Martonne, E.** (1925) Aréisme et indice aridite, *Compte Rendu de L'Acad. Sci., Paris*, 182: 1395–1398.

**De Wit A. J. W., H. L. Boogaard and C. A. van Diepen** (2004) Using NOAA–AVHRR estimates of land surface temperature for regional agrometeorological modelling. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5(3): Sept. 187–204.

**Eitzinger J., S. Thaler, S. Orlandini, P. Nejedlik, V. Kazandjiev, V. Vucetic, T. H. Sivertsen, D. T. Mihailovic, B. Lalic, E. Tsiros, N. R. Dalezios, A. Susnik, Christian Kersebaum K. C., N. M. Holden, R. Matthews** (2008) Agroclimatic Indices and Simulation Models, in “Survey of Agrometeorological Practices and Applications in Europe, Regarding Climate Change Impacts”, ESF, COST 734, 15-114 p.

**Eitzinger J., S. Thaler, S. Orlandini, P. Nejedlik, V. Kazandjiev, T. Håkon Sivertsen, D. Mihailovic** (2009) Applications of agroclimatic indices and process oriented crop simulation models in European agriculture. *IDŐJÁRÁS*, 113(1-2): 1–12.

**Georgiev G., V. Alexandrov, N. Slavov** (1993) Initial calibration and validation of a winter wheat simulation model in Bulgaria. *BJMH*, 4(4): 205–211.

**Georgieva, V., M. Moteva, V. Kazandjiev** (2006) Impact of climate change on water supply probability of winter wheat in Bulgaria. *Agriculturae Conspectus Scientificus Journal*, 72(1): 39–44.

**Georgieva V., M. Moteva, V. Kazandjiev** (2007) Impact of Climate Change on Water Supply Probability of Winter Wheat in Bulgaria. *Agriculturae Conspectus Scientificus Journal*, 72(1): 39–44.



- Georgieva, V., M. Moteva, V. Kazandjiev** (2009) Contemporary Water Supply of Winter Wheat in Southern Bulgaria. Proc. XXXIII CIOSTA, CIGR V Conference “Technology and Management to Ensure Sustainable Agriculture, Agro-Systems, Forestry and Safety”, 17-19 June, 2009, Reggio Calabria, Italy 1265–1270.
- Georgieva, V., V. Kazandjiev, M. Moteva** (2011) Soil moisture regime of Chernozems Bulgaria and the water supply of winter wheat crops. Proc. GeoMed2010 2nd International Geography Symposium, 2-5 June, 2010, Kemer, Antalya, Turkey, 53–63.
- Georgieva V.** (2015) Soil Water Content Dynamics and Climate Change Impact, *Journal of Balkan Ecology*, **18**(3): 239–257.
- Hoogenboom, G.** (2000) Contribution of agrometeorology to the simulation crop production and its application. *Agricultural and Forest Meteorology*, **103**(1): 137–157, DOI: [10.1016/S0168-1923\(00\)00108-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(00)00108-8).
- Hoogenboom Gerrit, Jeffrey W. White and Carlos D. Messina** (2004) From genome to crop: integration through simulation modeling. *Field Crops Research*, **90**(1): 145–163.
- Kazandjiev, V., M. Tzalev, E. Staneva** (1995) Reproduction of San Jose Scale (*Quadraspiditus perniciosus* Comst.; Homoptera: Diaspididae) in Bulgaria in Dependence of the thermal conditions. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, **1**: 247–252.
- Kazandjiev V., N. Slavov** (2006a) Агроеметеорологичните условия и фенологичното развитие на бялата акация (*Robinia pseudoacacia* L.) и бука (*Fagus silvatica* L.) у нас, “Global Changes and Regional Challenges” International Scientific Conference dedicated to the International Earth Day And the Day of the Faculty of Geology and Geography Sofia, Bulgaria, 28-29 April 2006, pp. 160–165.
- Kazandjiev V., N. Slavov** (2006b) Phenological Development as Indicator of Meteorological Conditions, Proceedings of BALWOIS Conference-CD version, Ohrid 24-26 May 2006. [https://balwois.com/wp-content/uploads/old\\_proc/ffp-853.pdf](https://balwois.com/wp-content/uploads/old_proc/ffp-853.pdf)
- Kazandjiev V., V. Georgieva** (2006b) WOFOST Model Calibration for some Cereal Crops in Bulgaria, 8-th Conference on Meteorology – Climatology and Atmospheric Physics COMECAP 24-26 May 2006, Athens, vol. C pp. 97–102.
- Kazandjiev V.** (2008) Climate Change, Agroclimatic Resources and Determination regions with constrains in Bulgaria, in “The Future Development of Agriculture in Bulgaria”, Sirius, V. Tarnovo, pp. 139–154.
- Kazandjiev V.** (2010) Indices for characterization thermal and moisture conditions in Bulgaria during 1971-2005 period. *Bulgarian Journal of Meteorology and Hydrology*, **15**(3): 82–92.
- Kazandjiev V., M. Moteva, V. Georgieva,** (2010) Climate Change, Agroclimatic Resources and Agroclimatic Zoning of agriculture in Bulgaria, *Agricultural engineering*, **3**: 109–116.
- Kazandjiev V., V. Georgieva** (2010) Future state of the Climate Change, Mitigation and Development of Sustainable Agriculture in Bulgaria, 579, Proceedings of BALWOIS 2010, Full text in CD-version.
- Kazandjiev V., P. Dimitrov, K. Vegh, M. Moteva, V. Georgieva** (2011) Climate Change, Mitigation of Consequences and Development of Sustainable Management of Agriculture in Bulgaria, Proceedings of 20-th International Scientific Conference – Agrarian perspectives, Prague, Czech republic, pp. 299–307.
- Kazandjiev V., V. Georgieva, Sn. Balabanova, P. Malasheva** (2020) Determination of Drought Vulnerable Regions in Bulgaria during Contemporary Period. *Journal of Balkan Ecology*, **1**: 5–20.
- Moteva M., V. Kazandjiev, V. Georgieva** (2008). Interaction between the Meteorological Parameters in FAO 56 Penman-Monteith Equation and the Reference Evapotranspiration Estimates, Conference “Global Environmental Change – Challenges to Science and Society in Southwestern Europe” CD version.

