

## ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЛИЯНИЕТО НА ТЕЦ „ВАРНА” ВЪРХУ ТЕМПЕРАТУРНИЯ РЕЖИМ НА ВАРНЕНСКОТО ЕЗЕРО

Димитър Трухчев, Галина Щерева, Антон Кръстев, Людмил Икономов, Дончо Ангелов

### STUDY OF THE INFLUENCE OF VARNA POWER PLANT ON THE TEMPERATURE REGIME OF THE LAKE VARNA

Dimitar Trukhchev, Galina Shtereva, Anton Krastev, Lyudmil Ikonov, Donco Angelov

***Abstract:** The study consists of an oceanographic analysis of results of three temperature field surveys, implemented during various seasons in Varna Lake, in order to estimate the Thermal Power Plant (TPP) Varna cooling waters discharge impact. The defined features of the hydrological structure allow distinguishing of specific zones in the lake characterized by strong seasonal variability. Using this pattern, lake waters – warm waters mixing zone boundaries are defined and the magnitude of the anthropogenic impact on the temperature variations in the lake is localized. To the south the mixing zone is spread in the cooling waters discharge creek boundaries only, its southern boundary is slightly stretched to south-southeast and varies seasonally in 600 – 900 m distance range from discharging point. The mixing zone width varies in 500 – 690 m range at the creek mouth. During all of these three surveys of the mixing zone outer boundary the thermal discharge does not cause thermal increase more than 3°C above the background water's temperature. Accordingly, the active legislation is conformed.*

***Keywords:** hydrology, ecology, Varna Lake, the Black Sea.*

#### 1. Въведение

За нуждите на охладителната система на ТЕЦ ‘Варна’ се използват придънни води от Варненското езеро, след което затоплените води се изпускат през два канала обратно в два съседни малки залива от прилежащата северозападна акватория на езерото. В по-големия залив, разположен в източна посока, се вливат охлаждащите води от т.н. топъл Канал 2 (фиг. 2а), в непосредствена близост постъпват и водите от II секция от сгуроотвала, смесени с водите от ГПСОВ Варна. Широчината при изхода на по-голямото заливче в района между пристанище ‘Леспорт’ и кораборемонтното предприятие ‘Делфин 1’ е около 690 m. В другото заливче се отвеждат водите от топъл Канал 1.

При работа на централата с пълна мощност температурата на водата на изхода на кондензаторите достига 31°C. Макар че при движението си по каналите до заустванията температурата се понижава, налице е топлинно въздействие върху водите на езерото, което зависи, както от конкретния сезон, така и от режима на работа на съоръженията. Степента на това въздействие се смекчава от геометрията на бреговата линия: и двата залива са обособени, владени са в сушата в северна посока, което ограничава водообмена им с откритите части на езерото, имат относително обширни крайбрежни части с дълбочина по-малка от 0,5 m, в които водата е по-чувствителна към външните атмосферни промени. Според резултатите от изследвания през 1990 и 1991 г. на разстояние 600–700 m от местата на заустване температурата на водата достига характерните за дадения сезон фоновы стойности [1, 2]. Независимо от този извод е определена обширна зона със значително топлинно замърсяване на повърхностните води, обхващаща горния 5-метров слой и разпростираща се до линията между Македонски нос и Бели нос (на изток), фарватера (от юг) и входа в Девненското езеро (на запад).

Целта на настоящото изследване е да се оцени топлинното въздействие на заустените охлаждащи води от ТЕЦ ‘Варна’ върху водите на Варненско езеро. Изпълнени са три полигонни изследвания през различни сезони: двата характерни (летен и зимен) и един преходен (есенен).

#### 2. Методика на изследването

При провеждане на експерименталните измервания са следвани редица специфични изисквания. За покриване на района с хидрологична снимка е необходим малък, плиткогазещ

плавателен съд с възможности за подхождане на малки дълбочини в непосредствена близост до брега, оборудван с GPS-система, ехолот, анемометър и хронометър. Поставя се условие за квазисинхронност на измерванията – районът да бъде покрит с наблюденията максимално бързо, за да бъдат резултатите от измерванията при еднакви или поне близки хидродинамични условия. Оформят се два основни полигона непосредствено пред устията на двата топли канала, част от измерванията се провеждат от втори екип непосредствено от брега, с което се компенсира невъзможността на плавателния съд да се доближи до брега. Броят на станциите и тяхното разположение при различните експедиции се променя в зависимост от конкретните хидрометеорологични условия и навигационни ограничения, както и от спецификата на използваното плавателно средство. При всяка хидрологична снимка се предвиждат наблюдения във фонови точки за получаване на представителни характеристики за общия температурен режим на езерото. Така се осигурява информация за адвекцията на водите на запад и на юг от полигона, за водите, постъпващи от Белославското езеро и откритите езерни води в югоизточно направление; наблюденията в близост и в района на двата канала между езерото и Варненския залив дават представа за водообмена между езерото и морето. Наблюдават се следните основни характеристики на морската вода: температура **T**, соленост **S**, водороден показател **pH**, наситеност с кислород – последните два параметъра не са обект на настоящия анализ. Стойностите на **T**, **S** и **pH** се измерват на повърхността на езерото във всяка отделна станция, във фоните точки и в част от по-дълбоките от двата полигона се определя и вертикалното им разпределение на два хоризонта – междинен и придънен. *In situ*-данните се определят чрез комбиниран WTW pH/кондуктометър, пробите от морска вода се вземат с батометър тип “Goflo”, при дълбочинните измервания на **T** се използва нансенов батометър VM-45.

