

ОКЕАНОГРАФСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ В КРАЙБРЕЖНАТА АКВАТОРИЯ, ПОВЛИЯНА ОТ ВТОКА НА Р. КАМЧИЯ

Д. Трухчев, Г. Щерева, А. Кръстев, Т. Траянов

Key words: oceanography, estuary interactions, marine chemistry, Black Sea, Kamchiya river

Въведение

С настоящата работа се приключва един цикъл от изследвания на влиянието на речния приток, постъпващ от р. Камчия, върху океанографските характеристики на прилежащите крайбрежни и шелфови води. Проучванията в него бяха осъществени с финансовата поддръжка на Националния фонд за научни изследвания в рамките на проект (НЗ №1504) със същата научна насоченост, част от натрупаните в периода 2007–2010 год. резултати вече бе показана в (1–3). Поради организационни ограничения всички експедиционни изследвания са привързани към топлия полупериод на годината. Те са породени преди всичко от необходимостта да се използва малък плавателен съд, позволяващ да се подхожда максимално близко до брега. Изследваната акватория е открита и незащитена от ветровете, затова морските дейности от подобен род са изключително силно зависими от промените на времето и преди всичко – от степента на ветровото вълнение в прибойната зона. Бързата реакция на океанографските характеристики в плитководните крайбрежни райони към синоптичните промени поставя изисквания към квази-синхронността на океанографските снимки; необходимостта от преход от и до пристанище Варна ограничава допълнително налич-

Oceanographic investigations of the coastal sea area affected by Kamchiya river inflow

D. Truhchev, G. Shtereva,
A. Krastev, T. Trayanov

The results discussed in the report originate from investigations carried out in end-of July to beginning-of August period of 2010 in the coastal sea area in front of the Kamchia river mouth and the central Bulgarian shelf during an uncommonly high for the season river inflow. Measurement's grid includes stations with in various distances from the river mouth and adjacent shelf, the samples are gathered from the sea surface, intermediate and bottom layer. The spatial distribution peculiarities of basic hydrophysical and hydrochemical parameters (temperature, salinity, transparency, pH, dissolved oxygen and nutrients) are analysed. A significant salinity decrease of the upper 20-meter water layer of the entire north and central shelf of Bulgaria as a result of considerable precipitation during the preceding period and the increased north-western Black Sea and Bulgarian coast river discharge is established. In comparison with previous investigations during 2007 – 2009 is established that: 1) the river influence is stronger (up to 1 n.m. in front of the river mouth, abating at several kilometres northern and southern in a narrow coastal stripe); 2) lower transparency, pH and dissolved oxygen and increased nutrients content in the water area where the main transformation of river water takes place.

Институт по океанология – БАН

ното време за оперативни измервания и стеснява размерите на покривания поли-

гон. Именно топлият сезон позволява по-добро прогнозиране на благоприятни локални условия и предоставя за работа по-дълъг светъл период от денонощието.

Като изхождаше от тези предварителни условия за провеждане на натурните измервания, научният екип, изпълняващ посочения по-горе проект, си постави следната основна цел: да се изследват двата основни режима на речния приток: на високи води при пролетното пълноводие и на минимален отток в периода на минимални валежи през юли и август. По-долу са показани резултатите от океанографските измервания, проведени в края на юли и началото на август 2010 год., когато за разлика от аналогичните експедиции през август 2007 и 2009 год. (вж. 1,2) съществуват съществени отличия, както в хидрологичния режим на р. Камчия, така и на водите на прилежащия шелф. Полигонните измервания в района на устието са изпълнени на 31 юли 2010 г.