- Moteva, M., V. Georgieva, V. Kazandjiev, P. Dimitrov** (2009) Atmospheric water supply for the potential evapotranspiration in Bulgaria. ICID 23rd ERC 2009 “Progress in Managing Water for Food and Rural Development”, 18-24 May, Lviv, Ukraine, CD Version.
- Moteva, M., V. Kazandjiev, V. Georgieva** (2009) Assessment of the contemporary hydrothermal conditions for crop growing in Bulgaria. Proc. Int. Conf. “Soil Tillage and Ecology”, 1-5 Sept., Albena, Bulgaria, 134–141.
- Moteva, M., V. Kazandjiev, V. Georgieva** (2010a) Climate change and the hydrothermal and the evapotranspiration conditions in the planning regions of Bulgaria. Proc. 14th Intern. Wat. Tech. Conf. IWTC 2010, 21-23 March, Cairo, Egypt, 3–14.
- Moteva, M., V. Kazandjiev, V. Georgieva** (2010b) Climatic Factors and the Ground Water Table in Eastern Sofia Field, Bulgaria. Proc. International Conference on Water Observation and Information System for Decision Support, 25-29 May, Proceedings of BALWOIS 2010, full text in CD version.
- Moteva M., V. Kazandjiev, G. Kostadinov, V. Georgieva** (2011a) Evapotranspiration Demand on the Territory of Bulgaria, XXXIV CIOSTA, CIGR V Conference, Viena, Austria, Abstracts 613, full text CD version.
- Moteva, M., V. Kazandjiev, Zh. Zhivkov, V. Georgieva, I. Georgieva** (2011b) Irrigation Scheduling on the Base of Differently Estimated Crop Evapotranspiration. *Journal of Agricultural Machinery Science*, 7(3): 225–230.
- Perarnaud Victorine, Bernard Seguin, Eric Malezieux, Michel Deque and Denis Loustau** (2005) Agrometeorological Research and Applications Needed to Prepare Agriculture and Forestry to 21st Century Climate Change. *Climatic Change*, 70(1-2): May.
- Popova Zornitsa and Milena Kercheva** (2005) CERES model application for increasing preparedness to climate variability in agricultural planning-risk analyses. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 30(1-3): 117–124.
- Rosenzweig C., K. M. Strzepek, D. C. Major, A. Iglesias, D. N. Yates, A. McCluskey and D. Hillel** (2004) Water resources for agriculture in a changing climate: international case studies. *Global Environmental Change Part A*, 14(4): 345–360.
- Roumenina E., V. Kazandjiev, G. Stancalie** (2011) Methodological Requirements for Testing Proba-V and Vegetation Data for Agricultural Applications in Bulgaria and Romania, 72 p., Academic Publishing House prof. Marin Drinov, Sofia 2011 ISBN 978-954-322-483-8.
- Selyaninov, G.T.** (1937) Methods of Climate Description to Agricultural Purposes. In: World Climate and Agriculture Handbook, Leningrad–Moscow.
- Sivakumar M. V. K., H. P. Das, O. Brunini** (2005) Impacts of Present and Future Climate Variability and Change on Agriculture and Forestry in the Arid and Semi-Arid Tropics. *Climatic Change*, 70(1-2): 31–72.
- Slavov N., G. Georgiev, V. Alexandrov** (1996) Agrometeorological methods for assessment of maize and winter wheat growth in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2: 179–186.
- Slavov N., V. Alexandrov** (1997) Influence of the global climate change on agroclimatic resources in Bulgaria. *Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences*, 50(2): 31–34.
- Slavov N., V. Kazandjiev** (2003) Phenological Development Investigation of Common Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) Trees in Bulgaria. *J. Silva Balcanica*, 5(2): 61–70.
- Somot S., Spiridonov V., P. Marquet., M. Deque** (2002) Climate version of the LAM ALADIN, Workshop on Regional Climate Modeling, MAGMA EC Project No EVG3-CT-2002-80006, Prague.
- Spiridonov V., A., Braun, M. Deque, S. Somot** (2004) High resolution climate adaptation of ERA40 data over the Bulgarian domain. Workshop on Regional Climate Modeling, MAGMA EC Project No EVG3-CT-2002-80006, Prague.

- Spiridonov V., Déqué, M., and Somot, S.** (2005) ALADIN-CLIMATE: from the origins to present date. *Aladin Newsletter*: 29.
- Supit I., A. A. Hooijer, C. A. van Diepen** (1994) System description of the WOFOST 6.0 Crop Simulation Model Implemented in CGMS, JRC, EC, 140 p.
- Trnka M., F. Muška, D. Semerádová, M. Dubrovský, E. Ocmánková and Z. Žalud** (2007) European Corn Borer life stage model: Regional estimates of pest development and spatial distribution under present and future climate. *Ecological Modelling*, 207(2-4): 61–84.
- Александров В.** (1998) Влияние на колебанията и изменението на климата върху агроклиматичните ресурси и продуктивността на основни земеделски култури в България, *Списание БАН*, кн. 3-4: 34–43.
- Александров В., П. Симеонов, В. Казанджиев, Г. Корчев, А. Йотова** (2010) Климатични промени, 44 стр.
- Антипов-Каратаев, И. Н., и др.** (1960) Почвите в България, Земиздат, 527 с.
- Божков, Р.** (1962) Синоптични условия за опасни застудявания през пролетта и есента и методи за тяхното предсказване. *Трудове на ИХМ*, т. III: 111–138.
- Будько М. И.** (1971) Температура деятельной поверхности и ее биологическое значение. Современные проблемы метеорологии приземного слоя воздуха, Л. Гидрометеоиздат.
- Вангелов А.** /ред./ (1960) Упътване за агрометеорологични наблюдения. ХМС. 142с.
- Вангелов А.** (1960) Относно използването на хидротермоичния коефициент на Селянинов за охарактеризиране на овлажнението на повърхностния почвен пласт. *Хидрология и метеорология*, кн. 2: 37–47.
- Вангелов, А.** (1963а) Есенно-зимно влагонатрупване при канелени горски почви у нас. *Хидрология и метеорология*, кн. 6: 39–49.
- Вангелов А.** (1963б). Относно долната граница на оптималната за растенията почвена влажност. *Х. и М.*, кн. 2: 60–69.
- Вангелов А., Д. Дилков** (1958) За окомерните наблюдения над влажността на повърхностния почвен пласт. *Х. и М.*, кн. 2: 58–65.
- Вангелов, А.** (1964) Върху отношението между “влажността на завяхване” и максималната хигроскопична влага” на почвата. *Х. и М.*, кн. 5: 50–54.
- Вангелов, А.** (1965) Върху водния режим на канелените горски почви у нас и влагообезпечеността на културите, отглеждани върху тях. *Изв. ИМХ*, IV: 95–130.
- Вангелов, А.** (1968) Върху съотношението между “долната граница на оптималната влажност” и “влажността на разкъсване на капилярната връзка на почвата”. *Х. и М.*, кн. 6: 53–58.
- Вангелов, А.** (1971) Относно начините за изразяване на някои водно-физични свойства на почвата. *Почвознание и агрохимия*, 1: 17–24.
- Вангелов, А.** (1965) Върху водния режим на канелените горски почви у нас и влагообезпечеността на културите, отглеждани върху тях. *Изв. ИМХ*, IV: 95–130.
- Вандова, М.** (1969) Върху точността на измерване на влагата в някои почвени разновидности. *Х. и М.*, кн. 5: 43–50.
- Вандова, М., Й. Серкеджиева** (1984) Върху статистическата структура на полето на влажността на почвата при черноземите в Северна България, Сб. Селскостопанска метеорология, II, 77–88.
- Вандова, М., Т. Котовски, Д. Дочев, Й. Георгиев** (1984) Температурни показатели за развитието на прасковата в района на Павликени, Селскостопанска метеорология т. II., София, 114–119.
- Вандова, М.** (1987) Агрометеорологични показатели за развитието на прасковата, формиране на плодовете и условия за отглеждането и в България. Автореферат на кандидатска дисертация, С., 27 с.

- Вандова, М., Ив. Филипов** (1988) Влияние на температурните условия и влажността на въздуха върху темпа на нарастване телото на плодовете при някои сортове праскови. Първа национална научна сесия по Климатология, С., 222–228.
- Вандова М.** (1988) Изискванията на прасковата към температурните условия през вегетационния период и температурни показатели за развитието ѝ. Първа национална научна сесия по Климатология, С., 206–210 с.
- Вандова М.** (1989а) Оценка на агроклиматичните условия във връзка с отглеждането на прасковата през пролетно-летния период в основните райони на промишлено-стоквата ѝ концентрация. "Физика – селскостопанско", т. II, 321–324 с.
- Вандова, М.** (1989б) Оценка на агроклиматичните условия във връзка с отглеждането на прасковата през есенно- зимния период в основните райони на промишлено- стоквата и концентрация. *Селскостопанска метеорология*, т. III: 186–191.
- Вандова, М., Ив. Филипов** (1994) Изисквания на кайсията към температурните условия и температурни показатели за развитието и в Петричко-Сандански микрорайон. Науч. Тр. на V нац. симп. с международно участие "Физика – селскостопанско", С., 23-24. XI, 236–241.
- Вацов С.** (1900) Народна метеорология (Сбирка от български народни поговорки, пословици, правила и предсказания на времето), 79с.
- Велков, В.** (1970) Праскова. "Христо Данов", Пловдив.
- Галева, В., К. Дамянов** (1955) Воднофизични свойства на чернозем смолниците в България. Н. тр. на Института за почвени изследвания "Н. Пушкиров", 2.
- Ганева Б., В. Георгиева** (1967) Температурни условия и за определяне на датата на цъфтене при ябълката. *Х. и М.*, кн. 3: 53–58.
- Ганева Б., В. Георгиева** (1969) Температурни показатели за определяне началото на цъфтеж при някои овощни видове. *Х. и М.*, кн. 2: 33–37.
- Ганева, Б.** (1970) Температурни показатели за прогнозиране развитието и братимостта на пшеницата през време на есенната вегетация. *Изв. ИМХ*, т. XVII: 229–239.
- Ганева Б.** (1973) Влияние на температурните условия върху развитието на зимната пшеница през репродуктивния период и настъпването на основните фенофази при условията на нашата страна. *Х. и М.*, кн. 1: 59–67.
- Ганева Б.** (1976) Агроклиматични условия за отглеждане на някои овощни култури в България, докторска дисертация.
- Ганева, Б.** (1977) Температурните условия и зимната вегетация на пшеницата. Сб. „Селскостопанска метеорология“, т. I, 20–29.
- Георгиева, Я. М.** (1963) Агроклиматични изисквания на пшеницата, царевичката и фасула. Варна, 222 с.
- Дилков, Д.** (1952) Почвената влага и нейното проучване. *Х. и М.*, кн. 2: 18–21.
- Дилков, Д.** (1955) Върху влагонатрупването при черноземите в Северна България. *Х. и М.*, кн. 4: 46–51.
- Дилков, Д.** (1957) Върху водния баланс на типичен чернозем. *Хидрология и метеорология*, кн. 2.
- Дилков, Д.** (1959) Върху влагонатрупването и режима на почвената влага при черноземите в България през пролетта. *Тр. ИХМ*, II: 3–43.
- Дилков, Д.** (1960) Влагопотребление и влагообезпеченост на пшеницата у нас. *Тр. ИХМ*, VIII: 3–48.
- Дилков, Д.** (1965) Върху водния режим на черноземите в Северна България. *Изв. ИХМ*, V: 103–135.
- Дилков, Д., Я. Георгиева** (1966) Воден режим на слабоизлужения чернозем в района на Института по пшеницата и слънчогледа в Добруджа и влагообезпечеността на основните селскостопански култури. *Известия на ИХМ*, т. VIII: 97–130.