При планиране на експериментите и анализа на получените резултати се използват данните от регулярните метеорологични наблюдения в двете най-близки станции (на НИМХ и на Летище „Варна“) за период от няколко денонощия преди началото до момента на приключване на измерванията. По време на същинското изследване периодически в точката на заустване на топъл Канал 2 с ръчен уред TESTO 410-2 са измервани температурата, влажността на въздуха и скоростта на вятъра. Паралелно с хидрологичните наблюдения от лодката са провеждани периодични измервания на скоростта (с ръчен анемометър) и посоката (според показанията на компаса и по наземни ориентири).

### **3. Резултати от изследването на температурното поле през летния сезон**

Изследването е проведено на 28.07.2008 г.: между 10:25 и 12:26 часа в района на малкия залив, в който са заустени водите от топъл Канал 1, от 12:26 до 14:25 – в откритата акватория на Варненското езеро, а от 14:32 до 15:27 часа е проучен районът на втория залив, в който са изливат водите от Канал 2 (фиг. 1а). Редът на обхождане на акваториите е съобразен с моментния технологичен режим на ТЕЦ-а и възможността водите от втория залив да влязат в установен температурен режим; началото на измерванията около Канал 2 е забавено с около половин час заради краткотраен шквал.

Синоптичната обстановка в региона на 26 и 27 юли се характеризира с типичен за лятото денонощен ход на температурата, бризова циркулация и ясно, безоблачно небе, налице е тенденция към постепенно повишаване на атмосферното налягане. Дневните температури не са особено високи, а нощните са малко по-ниски от характерните за сезона. По време на наблюденията се развива променлива до значителна облачност, с локални валежи около 13:00 часа. В края на обследването (към 15:00 часа) небето се изчиства и облачността е незначителна. Дневната температура достига 26°C, бележи понижение в сравнение с предишния ден. Вятърът последователно сменя посоката си от западен през северната четвърт до източен и североизточен. Скоростта му нараства и около 13:00 часа достига до 18-19 m/s, периодът между 12:50 и 13:30 може да се определи като шквалов – тогава са правени фонови измервания само в точки, отдалечени от мястото на заустване на охлаждащите води. Налице са сравнително слаби отличия между локалните характеристики и тези, получени в двете метеорологични станции. Местните синоптични измервания показват, че брегът около Канал 2 до 13:00 часа е с малко по-

висока температура на въздуха (23,2-25,4°C) и по-слаб вятър (0,5-4,2 m/s), с променена посока (от север). По време на шквала, който е усетен твърде слабо в зоната на заустване на Канал 2, не е установено изнасяне на крайбрежни води към вътрешността на езерото.

Температурните промери на водата включват общо 70 повърхностни станции, разположени нерегулярно в цялата акватория на езерото – от двата свързващи канала с Варненския залив до канала с Белославското езеро (фиг. 1а). Вертикалното разпределение на температурата на водата е измерено в 11 точки, в които дълбочината варира от 4 до 14 m. На повърхността максималната измерена температура (27.9°C) е в акваторията непосредствено пред заустването на топъл Канал 2. Получените характеристики на водата позволяват да се обособят няколко зони със специфични хидрологични характеристики. От Белославското във Варненското езеро постъпва малко по-хладна от водата – в района около канала тя е около 23°C. В сравнение с нея температурата на водата по протежение на фарватера е с около един градус по-висока (~24°C), от този порядък е и в района на двата канала (Стария и Новия) при изхода към Варненския залив. По данни от синоптичната станция на НИМХ във Варна на 28 юли водата в залива е 24-25°C, т.е. по време на измерванията няма съществени температурни разлики между заливните и езерните води. Каналите към Варненския залив играят съществена роля при формиране режима на водите в езерото, но в случая температурните характеристики на езерната и морската водни маси са твърде изравнени. Данните за солеността на морската и езерната вода обаче показват проникване на по-солени морски води във Варненското езеро.

В дълбочина измерените температури варират между 19-20°C (на хоризонт 8 m) и 18.4-19.4°C (на 14 m), т.е. съществува характерният за топлото полугодие квазиеднороден слой на температурата. Въпреки слабо изразения вертикален градиент, придънните води от този слой представляват постоянен източник на по-хладни води, които постъпват на повърхността при поява на по-продължителни и силни ветрове, както и при преминаването на всеки по-голям плавателен съд. Достигнали веднъж до повърхността, тези води мигрират, пренасяни чрез езерните течения и ветровия дрейф до изравняване на характеристиките им с тези на околните. Основното направление на разпространението им е “привързано” към фарватера, като включва и меридионално разположените участъци на подходящите към пристанищата канали: зоната на фарватера следва да се разглежда като отделно обособена част от Варненско езеро, с особен температурен режим.