Методика на изследването

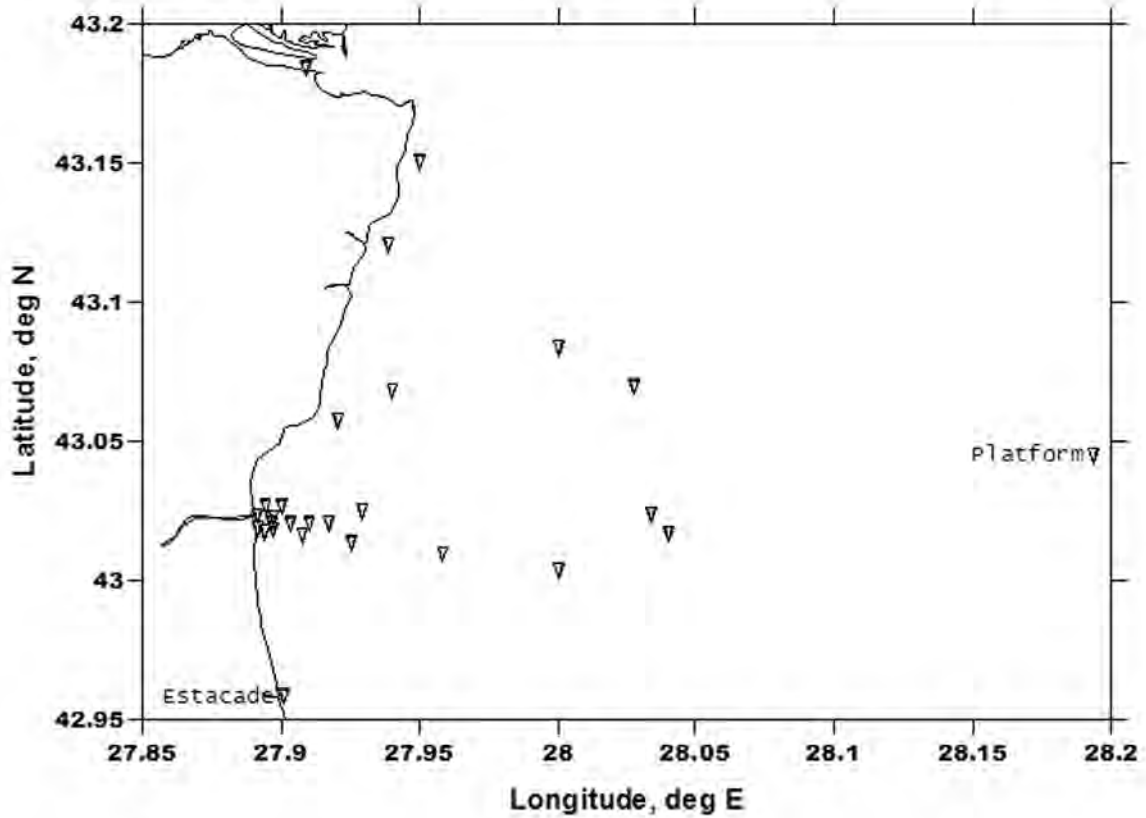
Съществува приемственост в района и методиката на изследването между отделните години. Същевременно, поради значимите отличия през лятото на 2010 г. на основните хидрологични характеристики от техните климатични разпределения, са разширени районът и броят на пунктовете на наблюдение (фиг. 1а), обходени на 31.VII. Най-северната точка е разположена пред Пост 1 в Канал 2 между Варненския залив и Варненското езеро, най-южната – на научно-изследователската естакада край с. Шкорпиловци, най-източната – на платформата „Галата” на Мелроуз. Същинският полигон пред устието на Камчия също включва няколко допълнителни станции (фиг. 1б). В точките от схемата на фиг. 1а, както и в тези от камчийския полигон, са измервани стойностите на температурата **T** и солеността **S** на повърхностната морска вода, в повечето от станциите от фиг. 1б са наблюдавани и **T**, **S** и **pH** на водата на междинен и придънен хоризонт и лабораторно са определяни съдържание-

то на разтворен кислород **DO**, силиций **Si** и наситеността с кислород **OS**. В района на Камчия са проследени прозрачността на морската вода и измененията на вектора на приводния вятър, в най-източната и най-дълбока (23 m) станция **K1** на полигона (фиг. 1б) са измерени скоростта и посоката на морските течения на два хоризонта.