- Дилков, Д.** (1968) Зависимост на запасите влага в почвата от метеорологичните условия и развитието на пшеницата. *Х. и М.*, кн. 3: 3–12.
- Дилков, Д.** (1969) Почвено-климатичните условия и влагозапасяващият напоиване при черноземите в Северна България. *Х. и М.*, кн. 4: 35–45.
- Дилков, Д., М. Вандова** (1972) Върху водния режим на чернозем смолниците и влагообезпечеността на основните култури, отглеждани върху тях. *Изв. ИХМ*, XX: 207–235.
- Димова Р.** (1960) Влияние на почвеното засушаване през отделните фази от развитието на пшеницата с оглед подхранването и. Сб. н. тр. на ВСИ „Г. Димитров”, Агроном. Ф-т, т. VIII.
- Драганов, Д., А. Атанасов** (1965) Влияние на температурата на въздуха върху настъпването и преминаването на фенофазите при някои овощни видове и сортове. *Градинарска и лозарска наука*, т. II: 3–8.
- Дуков, Д.** (1976) Воден режим на сивите горски почви и влагообезпечеността на пшеница, царевица и люцерна. *Х. и М.*, кн. 3: 23–33.
- Дуков Р.** (1985) Прогнозиране на добивите от соя на базата на система за вземане на решения DSSAT и анализ на временните редове. *Проблеми на метеорологията и хидрологията*.
- Захариев В.** (1992) Народна метеорология. *Природа*, кн. 1: 31–37.
- Илиев И.** (1970) Кайсия, Христо Данов, 190 с.
- Казанджиев В.** (1983) Усилвател за фотометрични измервания. *Х. и М.*, кн. 3: 47–51.
- Казанджиев В.** (1985) Полеви десетканален спектрометър с автоматично регистриране на резултатите от измерванията, сб. Младежки научен принос, т. I, София, БАН, 215–228.
- Казанджиев В., Н. Славов, К. Костов** (1987) Дистанционно определяне влагосъдържанието на почви посредством СВЧ-радиометриране. *Проблеми на метеорологията и хидрологията*, 1: 109–116.
- Казанджиев В., В. Георгиева** (2005) Калибриране на модела WOFOST за прогнозиране на добивите от соя (*Glucine hispida* (Moench) Maxim) за условията на Северна България, доклад на научна конференция по случай 80 години Институт за соята и фуражните култури, 8-9 септември 2005, Павликени, Сб. Научни доклади от юбилейна научна конференция, 244–253.
- Казанджиев, В., М. Мотева, В. Георгиева** (2009) Климатични промени, агроклиматични ресурси и агроклиматично райониране на земеделското производство. Сборник доклади от научна конференция с международно участие “Инженерната наука за устойчиво развитие на земеделието”, 5-7 ноември, по случай 60-годишнината на Института по мелиорации и механизация, София, 105–114.
- Казанджиев В., Руменина Е., Ценов Н., Георгиева В., Жолева Д., Филчев Л., Димитров П., Желев Г.** (2011) Измененията и колебанията на климата и условията за производство на зимна пшеница в Североизточна България. *Field Crops Studies*, VII-2: 195–220.
- Киров К.** (1929) Черният вятър в България. *Сведения по земеделието*, год. X, бр. 5-6: 14–25.
- Киров К. Т.** (1930) Сушата в България. *Сведения по земеделието*, бр. 3-4, март-април: 96–104.
- Киров К. Т.** (1934) Земеделско метеорологична служба. Сб. “40-годишна дейност (1894–1934) на Централния метеорологичен институт”, 42–49.
- Киров К.** (1935) Климатът на соята. *Земеделска практика*, кн. X: 203–206.
- Киров К. Т.** (1936) Земеделска метеорология, значение, задачи, методи. Фенологични наблюдения ч. I. *Земеделска метеорология*, No 64: 1–32.
- Киров К. Т. и Р. Н. Калчева** (1936) Флористичен календар на София и цъфтенето на кайсията в България. *Земеделска метеорология*, No 64: 33–47.

- Кириков К.** (1940) Метеорологични предпоставки за борба със сушата в България. Научна конференция на земеделските опитни институти в България. София, 69–74.
- Кириков, К. Т.** (1943) Метеорологични предпоставки за зимните повреди по посевите. *Тр. на ЦМИ*, т. II: 25–84.
- Кириков К.** (1944/1945) Метеорология и земеделие. *Годишник на Софийския университет, Агрономо-лесовъден факултет*, т. XXIII, кн. 1: 123–143.
- Кириков К.** (1948) Климатологични и агроклиматологични предпоставки за изследване на сушиите в България, Сушата и борбата с нея. Първи сборник на комисията за сушата и агролесохидромелиорациите, изд. БАН, 1–71.
- Кириков К. Т.** (1950а) Принос към изследване на температурния режим в България и неговото значение за растителността. *Сп. на научноизследователските институти при Министерството на земеделието и горите*, кн. 1: 3–30.
- Кириков К. Т.** (1950б) Замръзването на почвата в България. *Год. на ССА „Г. Димитров“*, Агроном. факултет, т. XXVIII, год. 1949/1950, Земеделие, кн. 1: 327–364.
- Кириков, К.Т.** (1952) Принос към историята на земеделската метеорология в България. *Х. и М.*, 34: 32–36.
- Кирияков, К.** (1940) Климатични райони на пшеницата в България. Научна конференция на земеделските опитни институти в България.
- Кирияков К.** (1941) Климатът на пшеницата в България. *Тр. ЦМИ*, т. I: 171–272.
- Кирияков К.** (1943) Изборът на сорта във връзка с климатичните условия. *Сп. на земеделските опитни институти в България*, кн. 3-4: 143–154.
- Кирияков К.** (1944) Припламване на посевите. *Семепроизводство*, кн. 2-3: 80–85.
- Кирияков К.** (1945а) Сушата през 1945 година. *Земеделие*, кн. 7-8: 122–128.
- Кирияков К.** (1945б) Градушките в България. *Земеделие*, кн. 3-4: 52–55.
- Кирияков К.** (1946) Начини и методи за оценка на екологичните условия. София, Секторни съвещания на специалистите в земеделските опитни станции, 23 с.
- Кирияков К.** (1947) Екологични опити с царевица (принос към температурните изисквания на царевичката). *Год. на Пловдивския агрономо-лесовъден факултет*, т. I и II: 50–105.
- Кирияков, К. П.** (1949) Есенната сеитба и климатичните условия в България. Земиздат, София.
- Клещенко А., Н. Славов, Г. Борисоглебский, О. Вирченко, В. Казанджиев, В. Коваленко, Н. Вълков** (1984). Оценка състояния посевов селскостопанских культур по космическим изображениям в двух спектральных диапазонах. *Труды ВНИИСХМ*, вып. 14, Ленинград, Гидрометеоиздат, 47–54.
- Клещенко А., Н. Славов, В. Коваленко, В. Казанджиев** (1988) Методика наземных агрометеорологических измерений на тестовых полях, ГУХМ-Госкомгидромет, София, 17 стр.
- Койнов, В., И. Кабакчиев, В. Бонева** (1998) Атлас на почвите в България, Земиздат, 321 с.
- Кръстанов Л., Е. Хершкович, Пр. Стойчева, К. Кирияков, Д. Дилков, Т. Тодоров, Б. Ганева, Л. Събева, Св. Станев и М. Събева** (1956) Агроклиматично и почвено-климатично райониране на селскостопанските култури: зимна пшеница, ръж, царевица, ечемик, овес, ориз, фасул, слънчоглед, памук, коноп, влакнодаен лен, ориенталски тютюн, захарно цвекло, маслодаен лен, рицин, соя, лалеманция, зеленчуци, картофи, фий, люцерна, крмно цвекло, овощни култури, лоза, в сборника „Райониране на селскостопанските култури и животни“. Земиздат, С., 247 стр. текст и 181 цветни карти.
- Лингова С.** (1955) Върху режима на сланите в България. *Тр. на ИХМ*, т. IV: 177–196.
- Милковски И., Е. Еников, Е. Хершкович** (1969) Почвено-климатично райониране на главните полски култури, С., БАН, 327 с.