Със специфичен температурен режим е и сравнително плитката акватория в близост до брега на езерото: тук температурата варира между 24°C и 25°C с тенденция за повишаване с приближаването към брега и с намаляването на дълбочината. Характерният максимум по обяд е смекчен от развиването на мощна облачност, която около 12:00 часа достига 100%. Освен това катерът не може да подходи в непосредствена близост до брега (освен до кейовете в пристанищата, но там дълбочините са големи) и по тези причини посоченото увеличение на температурата на водата в плитките крайбрежни акватории не се проследява по-ярко в измерените данни.

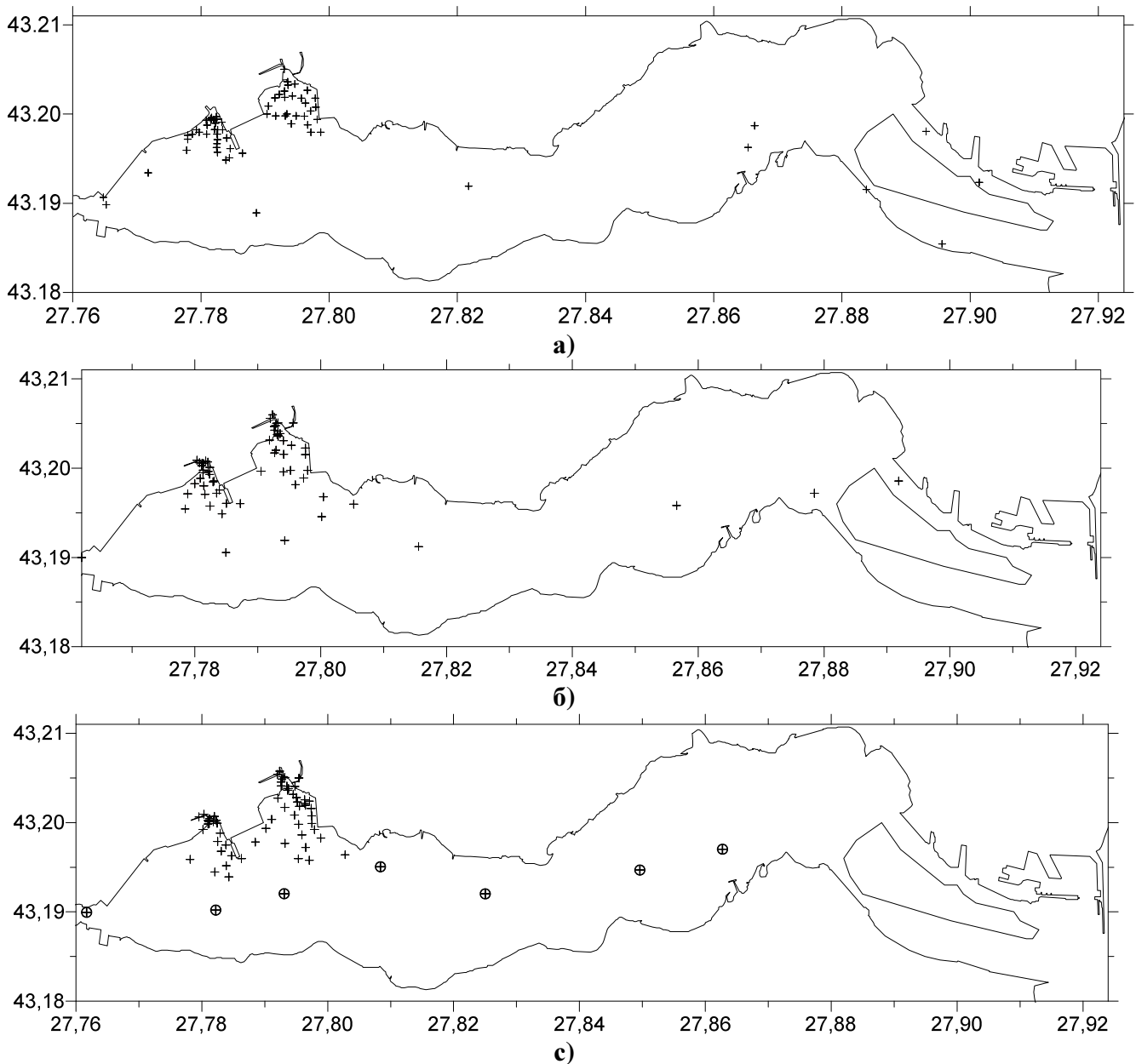
Като отделна зона следва да се разглеждат и водите в малките заливи, в които са заустени топлите Канали 1 и 2. Директният им водообмен със съседните по-открити акватории ще се засилва най-вече при продължителни ветрове от северната четвърт, но със известно закъснение във времето, поради “сянката” на брега и влиянието на орографията на сушата и геометрията на бреговата линия. По тази причина, за разлика от другите зони в езерото, краткотрайният шквал на практика не променя характера на температурното поле в залива, в който е заустен Канал 2.