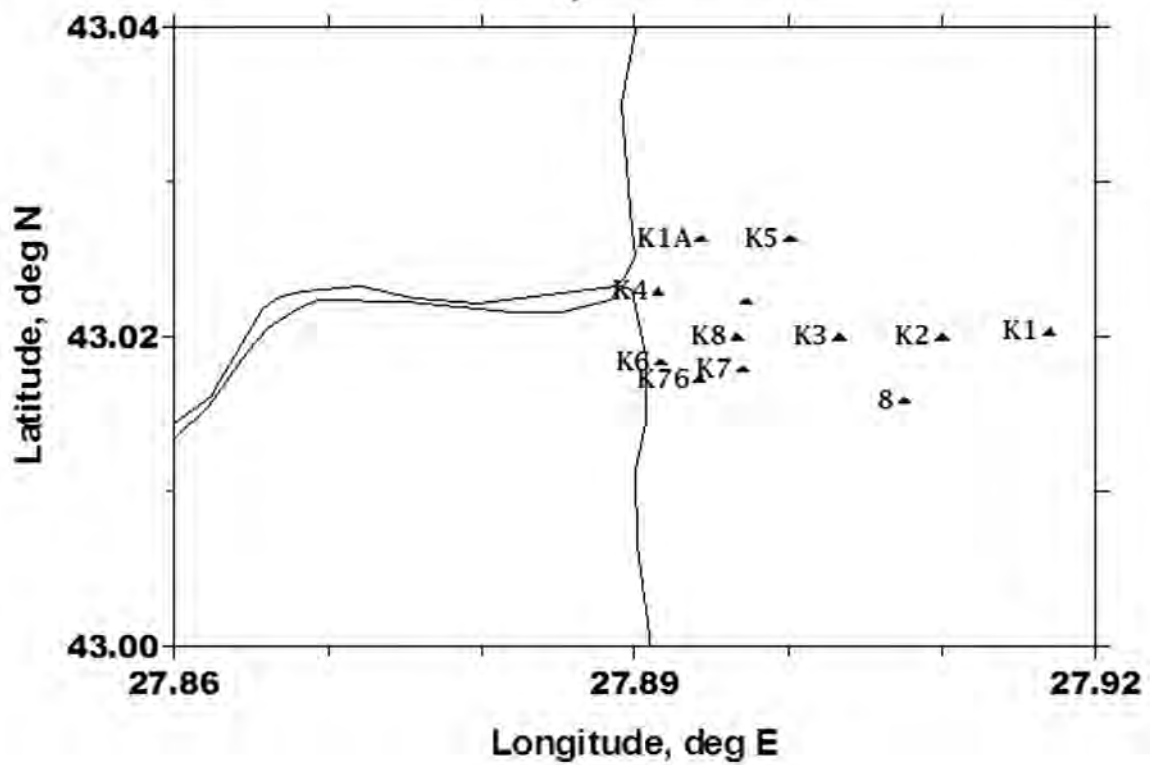
Хидрологичен режим на реките

На фиг. 2 са представени данни от (4) за вътрешно-годишните изменения на речния приток на р. Камчия през първите десет месеца на 2010 г. Налице е чувствително завишаване от климатичните норми през целия период, като измененията през месеците юли и август носят и качествен характер. По данни на ежемесечните бюлетини на Националния институт по метеорология и хидрология падналите валежи през различни периоди на юли в много от случаите са били интензивни, продължителни, с големи сумарни количества и са довели до увеличен отток на голяма част от наблюдаваните реки в страната. В особено силна степен това се отразява на реките в източната половина на Дунавския водосборен басейн и черноморските реки – общият обем на речния отток през юли в Дунавския водосборен басейн се е увеличил с 36%, а в Черноморския водосборен басейн – приблизително 4 пъти в сравнение с предходния месец. За крайбрежните реки на няколко пъти през юли е наблюдавано повишаване на речните нива с 10 до 80 cm, най-силното е в периода 8–16.VII. Средномесечният отток на Камчия през юли няколкократно надвишава както оттока през юни, така и нормата за юли.