- Мотева, М., В. Казанджиев, В. Георгиева** (2010) Влияние на климатичните промени върху еталонната евапотранспирация в България. *Растениевъдни науки*, 2: 181–186.
- Руменина, Е., В. Казанджиев, Г. Желев, П. Димитров, Л. Филчев, В. Георгиева, Д. Жолева** (2011) Мониторинг на зимна пшеница сорт „Енола” на еталонен участък Лозенец. *Field Crops Studies*, VII-2: 221–232.
- Сиротенко О., Н. Славов и Н. Вълков** (1982а) Изследване на водния режим на динамичен модел на царевичен посев. *Х. и М.*, №3: 3–11.
- Сиротенко О., Н. Славов и Н. Вълков** (1982б) Описание на характера на растежа на царевичката посредством динамичен модел. *Физиология на растенията*, т. 6: 474–477.
- Сиротенко О., Р. Дуков** (1984) Моделиране на нарастване на биомаса и почвена влага през вегетацията на слънчогледа. *Селскостопанска метеорология*: 18–24.
- Славов Н.** (1969) Агрометеорологично прогнозиране на срока на сеитба на царевичката. *Растениевъдни науки*, кн. 8: 43–49.
- Славов Н.** (1970а) Влияние на някои агрометеорологични условия върху органогенеза на метлицата на царевичката. *Растениевъдни науки*, кн. 3: 21–29.
- Славов Н.** (1970б) Влияние на някои агрометеорологични условия върху органогенеза на кочана на царевичката. *Растениевъдни науки*, кн. 9: 3–11.
- Славов Н.** (1971) Листообразуването при царевичката в зависимост от температурните условия. *Растениевъдни науки*, кн. 5: 57–64.
- Славов Н.** (1972) Агрометеорологични показатели на развитието на царевичката в репродуктивния период. *Растениевъдни науки*, кн. 1: 3–11.
- Славов Н., В. Казанджиев** (1983) Възможности за използване на дистанционните методи при идентификация на някои почвени типове. *Почвознание и агрохимия*, 1: 3–9.
- Славов Н., И. Колева-Лизама** (1984) Определяне на параметрите на някои биофункции от динамичен модел на пшеничен посев. Сб. *Селскостопанска метеорология*, т. II, 31–39.
- Славов Н., Н. Вълков** (1984) Оперативен метод за определяне на боиметрични показатели и състоянието на почвената влага на царевичен посев при използване на динамичен модел. Сб. *Селскостопанска метеорология*, т. II, 18–23.
- Славов Н., Р. Дуков, Н. Вълков, И. Колева-Лизама** (1984) Проблеми на математическото моделиране продуктивността на агроecosистеми. Сб. *Селскостопанска метеорология*, т. II, 9–17.
- Славов Н., В. Казанджиев, Н. Вълков** (1985) Оценка на състоянието на царевичен посев с помощта на спектрометрични измервания, Сб. *Интензификация и повишаване на качеството на селекцията на царевичката*, София, 531–540.
- Славов Н., Г. Георгиев** (1985) Пресмятане на фотосинтетичната активна радиация (ФАР) по продължителността на слънчевото греене. *Физиология на растенията*, XI (4): 65–71.
- Славов Н., Н. Вълков, Г. Георгиев** (1986) Агроклиматични ресурси на страната, пресметнати с помощта на динамичен модел. Сб. *Физика – селскостопанско производство*, ч. III, 535–540.
- Славов Н., Г. Георгиев** (1990) Многогодишни колебания на продължителността на вегетационния период. *Проблеми на метеорологията и хидрологията*, кн. 7: 70–80.
- Славов Н., Г. Георгиев, В. Александров** (1993) Измерване на биометрични характеристики за математично описание на агроecosистеми. Сб. доклади “Метроагроеко-93”, 133–13.
- Славов Н.** (1995) Оценка на ресурсите продуктивна влага за производство на царевичка в България. *Почвознание, агрохимия и екология*, кн. 1-6: 63–66.

- Славов Н., В. Александров** (1996) Влияние на бъдещото изменение на климата върху агроклиматичните ресурси на България. *Растениевъдни науки*, XXXIII(9): 72–77.
- Славов Н., Г. Георгиев** (1996г) Растеж и формиране на добива от соята при поливни условия. Сб. “Водният проблем в Южна България”, 70–75.
- Славов Н.** (1997) 100 години фенологични наблюдения в България. *ВЖМН*, 8(3-4): 156–163.
- Славов Н., Г. Георгиев** (1997) Агроклиматично райониране на производството на соя в България. *Растениевъдни науки*, т. XXXIV, No 5-6: 18–21.
- Славов Н., В. Александров** (1997) Оценка на агрометеорологичната база данни за развитието на зимната пшеница и царевичата в България. *ВЖМН*, 8(3-4): 140–147.
- Славов Н., В. Александров** (1998) Използване на математични модели на агроекосистеми за управление на устойчиво производство в земеделието. *Почвознание, агрохимия и екология*, год. XXXIII, № 6: 15–19.
- Славов Н., В. Казанджиев** (1998) Метод за пресмятане на сумарната фотосинтетична активна слънчева радиация., Сборник научни доклади от Юбилейната научна конференция с международно участие “70 години Институт за гората”, 6-7 октомври 1998, София, 42–49.
- Славов Н.** (1998) Сто години земеделска метеорология в България. *Списание на БАН*, т. CXI, кн. 3-4: 92–96.
- Славов Н.** (1999) Повече от 100 години земеделска метеорология в България. *ВЖМН*, 10(1-2): 48–56.
- Славов Н., М. Мотева** (2002) Влияние на климатичните промени върху някои характеристики на засушаванията в България. *Екология и бъдеще*, 1(2-4): 31–33.
- Стефанов Ст., Н. Годев, Р. Божков** (1961) Мразовете в България и борбата с тях. С. Земиздат, 159 с.
- Стойчева, А. и Евтимов, С.** (2014) Диагностика на мъглите в София през периода 1992–2012 година. *Годишник на СУ „Св. Климент Охридски”, ФзФ*, 107: 132–145.
- Събев Л., Св. Станев, Р. Божков** (1963) Върху режима на късните пролетни и ранните есенни мразове в България. *Трудове на ИХМ*, т. XV: 46–111.
- Събев Л., Д. Блъскова** (1971) Продължителността на безмразния период в България. *Х. и М.*, кн. 3: 9–17.
- Тодоров Т. Г.** (1952) Значение и задачи на биометеорологията у нас. *Х и М.*, кн. 1: 21–27.
- Тодоров, Т. Г.** (1953) Върху някои критични бележки относно историческото развитие, организация и задачите на биометеорологичния отдел на Хидрометеорологичната служба. *Х. и М.*, кн. 12: 27–34.
- Хершкович Е.** (1954) Сеитбата на памука и климатични условия в България. *Х. и М.*, кн. 2: 49–59.
- Хершкович Е.** (1959а) Земеделската метеорология в България за 15 години. *Х. и М.*, кн. 4: 37–41.
- Хершкович Е.** (1959б) Климатични условия за памука в България. *Тр. на ИХМ*, т. II, Селскостопанска метеорология. „Наука и изкуство“, София., 45–81.
- Хершкович Е.** (1960) Обща характеристика на климатичните условия в България и тяхното значение за райониране на лозарството, в книгата „Райониране на лозарството в България“, МЗ и БАН, Науч. тр. т. III, Земиздат, С., 18–64.
- Хершкович Е., Л. Събев** (1963) Задачите на секциите по агрометеорология и климатология във връзка с решенията на VIII конгрес на БКП. *Х. и М.*, кн. 2: 3–8.
- Хершкович Е., Д. Дилков** (1964) Състояние и задачи на агрометеорологичното обслужване на селското стопанство у нас. *Хидрология и метеорология*, т. XIII, кн. 4: 43–49.