На фиг. 2а е представено температурното поле в акваторията на двата залива на заустване. Може да се приеме, че изотерма 25,5°C очертава южната граница на зоната на смесване, в която заустените охлаждащи води предизвикват някакви промени в температурното поле, докато окончателно се смесят с водите в езерото. Разликата между температурата на охлаждащите води в точката на заустване и температурата в края на зоната на смесване е 2,6°C. В посочения по-горе интервал 25-26°C се проявява и характерното естествено затопляне на водите в крайбрежните части и в заливите. Стойности 24,5-25.5°C са измерени и в застойната зона на съседния малък залив, където около 11:45 ч е прекратено напълно заустването от Канал 1. В

този залив също се оформя ясна зона на затопляне, макар че картината е усложнена от проникването на по-хладни води през канала с Белославското езеро. Следователно може да се приеме, че в зоната на смесване приключва основната трансформация на заустените води и изравняването на температурните характеристики на различните водни маси.

#### 4. Резултати от изследването на температурното поле през есенния сезон

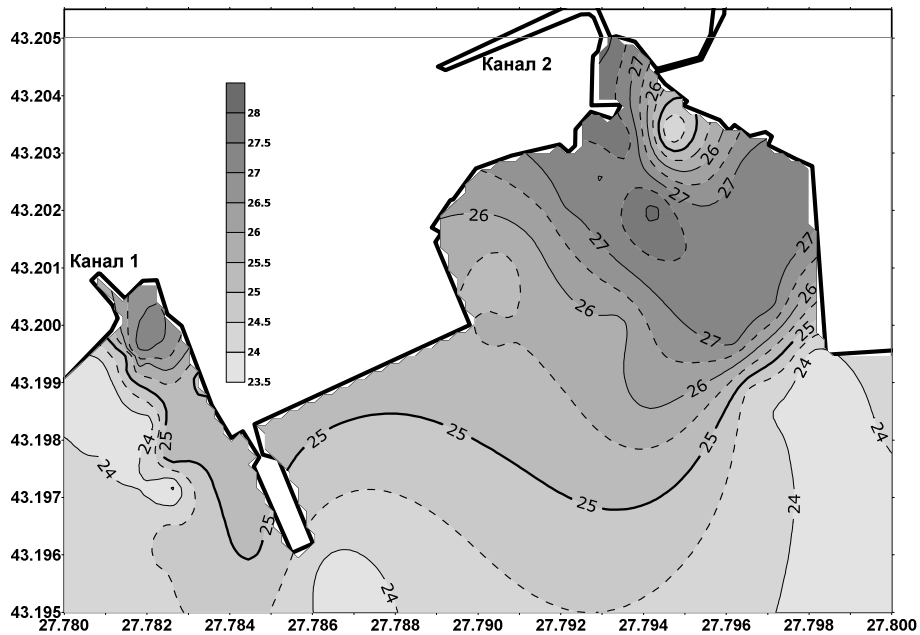
Изследването на температурното поле е изпълнено на 27.XI.2008 г. (фиг. 1б) между 10:14 и 15:08 ч: в периода от 10:04 до 11:43 ч са детайлните измервания в района на заустване от топъл Канал 2, а между 12:06 и 13:03 ч. – в залива, в който постъпват охлаждащите води от Канал 1. От 13:15 до 15:13 ч. е обследвана откритата акватория на Варненското езеро.



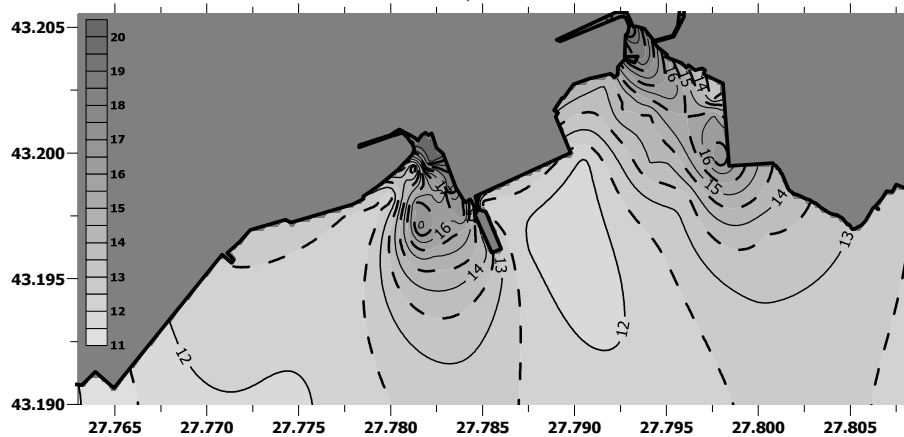
Фиг. 1. Разположение на станциите по време на хидрологичните снимки на 28.07.2008 г. (а), 27.XI.2008 г. (б) и 30.I.2010 г. (в)

През нощта на 26.XI.2008 г. синоптичната обстановка в региона се характеризира с топъл атмосферен пренос от юг, последван от нахлуване преди обяд на по-студени въздушни маси последователно от W, N и NW. В резултат атмосферното налягане се покачва, а температурите се понижават с повече 10°C. На 27.XI. температурата на въздуха варира в тясната граница