Данни за директния отток от р. Дунав в Черно море не са налични, но информацията от хидрологичните станции за измененията на речните нива показва значително завишаване. Падналите наднормени количества валежи през юли над Централна Европа, заедно с посочените по-горе в нашата част на Дунавския водосборен

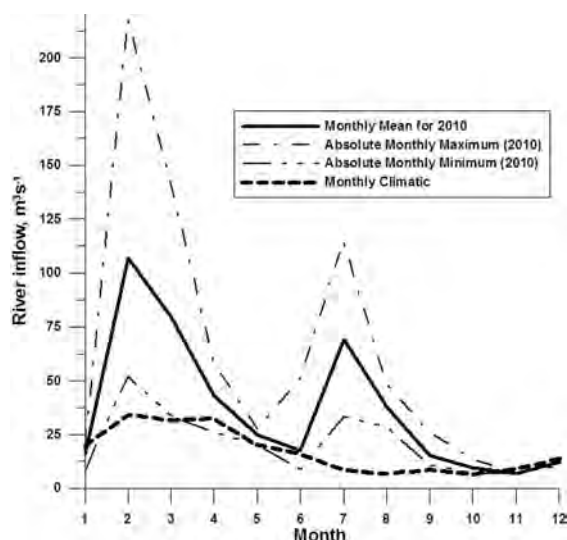


a)



b)

Фиг. 1. Схема на станциите (а) и полигона пред устието на Камчия (б)



Фиг. 2. Средномесечно разпределение, екстремални стойности през първите десет месеца на 2010 г. и климатична норма на речния приток, m^3/s на р. Камчия

басейн, водят до повишени водни количества и на Дунав. Като цяло тенденцията на нивото на р. Дунав в българския участък е към понижаване спрямо периода на високи води, но е от 109 до 221 cm над нормата за юли при всички пунктове за наблюдение. Налице са косвени данни за трайно по времето, значително увеличаване на постъпващите водни количества от всички реки в северозападната част на Черно море, което е нетипично за периода.

Хидрологични особености на шелфа

Посоченият завишен приток на реките в северозападната част на морето води до установяване на необичаен за сезона хидрологичен режим на северния и централния шелф на България. За да се обрисова създалата се ситуация допълнително са използвани данни от:

а) STD-профили по разреза, източно от н. Калиakra и н. Галата и в две точки, съответно на 5 и 10 мили пред устието на р. Камчия, извършени с НИК „Академик” в периода 3. – 6.VIII.;

б) дълговременни (между 6.VI. и 23.VIII.) записи с дискретност 2 min на

полетата на T и S в повърхностния слой на морето от мониторинговата апаратура, разположена на платформата „Галата”.

Анализът на данните от платформата показват, че след 25 юни се наблюдава трайна тенденция на понижаване на солеността от ~17.5‰ до около 11‰, на 24 юли е постигнат абсолютният минимум 10,84‰ за целия ред от данни. Значително по-ниски от обичайните нива на солеността се запазват докъм 6 август. През целия описван период температурата на водата има характерния за сезона ход на постепенно увеличаване. Според данните от метеостанция Варна пролетните и летни месеци на 2010 г. се характеризират с по-високи от климатичните средномесечни стойности на температурата на въздуха. В резултат на повишеното слънце-греене и отсъствието на добре изразена атмосферна динамика, отслабващо водообмена с откритите акватории, в началото на август по крайбрежието на България се отбелязват абсолютни максимуми на температурата на морската вода за целия период на метеорологични наблюдения, съответно 31.0°C и 31.5°C за Шабла и Варна.