- Хершкович Е.** (1965) Климатичские условия для виноградного сорта „Болгар“ в Болгарии. *IDŐJÁRÁS*, кн. 1: 12–19.
- Хершкович Е.** (1967) Климатични и агроклиматични условия на 10 селскостопански района, в „Райониране, специализация и концентрация на селскостопанското производство на НРБ“. АСН, 30–36, 51–57, 77–82, 95–110.
- Хершкович Е.** (1968) Влияние на метеорологичните условия върху развитието, формирането на добивите и разпукването на памука. *Х. и М.*, кн. 6: 25–33.
- Хершкович Е., Б. Ганева, Ив. Банчев, Др. Драганов, К. Киряков, М. Гюрова, Д. Дилков, В. Георгиева** (1969) Агроклиматично и почвено-климатично райониране на селскостопанските култури: пшеница, ечемик, овес, ориз, царевича, тютюн, слънчоглед, захарно цвекло, картофи, памук, влакнодаен лен, фасул, люцерна, пролетен фий. В сб. „Почвено-климатично райониране на главните полски култури“, АСН, 331 стр. и 45 цветни климатични, почвени и почвено-климатични карти.
- Хершкович Е.** (1970а) Агроклиматично райониране на България. *Изв. На ИХМ*, т. XVII: 167–204.
- Хершкович Е.** (1970б) Селскостопанска оценка /бонитет/ на климатичните условия в България. *Х. и М.*, кн. 6: 37–48.
- Хершкович Е.** (1971) Съвременното състояние и задачи в областта на агроклиматологията в България. *Х. и М.*, год. XX, кн. 5: 3–9.
- Хершкович Е.** (1972а) Влияние на температурните условия върху развитието на червената маслодайна роза и някои особености в началото на вегетацията. *Х. и М.*, кн. 2: 31–35.
- Хершкович Е.** (1972б) Агроклиматични условия за отглеждането на памука в България. Памукът в България, БАН, 121–133.
- Хершкович Е., Б. Ганева, М. Йорданова, М. Вандова, П. Иванов** (1976) Върху статистическата структура на полето на фенологичните явления в България. *Х. и М.*, год. XXV, кн. 6.
- Хершкович Е. Л.** (1984) Агроклиматични ресурси на България, София, БАН, 115 стр.

## ГЛАВА: 1.3, 2.3, 3.3, 4.3

- Artinyan Er., Vincendon B., Kroumova K., Nedkov N., Tsarev P., Balabanova Sn., Koshinchanov G.** (2016) Flood forecasting and alert system for Arda River basin. *Journal of Hydrology*, 541 Part A: 457-470; DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.02.059>.
- Artinyan, Er., D. Dimitrov** Hydrological Information System, Basic Tool in Water Management and Decision Making; [http://plovdiv.meteo.bg/docs/bulgaria\\_presentation.doc](http://plovdiv.meteo.bg/docs/bulgaria_presentation.doc)
- Artinyan, Er., D. Dimitrov, K. Kroumova, M. Rankova** (2017) Annual water resources assessment using different observations and models. Danube Conference, Golden Sands.
- Balabanova Sn., Dimitrov D.** (2008) Operational system for surface water resources evaluation. XXIV Conference of the Danubian countries on the hydrological forecasting and hydrological bases of water management, Bled, Slovenia, 2-4 June 2008.
- Balabanova Sn.** (2011) River flow modelling and operational evaluation with Neural networks. *Bulgarian Journal of Meteorology&Hydrology*, 16(1).
- Bojilova, E.** (2016) High flows in drainage basin of Yantra river. *Екология и Индустрия*, 9, 1, Балканска Академия на Науката и Културата, ISSN 1311-2783, 125–127.
- CC-WARE** (2014) Mitigating Vulnerability of Water Resources under Climate Change, SEE Climate Change and Impacts on Water Supply, Monograph, CC\_WaterS, 2012, SEE.
- Damianova, E., A. Benderev** (2016) Characterization of the karst water regime in the Danube catchment area. *Glasnik Srpskog geografskog drustva*, 96(1): 11-25; DOI: 10.2298/GSGD1601011D.
- \*\*\* Danube WATER integrated management, 2012-2015, European Regional Development Fund, Project manager: D. Dimitrov.
- \*\*\* DanubeSediment, Danube Sediment Management – Restoration of the Sediment Balance in the Danube River (Седименти на р. Дунав – Управление на седиментите на р. Дунав – възстановяване на седиментния баланс на р. Дунав), 2017-2019, ITERREG Danube, Project manager: Tz. Karagiozova and Pl. Ninov.
- Dimitrov D.** (2012) Present condition and a concept for the development of the Early warning systems for floods and droughts in Bulgaria. Международна конференция: Управление на водите в централна и източна Европа – проблеми и предизвикателства, 21.05 – 22.05.
- Dimitrov, Y., A. Yordanova** (2017) Trend assessment of meteorological factors, river flow and droughts in Northwestern Bulgaria, Electronic book with full papers from Danube Conference of the Danubian Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, 2017, ISBN: 978-954-90537-2-2, pp. 521–530.
- Drumeva-Antonova, G., Kr. Nacheva** (2018) Research of the drought severity for porous groundwater. *SocioBrains* Issue 41: 230–236.
- \*\*\* Environmental management of trans-border corridor ports, ECOPORT 8, Project manager: J. Marinski.
- \*\*\* Environmental Protection of Areas Surrounding Ports using Innovative Learning Tools for Legislation – ECOPORTIL, Project manager: J. Marinski.
- \*\*\* Flood warning system establishment in Arda river basin for minimising the risk in the cross border area, ARDAFORECAST, 2012–2014, European Territorial Cooperation (ETC)
- \*\*\* Programme Greece–Bulgaria 2007-2013, Project manager: D. Dimitrov, [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/en/projects/bulgaria/ardaforecast-a-reliable-flood-warning-system-developed-for-the-cross-border-arda-river](https://ec.europa.eu/regional_policy/en/projects/bulgaria/ardaforecast-a-reliable-flood-warning-system-developed-for-the-cross-border-arda-river).
- Gergov, G.** (1992) Specific weight of the River Suspended Sediments., Proceedings of the V-th Symposium on River Sedimentation, Karlsruhe.