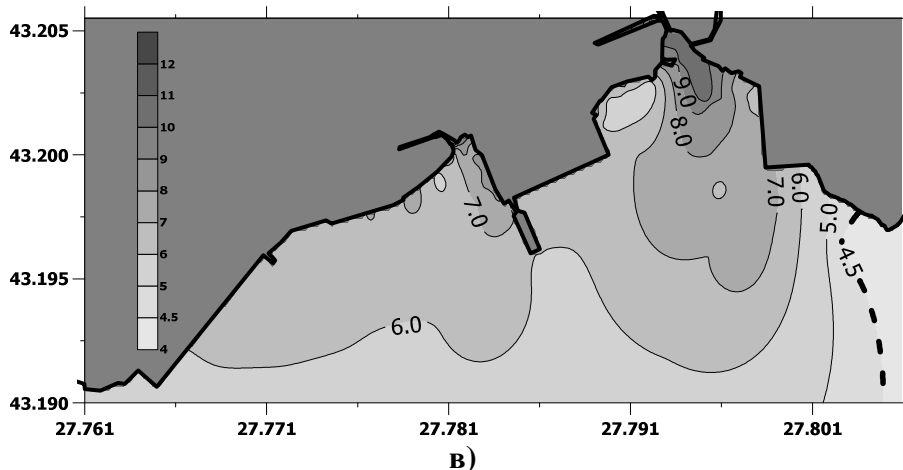
между 3 и 4°C, температурата на морската вода край брега във Варненския залив е 12–13°C. Сутринта и през деня времето е облачно, със слаби кратковременни превалявания. По време на наблюденията вятърът е от NW със скорост 4-5 m/s. Данните от Аерогара „Варна“ потвърждават общите фонові параметри: между 6:00 и 15:30 ч температурата на въздуха е 2-3 °C, атмосферното налягане – ~1025 hPa, влажността – 87%, времето – облачно, със слаби превалявания около 10:30–11:00 ч. От 7:30 до 11:30 ч. посоката на вятъра е от W, скоростта му – 4-5 m/s, по-късно вятърът се ориентира от WNW, в края на наблюденията – от NW, а скоростта му се усилюва до 6 m/s. Локалните синоптични характеристики, измерени на брега на езерото, показват слаби отличия при скоростта на вятъра, която в ниската част на брега край езерото е естествено да е по-малка (~4 m/s), а под влияние на затоплящия ефект на езерната вода са отбелязани и малко по-високи температури на въздуха (3,4–4,8 °C).



а)



б)



Фиг. 2. *Хоризонтално разпределение на повърхностната температура [°C], измерена в районите на заустване на 28.07.2008 г. (а), 27.XI.2008 г. (б) и 30.I.2010 г. (в)*

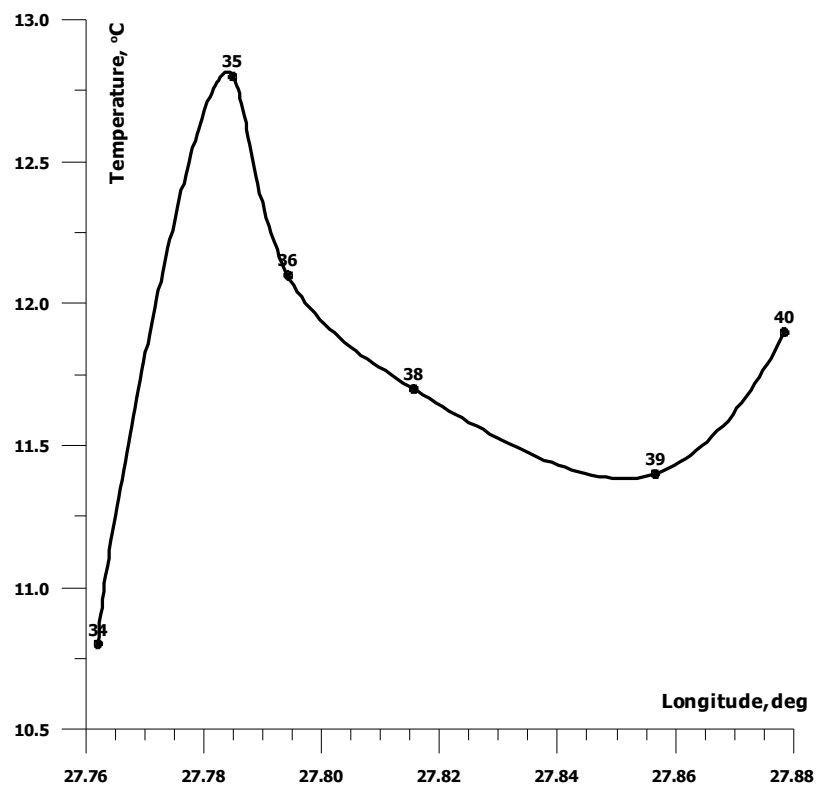
Температурните измервания включват общо 59 станции, разположени нерегулярно по акваторията на езерото (фиг. 1б), в 9 от тях (с дълбочини между 9,3 и 16,9 m) са направени и измервания в близост до дъното. Направени са измервания и в 10 точки в различни части на двата канала 1 и 2, както и в каналите, по които постъпват водите от двете секции на сгуроотвала и от ГПСОВ Варна, преди смесването им с водите от Канал 2. След смесването на водите от Канал 2 и от I секция на сгуроотвала същите постъпват в езерото с температура 20,1°C. Температурата на водата в мястото на заустване от топъл Канал 1 е 20,9°C. Фоновите точки са разположени по протежение на фарватера (т.е. в дълбоководен район, който е неповлиян пряко от топлинното въздействие на заустените води на ТЕЦ „Варна“) и по южните открити части пред двете заливчета, в които са заустени затопените води.