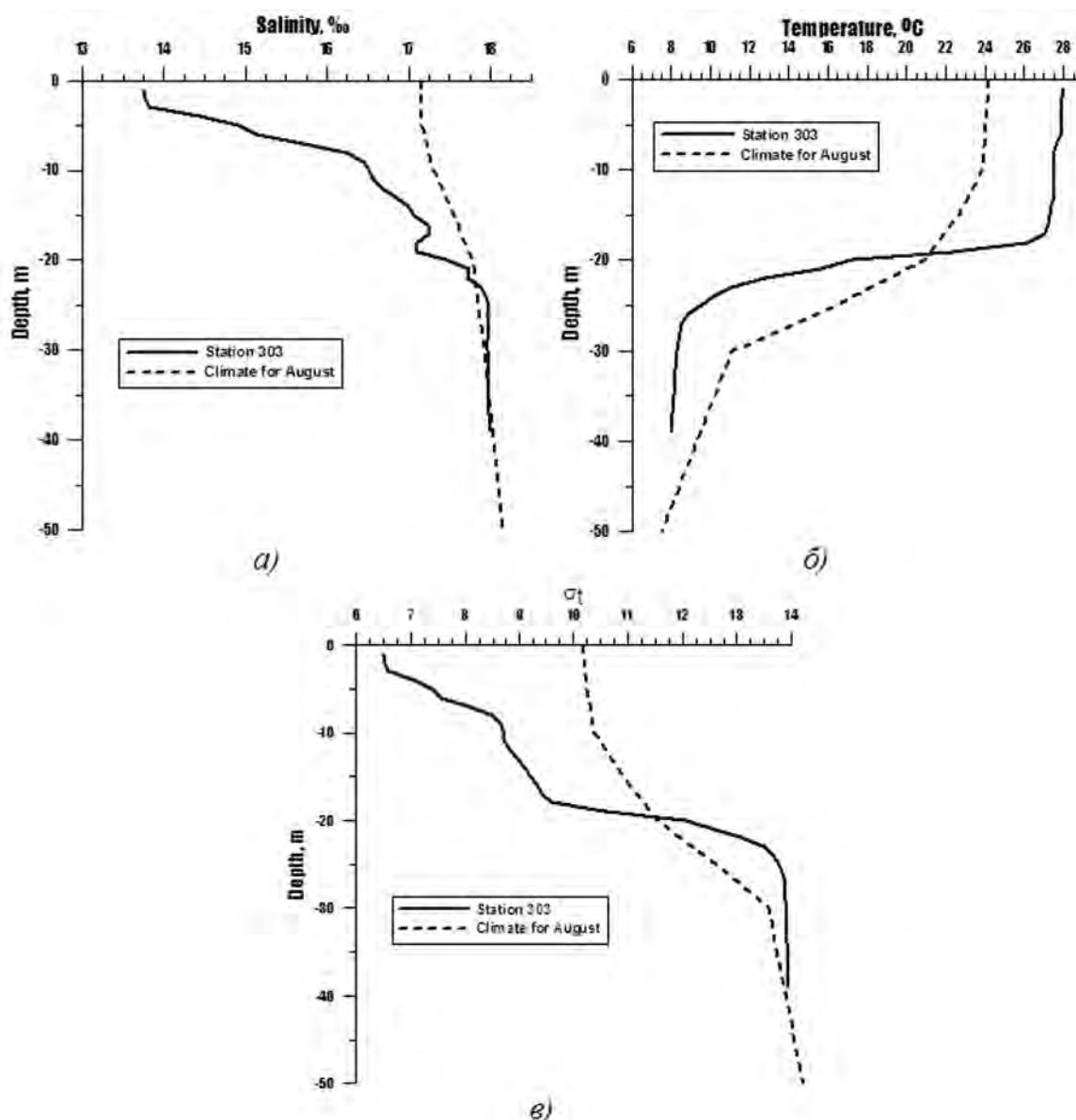
За сметка на характерния за крайбрежието ни южен пренос на водни маси, в северния и централния шелф постъпват от северозападната част на басейна значително по-малко солени и по-топли води. Този режим се поддържа и от локалните фактори: посоченото загряване на водата в региона, засиления местен речен отток и повишените количества на валежи. Всички тези фактори предизвикват нетипично за климата разпределение на термохалинните характеристики по вертикала (фиг. 3). Важна особеност е, че независимо от по-голямото загряване на горния слой на морето, термоклинът в края на юли и началото на август 2010 г. е разположен по-високо от средно-многогодишното си местоположение. Оформиленият се слой от по-топли и по-малко солени (и следователно, по-малко плътни – вж. фиг. 3в) води води до образуване в най-горната част на морето на специфични

чен пикноклин. По-леките и по-подвижни води в горния слой блокират проникването на температурната вълна на дълбочини под 20 m.