- \*\*\* Guidebook on low flow management for drought prevention in the flood Danube River plain, Danube WATER, ... V. Alexandrov, M. Chilikova, I. Ilcheva, et al., NIMH, 2015.
- \*\*\* Hydrological services for the development of flood risk management plans (Хидроложки разработки за развитието на управлението на риска от наводнения и планове за управление), 2019-2020, OPE 2014-2020, Project managers: Pl. Ninov, T. Marinova and Tz. Karagiozova.
- Ilcheva, I., A. Yordanova, V. Raynova** (2019) Water resource balance for Vitosha Nature Park and adaptive management under conditions of climate change. *European Journal of Geography*, **10**(3):, 56–72.
- Ilcheva, I., Niagolov, I., Balabanova, S., Yordanova, A., Zaharieva, V., Rainova, V., Vatrlova, A., Georgieva, D.** (2015a) Water Resource Balance for Vitosha Natural Park, Including Analysis Under Conditions of Climate Change and Extreme Phenomena. In: “Sustainable Mountain Regions: Make Them Work”, Borovets, ISBN: 978-954-411-220-2, pp. 246–253.
- Ilcheva, I., D. Georgieva, A. Yordanova** (2015b) New methodology for joint assessment of drought- risk of water supply under climate change, water stress areas identification and ecological flow provision for Water Framework Directive. *Journal of International Scientific Publications, Ecology & Safety*, **9**: 413–433.
- Ilcheva, I.; Yordanova, A.** (2019) Estimation of The Impact of Climate and Land Use Changes on the Availability of Water Resources and Drought Risk, Book number: 3.1, SGEM Series: International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, ISBN: 978-619- 7408-81- 2, ISSN: 1314-2704, pp. 177–184.
- \*\*\* Integrated actions for joint coordination and responsiveness to flood risks in the Cross Border area (Интегрирани действия за съвместна координация и реагиране при риск от наводнения в трансграничната зона), 2019-2022, INTERREG V-A, Project manager: Pl. Ninov.
- Karagiozova, Tz., Pl. Ninov** (2017) Determination of water resources in the national park rila in the absence of a monitoring network, Electronic Book with full texts from XXVII Conference of the Danubian countries on Hydrological Forecasting and Hydrological bases of water management, Golden Sands, Bulgaria.
- Marinov, R.** (2015) Typified devices for measuring flow rate and regime monitoring of wastewater. *Ecology & Safety* **9**.
- \*\*\* Mitigating Vulnerability of Water Resources under Climate Change, Executive Forest Agency, Forest University, Forest research Institute, NIMH (...V. Spiridonov, I. Ilcheva, Kr. Nikolova, Sn. Balabanova, I. Niagolov), 2014.
- Nedkov, N., Er. Artinyan** (2017) Modeling and forecasting of the river flow in lower course of Osam, Vit and Ogosta rivers. Electronic Book with full texts from XXVII Conference of the Danubian countries on Hydrological Forecasting and Hydrological bases of water management, Golden Sands, Bulgaria.
- Niagolov, I., I. Ilcheva, A. Yordanova, V. Raynova** (2014) Management of complex reservoirs under extreme conditions. *Ecology and Safety*, **8**.
- Ninov Pl. Karagiozova Tz., Rankova M.** (2017) Water Resources Determination of Surface Water Bodies at the Bulgarian basin of the Lower Danube. *Journal of the Geographical Institute “Jovan Cvijić” SASA*, **67**(1).
- Ninov, Pl., Tz. Karagiozova** (2014) Technological Approach to determine the water resources of river water bodies – using hydrological monitoring network. Hydrological International Scientific Conference „Adaptation to climate change, from source to river basin”, Bucharest, 10-11 November 2014, CD-ROM.
- Ninov, Pl., Tz. Karagiozova** (2014) Technological Approach To Determine the Water Resources of River Water Bodies – Using Hydrological Monitoring Network. Hydrological International Scientific Conference „Adaptation to climate change, from source to river basin”, Bucharest.

- Ninov, Pl., Tz. Karagiozova, E. Bojilova, N. Todorova, K. Krumova, R. Dobreva, A. Boeva, R. Ivanova, M. Rankova** (2017) Update of the technological scheme for assessment of surface water resources on the territory of Bulgaria, Electronic Book with full texts from XXVII Conference of the Danubian countries on Hydrological Forecasting and Hydrological bases of water management, Golden Sands, Bulgaria.
- Pedro-Monzonís, M., et al.** (2015) A review of water scarcity and drought indexes in water resources planning and management. *Journal of Hydrology*.
- \*\*\* Satellite Application Facility on Support to Operational Hydrology and Water Management; Validation of H-SAF Products, H-SAF EUMETSAT, Project manager: Er. Artinyan.
- \*\*\* Science and Management of Intermittent Rivers and Ephemeral Streams (SMIRES), 2016-2020, EU COST, Project managers: Pl. Ninov and Tz. Karagiozova.
- \*\*\* Sustainable Development of Sea-Corridors and Coastal Waters (2015) The TEN ECO-PORT project in South East Europe, Editors: Ch. Stylios, T. Floqi, J. Marinski, L. Damiani, ISBN 978-3-319-11384-5.
- \*\*\* Transnational Enhancement of ECOPORT8 network, TEN\_ECOPORT, 2012-2014, Programme 2007-2013 South East Europe, Project manager: J. Marinski.
- Tsarev, P., Er. Artinyan** (2017) Reservoirs Cascade Simulation Add-On for River Flow Forecasting of Arda and Tundzha Rivers. Electronic Book with full texts from XXVII Conference of the Danubian countries on Hydrological Forecasting and Hydrological bases of water management, Golden Sands, Bulgaria.
- \*\*\* Vulnerability of Water Resources in SEE, Final report WP3, Authors: Čenčur, B., S. Cheval, P. Vrhovnik, T. Verbovšek, M. Herrnegger, H. Nachtnebel, P. Marjanović, ..., V. Spiridonov, I. Ilcheva, Kr. Nikolova, Sn. Balabanova, et al., CC-WARE, 2014.
- Yordanova, A., I. Niagolov, I. Ilcheva** (2017) Aspects of stochastic modeling in water resource management. Electronic Book with full texts from XXVII Conference of the Danubian countries on Hydrological Forecasting and Hydrological bases of water management, Golden Sands, Bulgaria.
- Yordanova, A.; Ilcheva, I.** (2019) The role of the complex water systems and reservoir management in terms of climate change and floods. Book number: 3.1SGEM Series: International Multidisciplinary Scientific GeoConference-SGEM, ISBN: 978-619-7408-81-2, ISSN: 1314-2704, pp. 583-590.
- Yordanova, V., Sn. Balabanova, V. Stoyanova** (2017) Application of the Topkapi model on the Ogosta river basin. Electronic Book with full texts from XXVII Conference of the Danubian countries on Hydrological Forecasting and Hydrological bases of water management, Golden Sands, Bulgaria.
- Zaharieva, V., I. Niagolov, I. Ilcheva** (2012) Determination and provision of ecological river flow in case of climate changes, BALWOIS 2012, 28 May – 2 June 2012.
- \*\*\* Актуализация на инструментариума за оценка на ресурсите от пресни води на територията на България, 2017, по МОСВ, ръководители: Цв. Карагьозова и Пл. Нинов
- \*\*\* Актуализация на ползваните данни за притоците в язовирите от Прил. 1 на Закона за водите за нуждите на годишните графици за използване на водите им, по МОСВ, 2015 и 2017 г.
- Андреев, В.** (2014) История на българската метеороложката и хидрометеороложка служба, НИМХ, Академично издателство „Проф. Марин Дринов“
- \*\*\* Атлас на НР България (1973) Географски институт при БАН, ГУ по геодезия и картография при Министерство на архитектурата и благоустройството, Институт по картография, София.
- Балабанова, Сн.** (2010) Приложение на ГИС технологии и софтуер в хидрологията, 120 години Българска метеорологична служба.