Набраната информация позволява да се направи следната най-обща оценка за протичащите на 27.11.2008 г. термични процеси. Относително високите за сезона температури на въздуха, отбелязани в периода до предното денонощие, поддържат сравнително висока температура на езерната вода – за сравнение във Варненския залив тя е около 14°C. Със започването на новия синоптичен цикъл обстановката рязко се изменя, понижението на температурата на въздуха води до понижение и на  $T$  на езерната вода. Най-бързо протича охлаждането в плитките крайбрежни зони; в дълбоката част под влияние на конвекцията и вертикалното смесване охладените повърхностни води започват да потъват и да достигат до дълбочинните слоеве. Добре изразените ветрове от запад (а преди това – от северната четвърт) спомагат към централните и южните части на езерото да се изнесат води от северното крайбрежие, като на мястото на последните постъпват компенсаторно дълбочинни води. Към момента на измерването са налице процеси на активен водообмен между различните зони на езерото (заливни, крайбрежни, открити и от съседните водни басейни), както и между различните водни слоеве (повърхностен и придънен). Улеснено е изнасянето на по-голямо разстояние на по-топли и по-леки води от местата на заустване – под влияние на ветровия дрейф те се „плъзгат“ върху охладените езерни води, преди да успеят да се изравнят по температура с тях при водообмена. До достигане на пространствено хомогенизиране на водните маси се проявява характерната „петниста структура“ на водните маси – съществуват отделни „ядра“ от вода, чиито характеристики са неизравнени все още с околните.

Обща представа за повърхностното температурно поле дава графиката на фиг. 3. Тя онагледява данните от станциите, разположени зонално и приблизително по линията на фарватера: започват от канала с Белославското езеро (ст. 34) и достигат до новия канал с Варненския залив (ст. 40). Районът е достатъчно отдалечен от зоните на заустване и обхваща части от езерото с различен хидрологичен режим. От Белославското езеро (което е по-плитко и с по-бърза реакция на атмосферните промени) проникват по-студени води. Станция 35, която е разположена южно от залива с Канал 1, е с най-високата измерена температура (12,8°C) от

всички показани на фиг. 3 станции. Причината за по-високата температура едва ли е пряк резултат от топлинното въздействие на заустените води, т.к. подобно повишение не се наблюдава в ст. 36 и ст. 38, които са разположени срещу залива, в който е заустен Канал 2. В условията на вятър от западната четвърт това локално повишение вероятно е потвърждение за посочената петниста структура, при което са се запазили нетрансформирани водни маси, все още затоплени от температурите на въздуха 15-16°C през предишните дни. Резултатите от останалите станции (36 – 40) показват, че **T** на откритите езерни води се колебае между 11,5 и 12,5°C (фиг. 3), тяхната структура по вертикала също е относително еднородна (измерените температури в придънния слой в различните части на езерото се отличават помежду си с не повече от 1,2°C). Затова може да се твърди, че откритите езерни акватории не са повлияни директно от температурното въздействие на ТЕЦ-а. Температурата в зоната на крайбрежните и заливните води, които не са подложени на директно термично въздействие на ТЕЦ-а, (намират се в хидродинамична сянка и остават встрани от потоците, пренасящи затоплени от заустването крайбрежни води навътре в езерото под влияние на вятъра), е около 12,5-13 °С. Следователно, извън заливите с двата топли канала, Варненското езеро може да се районира с четири характерни зони според температурния режим на повърхностните води: а) дълбоководна зона с температури ~11,5-12,5°C; б) зона на влияние на Белославското езеро с температура ~11°C; в) зона на влияние на Варненския залив с температура ~12°C; г) крайбрежна плитководна зона с повърхностни температури ~12-13°C.

На фиг. 2б е представено полето на температурата на водата на повърхността в двата залива на заустване на охлаждащите води. В контекста на представения общ температурен фон може да се приеме, че и за двете заливчета изотерма 13,0°C очертава южната граница на зоната на смесване; останалата част от тази зона е ограничена от бреговата линия на двата залива, в които се изливат каналите 1 и 2. В зоната на смесване приключва основната трансформация на заустените по-топли води и те се изравняват температурно с водите в езерото. Измерената **T** на водата в придънния еднометров слой на двете заливчета е в диапазона 11,2–11,7°C.