Метеоусловия по време на експедицията

Експедиционните изследвания в района на устието на р. Камчия са проведени в светлата част на деня на 31 юли между 08:00 и 17:00 часа, при незначителна и променлива облачност. По данни от

метеорологичната станция във Варна в обедните часове температурата на въздуха достига 30°C, атмосферното налягане е относително постоянно (~1012,5 hPa), с леко понижение до 1012 hPa след обяд. Вятърът е със скорост 3–5 m/s, с постепенно усилване към обяд до 6–7 m/s и пориви до 10 m/s, посоката му сутринта е от E-NE, по-късно към 10:00 часа се обръща от E, в следобедните часове се ориентира от SE. Вълнението в открито море е 2–3 бала. В акваторията пред устието вятър-



Фиг. 3. Епюри на солеността [‰] (а), температурата [°C] (б) и относителната плътност на морската вода σ_t (в) по данни от CTD-измерване в станция „303” на 17 мили, източно от н. Галата и климатичните им разпределения за района през август

рът на височина 3 m е от източната четвърт, със скорости 3–4,5 m/s, в часовете след 13:00 с пориви до 6 m/s.

Хидрологични особености на камчийския район

Представа за фоновата хидрологична обстановка по време на изследванията бе дадена по-горе. Съгласно измерените данни за **T** и **S** на 31.VII. на повърхността на морето температурата се изменя в интервала 25,9–27,1°C, а солеността варира от 12,5 до 12,8‰, като тук не са включени значенията не измерваните величини в акваторията непосредствено пред самото устие, откъдето постъпват по-студени речни води. Очевидно тези данни носят белезите на слабо развита динамика и относително еднородно разпределение по хоризонтала в крайбрежния и шелфовия район между Варна и Шкорпиловци. Показателни за особеностите на вертикалното термохалинно разпределение са профилите от фиг. 3. Налице са:

а) значителни отклонения от нормата – температурата на повърхността е по-висока с около 2°C, солеността – по-ниска с 3,5‰;

б) оформен горен квазиеднороден слой, който е особено добре очертан за **T** и има височина на водния стълб ~20 m. При **S** под хоризонт 4 m се наблюдава ясна тенденция към изравняване с климатичната норма, което се постига на дълбочина около 20 m от повърхността на морето, когато **S** е от порядъка на 17‰. Най-горният няколко метров повърхностен слой с ниска соленост е пряко следствие от описаните по-горе процеси на постъпване на българския шелф на опреснена вода с основен източник – северозападният шелф. Затова въпросният слой на **S** постепенно изтънява от север на юг – по разреза пред Калиакра неговата височина е около 10 m;

в) много по-стръмен (в сравнение с климатичните епюри) термоклин, което е регистрирано на всички измерени профили по време на експедицията с НИК «Академик». За това способстват по-ви-

соката температура в горния слой и оформеният се пикноклин на дълбочина;

г) значително по-високо (на дълбочина около 25 m) отколкото в климата разположена горна граница на студения междинен слой.