- Бецински П., Т. Панайотов и Ив. Ненов** (1972) Влияние на карста върху оттока в горното течение на р. Въча, *Изв. на ИХМ*, 11.
- Бецински, П.** (1963) Влияние на напояването върху режима на подпочвените води в Софийската напоителна система. *Трудове на ИХМ*, 14.
- Бецински, П.** (1975) Върху подземните водни ресурси в България. *Хидрология и метеорология*, кн. 4.
- Божилова, Е** (2010) Моделиране на речен басейн, 120 години Българска метеорологична служба, <http://info.meteo.bg/g120/index.php?glaven=dokl>
- Божкова, Т.** (1974) Вероятностна прогноза на притока към яз.Искър през периода на лятното маловодие. *Хидрология и метеорология*, 5: 39–46.
- Божкова, Т.** (1975) Стохастически модел за прогнозиране на пролетния приток към яз. Г. Димитров. *Хидрология и метеорология*, 4: 59–63.
- Бояджиев, Н.** (1961) Грунтови води в алувиалните отложения на България и възможностите за тяхното използване. *Трудове на ИХМ*, 10.
- Бояджиев, Н.** (1964) Карстовите басейни в България и подземните им води. *Известия на ИХМ*, 2.
- \*\*\* Водното стопанство на НР България (1959) К-тет по строителство и архитектура към Министерски съвет. Издателство Техника.
- Генев, М.** (1976) Прогнозиране на сезонния отток. *Хидрология и метеорология*, 6.
- \*\*\* Генерални схеми за използване на водите в районите за басейново управление, 2000 г. География на България, 1982, том 1, Физическа география, Издателство на БАН, София География на България, 2002, Географски институт при БАН, ФорКом.
- Герасимов, С.** (1961) Върху генетичния анализ на високите вълни. *Хидрология и метеорология*, 3.
- Герасимов, С.** (1963а) Някои проблеми при анализите на високите вълни и възможности за тяхното решаване. *Тр. на ИХМ*, XIV.
- Герасимов, С.** (1963б) Относно формирането на високите вълни от повърхностни и грунтови води. *Хидрология и метеорология*, 3.
- Герасимов, С., Т. Панайотов** (1964) Високите вълни на реките в България. *Изв. ИХМ*, 2, 37–104.
- Герасимов, С.** (1972) Краткосрочни прогнози на оттока за реките на Централна Северна България. *Изв. ИХМ*, XXI.
- Герасимов, С., Е. Божилова** (2003) Потенциал на водните ресурси на България и тенденции на изменение. *Списание на БАН*, кн. 1, година СХVI.
- Герасимов, С.** (1988) Методи за анализ и изчисление на максималния речен отток. София.
- Герасимов, С.** (1978) Методично ръководство за определяне характеристиките на максималния отток на реките в България, София.
- Гергов, Г.** (1997) Националната хидрометрична мрежа. *Списание на БАН*, кн. 1.
- Гергов, Г., С. Блъскова, Б. Папазов, М. Христов** (1991) Гранулометричен състав на речните наноси в България. София, БАН.
- Гергов, Г., Цв. Карагъзова** (2002а) Наносен отток на реките и руслови процеси. В: „География на България – физическа и социално-икономическа география“, стр. 211-217, ФорКом, С., ISBN 954-464-123-8. COBISS.BG-ID – 1040577764.
- Гергов, Г., Цв. Карагъзова** (2002б) Температурен режим и ледови явления на реките. В: „География на България – физическа и социално-икономическа география“, стр. 217-227, ФорКом, С., ISBN 954-464-123-8. COBISS.BG-ID – 1040577764.
- Дакова, Сн.** (1976) Върху минималния отток на реките в Северозападна България. *Хидрология и метеорология*, 5.
- Дакова, Сн.** (1980) Проблеми на минималния отток при нарушен режим на реките от Северозападна България. *Хидрология и метеорология*, 2.



- Дакова, Сн.** (1984) Оценка на минималния отток на планините в България. *Хидрология и метеорология*, 1.
- Дакова, Сн.** (1989) Минимален отток, в Природният и икономически потенциал на планините в България, БАН.
- Димитров, Д.** (1976) Относно фоновото прогнозиране на средномесечния отток в Югозападна България по физико-статистически път. *Хидрология и метеорология*, 6.
- Димитров, Д., Сн. Балабанова, Е. Артинян, Г. Кошничанов** (2010) Настояще и бъдеще на хидроложките прогнози в НИМХ, 120 години Българска метеорологична служба., <http://info.meteo.bg/g120/>.
- Димитров, Й.** (2018) Управление на речните водни ресурси в северозападна България в условията на засушаване. Дис. труд, Автореферат.
- Иванов К., Ив. Маринов, Т. Панайотов, Ал. Петков** (1961) Хидрология на България. ДИ "Наука и изкуство", София.
- Иванов, К.** (1962) Хидрофации на речните води в България. *Трудове на ИХМ*, 12.
- Иванов, К.** (1964) Морфометрични характеристики на езерата в Рила и Пирин. *Трудове на ИХМ*, 16.
- Иванов, К.** (1967а) Средномногогодишна минерализация на речните води в България. *Известия на ИХМ*, 11, 135-150.
- Иванов, К.** (1967б) Върху измененията на хидрофациите на речните води през периодите на пълноводието и маловодието. *Известия на ИХМ*, 11.
- Иванов, К.** (1978) Хидрохимичен режим в българския сектор на р. Дунав. Лимнология на българския сектор на р. Дунав. София, БАН.
- Иванов, М, Е. Дамянова, Г. Друмева** (2020) Определяне на естественото подхранване на подземните води в неогенските седименти на Благоевградската котловина. *Инженерна геология и хидрогеология*, 34.
- \*\*\* Измерване и моделиране на водния баланс с помощта на In situ система за директно измерване на водния и енергиен баланс, 2015, ръководител: Ер. Артинян.
- \*\*\* Използване на водите и водностопански баланси на поречията Струма, Тунджа, Камчия, Огоста и западно от Огоста, 2006, ИВП-БАН съвместно с НИМХ, договор с МОСВ Изпълнение на програмата за хидроморфологичен мониторинг на повърхностни води за 2011 г. във връзка с оценка на хидроморфологичното състояние на повърхностните водни тела, 2011 – 2012 г., Изпълнителна агенция по околна среда, ръководител: Ц. Карагъзова.
- \*\*\* Изследвания и приложение на алтернативни методи в хидрологията, 2015, ръководител: Ер. Артинян.
- Илчева, И., А. Йорданова, В. Райнова** (2018) Приложение на Стандартизиран Статус Индекс за идентификация на продължително засушаване и управление на речни басейни. *SocioBrains*, Issue 54: 114–122.
- Йорданова, В.** (2019) Прогнозиране на речния отток с използване на разпределен хидроложки модел. Автореферат, НИМХ.
- \*\*\* Калибриране и валидиране на изходите от модела Surfex за определяне на речния отток по басейни, 2017, по МОСВ, ръководител: Ер. Артинян.
- Карагъзова Цв., Нинов Пл., Ранкова М.** (2016) Технология за определяне на средногодишна стойност на ресурсите на повърхностните водни тела в България. *Екология и индустрия*, 9(1): 59-61.
- \*\*\* Количествени характеристики на подземните води за периода 1980-1996 г., ръководители: проф. Д. Димитров и доц. М. Мачкова.
- Кошничанов, Г.** (2016) Хидроложко и хидравлично моделиране на избрани поречия за нуждите на изграждане на системи за ранно предупреждение от наводнения. Автореферат, НИМХ.
- \*\*\* Кратка история на българската метеорологична и хидрометеорологична служба, 2010, под ред. В. Андреев, Т. Маринова, В. Александров, НИМХ-БАН, София.