Фиг. 3. Изменение на повърхностната температура [°C] във фоновите станции [номера], разположени надлъжно на Варненско езеро, приблизително по оста на фарватера

### 5. Резултати от изследването на температурното поле през зимния сезон

Изследването на температурното поле в акваторията на Варненското езеро е проведено на 30.I.2010 г. във времето между 10:28 и 14:39 ч. В периода 10:28-12:16 ч е проведена хидроложка снимка на района на залива със заустените охлаждащи води от топъл Канал 2. Между 12:15 и 12:44 ч. са измерванията в залива с водите от Канал 1, а от 12:55 до 14:46 ч е обследвана откритата акватория на Варненското езеро. Общата схема с разположението на всички пунктове за измерване на температурата на водата на повърхността на езерото е показана на фиг. 1в. На посочената фигура са заградени с кръгчета седем станции с по-големи дълбочини, в които е измерена и температурата в междинен и придънния еднометров слой.

Всички типове метеорологични наблюдения дават съгласувана качествена картина и близки количествени стойности за синоптичната обстановка в региона на 29 и 30 януари. В по-дълготраен мащаб периодът се предхожда от две продължителни застудявания, придружени от обилни снеговалежи, натрупвания на сняг и залежания. През януари 2010 г. в станцията на НИМХ е отбелязан абсолютен минимум на температурата на въздуха за последните 20 години от  $-17.8^{\circ}\text{C}$ . Ниските температури, силните ветрове и вълнението довеждат до трайно изстиване на водата в езерото и по крайбрежието на морето. Като резултат от този процес на охлаждане температурата на крайбрежната вода във Варненския залив се понижава от около  $7-8^{\circ}\text{C}$  до около  $0^{\circ}\text{C}$ ; на 29.I. преди обяд например е измерена температура на морската вода в района на Първа буна от  $2^{\circ}\text{C}$ . Под влияние на два средиземноморски циклона от 29 януари започва процес на постепенно затопляне [3] и на 30.I. температурата на приземния въздух става положителна. Амплитудата на температурните изменения за периода 29-30.I. е по-голяма в данните на летището, т. к. районът му е по-открит и с по-сурови метеорологични условия, а в синоптичната станция Варна е по-силно изразено смекчаващото влияние на морето. Снежната покривка се запазила и в района на летището тя е около 30 cm. През нощта преди изследването и по време на самите измервания скоростта на вятъра спада и се установява тихо време, с моментни слаби пориви на вятъра до около 1 m/s, които имат локален характер. Атмосферното налягане през нощта и сутринта на 30 януари не търпи резки промени, процес на неговото постепенно намаляване започва около обяд, тогава се появява и източен вятър, чиято скорост постепенно се усилва до 5-9 m/s в района на летището. Спокойната атмосфера през нощта и по време на обследванията обуславя слабо развита динамика на езерните води, с по-слаби течения и адвекция, по-ограничено вертикално смесване на водите. Тази обстановка позволява да се проследи по-добре влиянието на заустените в Канал 1 и Канал 2 води върху температурното поле на езерото.

Температурните наблюдения на водата включват общо 50 станции (фиг. 1в), в заливите на заустване на топлите Канал 1 и Канал 2 са разположени съответно 14 и 29 пункта. В 6 станции (с дълбочини между 7,2 и 17,3 m) са направени допълнителни измервания по вертикала – на хоризонт 6 m и в придънния слой. Направени са измервания и в 10 точки в различни части на каналите 1 и 2, както и в каналите с водите от секция 1 и 2 на сгуруотвала (преди вливането им във Варненско езеро) и от ГПСОВ Варна (преди смесването им с водите от Канал 2). В други 12 точки температурата на водата е измерена от брега на заливчетата, в които са заустванията. В централната част на залива пред Канал 1 измерванията са ограничени поради наситеност с рибарски съоръжения.

Температурата в топлия Канал 1 в района на моста на жп-линията, преди вливането му в езерото, е  $13,2^{\circ}\text{C}$ , в точката на заустване –  $12,2^{\circ}\text{C}$ , а в двете най-близки станции Т бързо спада съответно до  $9,2^{\circ}\text{C}$  и  $7,2^{\circ}\text{C}$ . Температурата на водата в Канал 2 в района на завод „Делфин“, в участъка, в който каналите 1 и 2 са разположени паралелно един до друг, е  $13,2^{\circ}\text{C}$ , преди смесването ѝ с водата от I секция на сгуруотвала –  $11,7^{\circ}\text{C}$ , а след смесването с водите от I секция на сгуруотвала, в точката на заустването –  $11,2^{\circ}\text{C}$ ; заустените в съседство смесени води от Секция 2 на сгуруотвала и от ГПСОВ постъпват в езерото с  $T = 10,2^{\circ}\text{C}$ . В най-близката станция Т е спаднала до  $9,2^{\circ}\text{C}$ . Следователно типично зимните метеорологични условия способстват за по-бързото понижение на температурата на заустваните води.