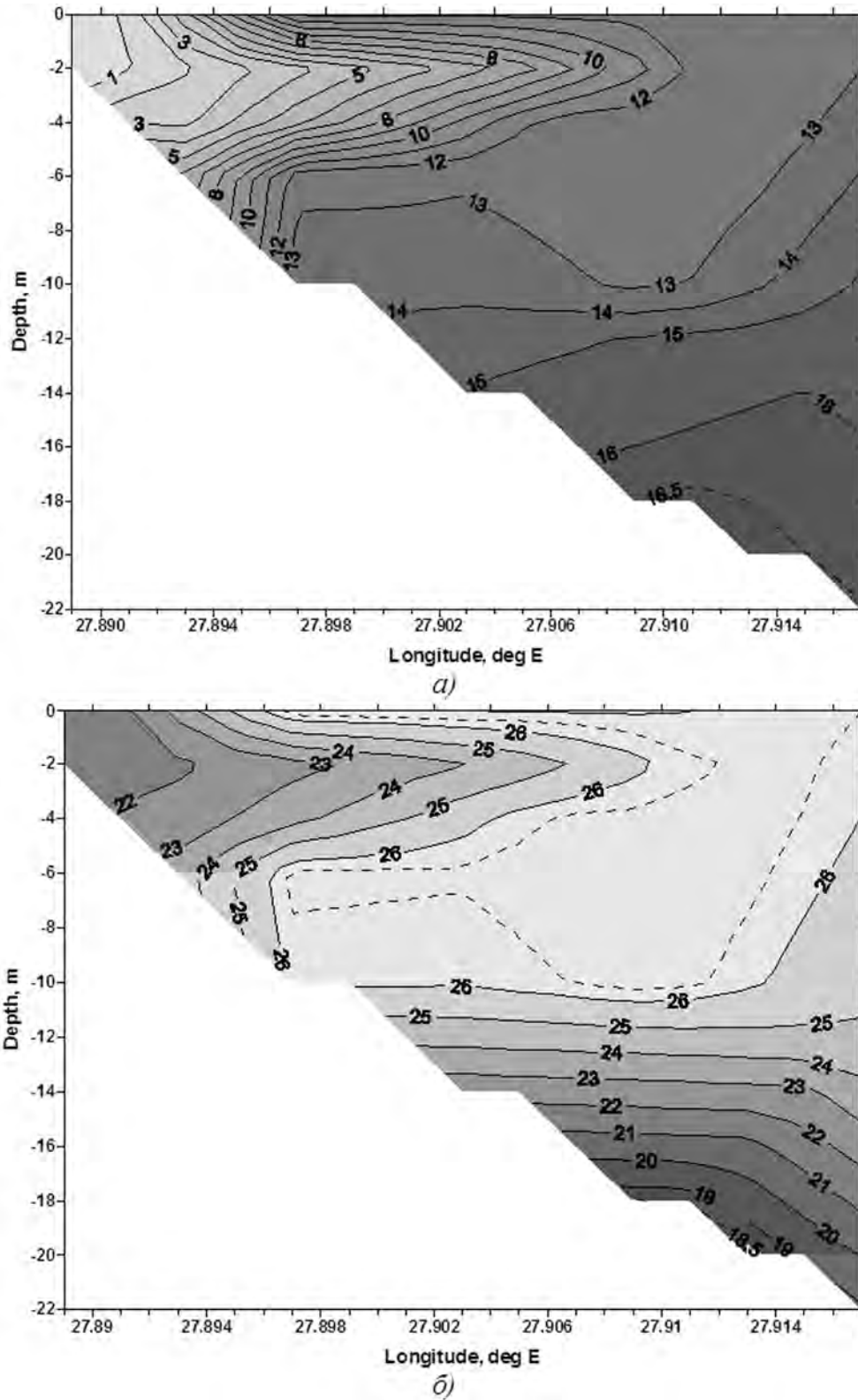
В сравнение с резултатите от преходните изследвания на полигона пред Камчия:

1. не са регистрирани особени качествени отличия в хоризонталните разпределения на **T** и **S**. Присъствието на източник на речни води се „улавя“ в твърде тесни граници, в тясна крайбрежна ивица;
2. вероятно като следствие от повишения дебит на реката притокът от нея е по-ярко изразен по протежение на зоналния разрез пред устието (фиг. 4). И в двете полета – на температурата и солеността, се очертава добре оформен език от постъпващите в морето речни води, който в подповърхностния слой на дълбочина 2-3 m се проследява на разстояние до около 1 миля от брега.

В станция **K1** са направени паралелни замервания на теченията в повърхностния и придънния слой в продължение на половин час. Използвани са интегрални руски измерители на теченията тип **ВММ-М**. Циркулацията има ветрови характер, интензивността ѝ е съпоставима с тази от предишните години – на повърхността средната скорост на течението е 17 cm/s, посоката му – 241° спрямо севера, в дълбочина – съответно 12 cm/s и 272°.