- Мавров, Ив.** (1920) Водните сили на България и тяхното използване. София, Архив на Министерството на земеделието и държавните имоти, 13–21.
- Мандаджиев, Д.** (1973) Възможности за протноза на месечния приток към яз. Искър. *Хидрология и метеорология*, 6.
- Мандаджиев, Д., Т. Панайотов** (1974) Статистически закономерности на вътрешногодишното разпределение на оттока. – *Изв. ИХМ*, XXII.
- Мандаджиев, Д.** (1977) Колебания на годишния отток на р. Дунав и вътрешногодишното му разпределение, Хидрологичен справочник на р. Дунав. София, НИ.
- Мандаджиев, Д.** (1979) Влияние на хидромелиоративните мероприятия върху речния отток. *Хидрология и метеорология*, 6.
- Мандаджиев, Д.** (1980) Определяне на характеристиките и кривите на обезпеченост на оттока към створове с нарушен режим. *Известия на Българското географско дружество*, том XVIII, 53–60.
- Мандаджиев, Д.** (1989а) Водните ресурси на България и изменението им в резултат от антропогенната дейност. Монография.
- Мандаджиев, Д., Сн. Дакова** (1988) Определяне на характеристиките на минималния отток на реките Марица и Искър в условията на значимо влияние на водностопанската дейност. *Проблеми на метеорологията и хидрологията*, 5.
- Мандаджиев, Д.** (1989б) Годишен отток, в природния и икономически потенциал на планините в България. БАН.
- Маринов, Ив.** (1958) Минимален отток на реките в България. *Хидрология и метеорология*, 6.
- Маринов, Ив.** (1959) Върху районирането на България по отношение разпределението на оттока през годината. *Хидрология и метеорология*, 6, 54–61.
- Маринов, Ив.** (1963) Маловодие на реките в България. *Тр. ИХМ*, XIV.
- Маринов, Ив.** (1964) Развитие на хидрологията в България през последните 20 години. *Хидрология и метеорология*, 4: 19–27.
- Маринов, Ив., Е. Велизарова, И. Няголов, К. Николова, И. Илчева, Ц. Златанов, П. Мирчев, В. Захаријева, А. Йорданова, И. Николов, Е. Павлова, С. Митева** (2012) Климатични промени и влиянието им върху горските екосистеми и водните ресурси във водосбора на река Струма. 160 стр., ISBN: 978-954-395-081-2.
- Маринов, Ив., Т. Панайотов** (1968) Хидроложко райониране на България. *Изв. ИХМ*, XIV.
- Маринов, Ив., Т. Панайотов, Д. Печинов** (1959) Средният многогодишен отток в НР България. *Трудове ИХМ*, 4.
- Маринов И., С. Герасимов, Д. Мандаджиев, Д. Печинов** (1979) Хидрологичен наръчник, I част. Държавно издателство “Техника”, София.
- Маринов И., С. Герасимов, Д. Мандаджиев, Д. Печинов** (1980) Хидрологичен наръчник, II част. Държавно издателство “Техника”, София.
- \*\*\* Методика за определяне на обеми в язовирите по Приложение 1 от Закона за водите за поемане на очакван приток. 2012, р-тели: О. Сангурджиян, И. Няголов [https://www.moew.government.bg/static/media/ups/tiny/file/Water/Povarhnostni\\_vodi/Metodika/malki\\_yazoviri/...pdf](https://www.moew.government.bg/static/media/ups/tiny/file/Water/Povarhnostni_vodi/Metodika/malki_yazoviri/...pdf)
- \*\*\* Методика за определяне на ресурсите на подземните водни тела с отчитане на изменението на климатичните фактори и необходимия за изпълнението ѝ мониторинг на количеството на водите, 2011, НИМХ, ГИ-БАН, р-тел Д. Димитров.
- \*\*\* Методика за определяне на свободни обеми в язовирите преди пълноводие и преди високи вълни и на лимити за изпускане на водите от тях. МОСВ, 2012 г.
- \*\*\* Методика за оценка на заплахата и риска от наводнения, съгласно изискванията на Директива 2007/60/ЕС, 2013, НИМХ, р-тели: Д. Димитров, И. Няголов. <https://www.moew.government.bg/bg/vodi/>
- \*\*\* Национална стратегия за развитие и използване на водните ресурси и опазване на водите в Р България. София, 1997.

- Недков, Н.** (2017) Хидроложки прогнози и прогностични модели. Автореферат, НИМХ.
- Николова, Кр., В. Страхилова, И. Илчева** (2003) Генерална схема за използване на водните ресурси в басейна на река Марица. *Списание на БАН*, кн. 1, година СХVI.
- \*\*\* Оперативни водобалансови оценки. Споразумение с МОСВ, 2011-2017, р-тел: проф. И. Няголов.
- \*\*\* Определяне на ресурсите на подземни водни тела по един или няколко метода от одобрената Методика, 2016-2018, по МОСВ, ръководител: М. Иванов.
- \*\*\* Определяне на средни, минимални и максимални водни количества с различна повторяемост, 2002, възложител МОСВ, ръководители: Стр. Герасимов, Д. Димитров.
- \*\*\* Оценка за тенденциите на изменението на водните ресурси, при различни сценарии за изменение на климата – пилотна оценка за поречие Струма, 2012, Балабанова, Сн., И. Илчева, Споразумение на НИМХ с МОСВ.
- \*\*\* Оценка и картиране на уязвимостта на водните ресурси и водоснабдяването при управление на речни басейни, климатични промени и засушаване, 2014-2017, ръководител: И. Илчева.
- Панайотов, Т.** (1961) Средномногогодишен отток. Хидрология на България.
- Панайотов, Т.** (1967) Определяне на сезоните в хидроложката година за реките в България. *Хидрология и метеорология*, 6, 53–58.
- Панайотов, Т.** (1972) Изменчивост на вътрешногодишното разпределение на оттока, хидроложки фази и хидроложки сезони. *Изв. ИХМ*, XX.
- Папазов, Р.** (1963) Върху факторите, формиращи наносите на р. Арда. *Изв. ИХМ*, 1.
- Петков, Ал.** (1968) Температурен режим на речните води в България. *Изв. ИХМ*, 15.
- Петков, Ал.** (1971) Върху развитието на хидрологията у нас. *Информационен бюлетин.*, Изд. УХМ, Година 1971, бр. 2: 1–10.
- Петков, Ал., Д. Печинов** (1958) Плаващи наноси на реките в България. *Тр. на ИХМ*, 1.
- Печинов, Д.** (1970) По някои въпроси на формирането и режима на плаващите наноси на реките в България. *Известия на ИХМ*, 17.
- Печинов, Д.** (1978) Плаващи наноси в българския сектор на р. Дунав, Лимнология на българския сектор на р. Дунав. София, БАН.
- Рождественски, А.** (1964) Крайречни езера. *Трудове на ИХМ* 16.
- Сантурджиян, О.** (2003) Генерални схеми за използване на водите в районите за басейново управление. *Списание на БАН*, кн. 1, година СХVI.
- Сантурджиян, О., В. Йончева** (2015) Язовирите като инструмент за управление на риска отнаводненията в България. *Водно дело*, 3/4.
- Сантурджиян О., И. Илчева** (2009) Оценка на количествения аспект на интегрираното управление на водите. *БУЛАКВА*, бр. 1.
- Сотиров, А.** (1964) Тектонски езера, карстови езера и свлачищни езера. *Трудове на ИХМ*, 16.
- Сотиров, А.** (1959) Вътрешногодишно разпределение на оттока в България. *Трудове на ИХМ*, 6.
- Спасов, В., Ив. Стефанов, И. Йотов, Т. Кехайов, П. Петров, Г. Велковски, Ив. Славейков, Ив. Власковски, А. Бендерев, А. Андреев, М. Мачкова** (2003) Експлоатационни ресурси и използване на подземните води в районите за басейново управление в България. *Списание на БАН*, кн.1, година СХVI.
- Тасев, Ст., И. Илчева, Кр. Начева, И. Няголов, А. Йорданова, К. Колчева, В. Райнова, С. Стефанова** (2017) Класификация, категоризация и геоинформационна система за управление на язовирите в България. *Водно дело*, брой 5/6.
- \*\*\* Хидрологичен справочник на реките в НР България, том II, ГУХМ, София, 1981.
- \*\*\* Хидрологичен справочник на реките в НР България, том III, ГУХМ, София, 1981.
- \*\*\* Хидрологичен справочник на реките в НР България, том IV, ГУХМ, София, 1984.

- \*\*\* Хидрологичен справочник на реките в НР България, том V, ГУХМ, София, 1982.
- \*\*\* Хидроложки атлас на НР България, 1964, ИХМ при БАН, Издателство на БАН, София.
- \*\*\* Хидрометричен мониторинг на реките в условията на екстремни явления – методични и технологични иновации, ръководител Ангелов, Пл., период 2017-2019
- Христова, Н.** (2012) Речните води на България, монография.
- Царев, П., Е. Артинян, А. Налджян** (2019) Усъвършенстване на хидроложкото моделиране, софтуерни приложения и изчисления при преливане на язовири за басейна на река Арда. 8th Bulgarian–Austrian Seminar, Hydrological hazards and related problems, UASG, May 2019.





Посвещава се на учените и специалистите на  
Националния институт по метеорология и хидрология,  
провеждали 130 години метеорологични и 100 години  
хидроложки изследвания в България