Трайно установените преди 30.І. ниски температури на въздуха, периодичната проява на силни ветрове и ветрово вълнение обуславят активизирането на процесите на зимна конвекция и ветрово смесване на водите в езерото. Затова главната особеност в разпределението на **T** е относително ѝ хомогенизиране като диапазонът на измененията и по хоризонтала, и в дълбочина е неголям (~3,5–4°C) за целия изследван обем. Подобни процеси на охлаждане протичат и в съседния Варненски залив, но поради по-открития му характер силата на ветровото и вълновото въздействие е по-голяма и самото изстиване на морската вода – по-интензивно. Обратно, влиянието на ветровото и вълновото смесване на водите отслабва в Белославско езеро и то не е успяло да се охлади до степента на Варненското езеро, в частност и поради развитата растителност в крайбрежните плитководни райони. Всичко това позволява да се генерализира режима на езерните води – налице са 2 характерни зони според температурния им режим, а и според **S** на езерната вода: а) западна зона на влияние на Белославското езеро, от което проникват по-топли (до 5,6-6,0°C) и по-солени (около и над 15,4‰) води; б) източна зона на влияние на Варненския залив, от който навлизат по-студени морски води с **T** под 3,5°C. Между тях се оформя трета зона на взаимно приспособяване на характеристиките, при което техните отличия се размиват и стават по-незабележими. Според повърхностната температура тази зона може да се проследи между 27.800°E и 27.830°E. В отличие от изследванията в т. 3 и т. 4, описващи характера на лятното и есенното разпределение на температурното поле, поради посочената еднородност на водния слой в езерото, крайбрежните и заливните зони при зимното проучване не се проявяват и не могат да бъдат отделени по своята специфика. Резултатите от фоновите станции, показват, че температурата на откритите езерни води не е повлияна директно от температурното въздействие на ТЕЦ-а и се колебае между 3,4 и 6,0°C, тяхната структура по вертикала е приблизително еднородна, а измененията в горния 12-метров слой са от порядъка на 1-1,5 °C.

На фиг. 2в са показани особеностите на температурното поле в района на заустванията. Очевидно е, че в случая с изотерма 6,0°C може да се оконтури южната граница на зоната на смесване, а зоната с неповлияните води в тази част на Варненско езеро се характеризира с температури от порядъка на 4,5–5,5°C. В условията на безветрие, отсъствие на вълнение и ограничена динамика основният механизъм за затихване на топлинното въздействие на заустените води е топлообменът с атмосферата и температурната дифузия в по-затворените заливни акватории и в близост до брега.

## 5. Заключение

Океанографският анализ на резултатите от трите изследвания на температурното поле на Варненското езеро, проведени през различни сезони, дава възможност да се оцени въздействието на заустените охлаждащи води на ТЕЦ „Варна“. Изведените особености на хидрологичната структура на водата позволяват акваторията на езерото да се раздели на характерни зони с ярко изразен сезонен характер. На този фон са локализирани границите на зоната на смесване на затоплените води с езерните, в която се осъществява топлинното въздействие на ТЕЦ-а върху езерните води и приключва основната трансформация на постъпилите води от топлите канали 1 и 2. Тази зона има локален характер и обхваща в южна посока само границите на залива, в който се изпускат водите, а формата ѝ е слабо разтеглена на юг-югоизток и през различните сезони е на разстояние между 600 и 900 m от точката на заустване. Широчината на тази зона на изхода на залива варира между 500 и 690 m. И за трите обследвания е установено, че на външната граница на зоната на смесване заустването не води до превишаване на температурата с повече от 3°C от тази на фоните (неповлияните) води и съгласно съществуващите нормативни изисквания не се предизвиква съществено антропогенно въздействие в акваторията на езерото. При всички измервания температурата на водата в зоната на смесване остава в рамките на температурния режим, характерен за езерните води.

**Литература**

1. Траянов Т., Сн Мончева., Д. Солаков, Н. Николов, Х. Слабаков, Л. Ямболов, 1991. *Топлинно замърсяване на Варненското езеро от ТЕЦ “Варна” и екологичния му ефект, – В: II научна конференция “Рационалното усвояване и защита на природните ресурси на Варненския регион”, Варна, 88-97*
2. Moncheva, S., T. Trayanov, D. Solakov, 1992. *Thermal Influence of thermoelectric power station “Varna” on Varna Lake ecosystem and ecological impact. – Rapp. Comm. int Mer Medit, 33, 262.*
3. *Национален институт по метеорология и хидрология при БАН, 2010. Месечен бюлетин. – София, 1*

**За контакти:**

проф., дфн Димитър Иванов Трухчев, Институт по океанология – БАН,  
0887 871 851, [truhi@io-bas.bg](mailto:truhi@io-bas.bg)

Проф. д-р Галина Петрова Щерева, Институт по океанология – БАН, 0897 868 539,  
[g.shtereva@io-bas.bg](mailto:g.shtereva@io-bas.bg)

Гл. ас. Антон Илиев Кръстев, Институт по океанология – БАН, 0887 313 427,  
[a.krastev@io](mailto:a.krastev@io)

Людмил Икономов, КЦУР Геопонт-Интерком ООД, Варна, (359) 052 612858,  
[ikonov@enviro-link.org](mailto:ikonov@enviro-link.org)

Дончо Ангелов, КЦУР Геопонт-Интерком ООД, (359) 052 612858,  
[d.angelov@enviro-link.org](mailto:d.angelov@enviro-link.org)