Хидрохимични особености на района

Показаните в табл.1 резултати са групирани по подобие на резултатите от предишните изследвания (1–3) според характерните зони на взаимодействие и трансформиране между речните и морските води. Само една станция **K4** (вж. фиг. 1б), разположена непосредствено пред устието, е с характеристики, близки до тези на речната вода и отличаващи се рязко от тези на



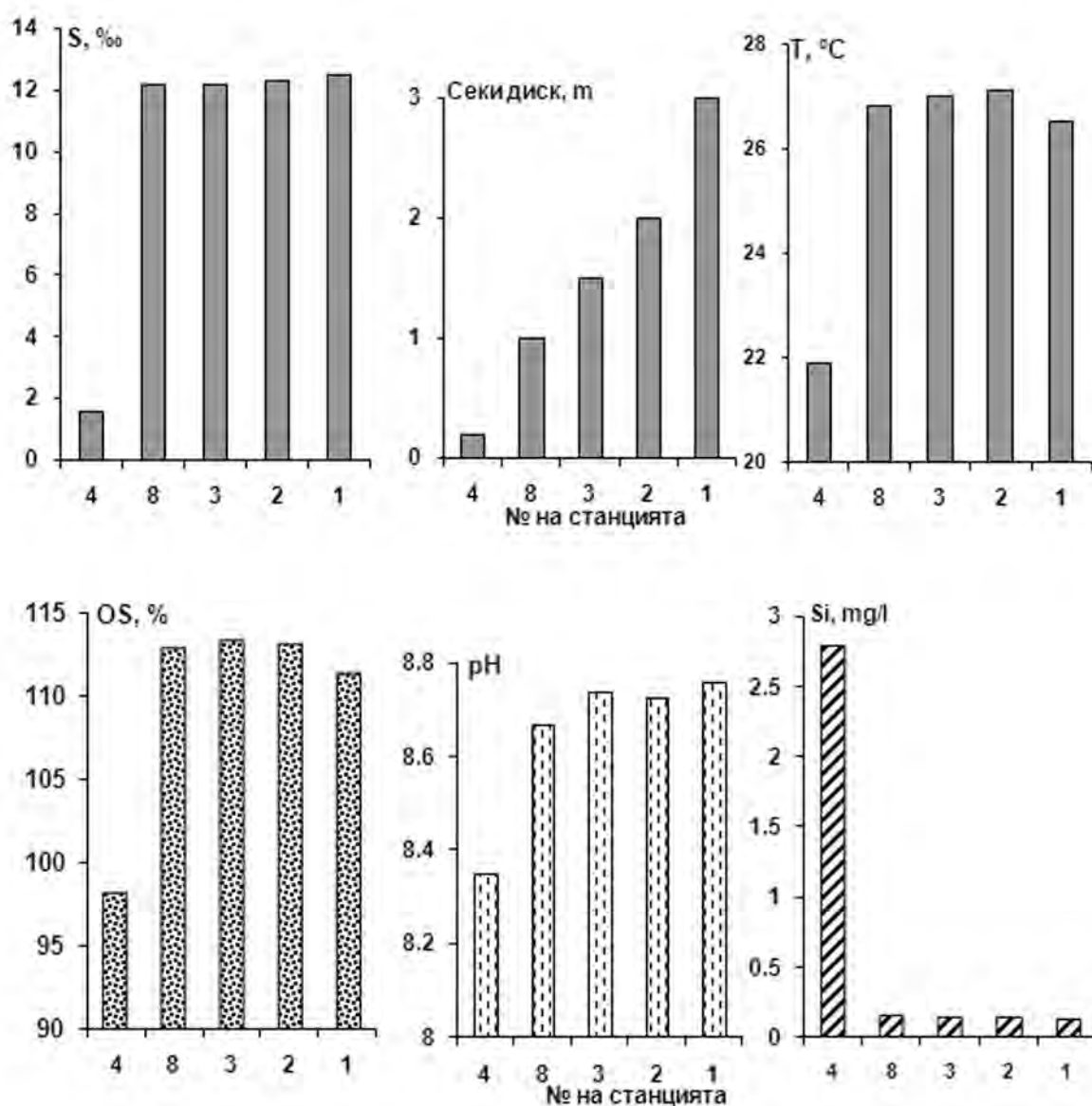
Фиг. 4. Зонален разрез в полето на солеността S, ‰ (а) и температурата T, °C (б) пред устието на р. Камчия

останалата акватория (фиг. 5): значително по-ниски соленост, температура и кислородна наситеност, висока мътност и на по-

рядък (над 20 пъти) по-високо съдържание на силиций. Засилено речно влияние се отбелязва и в другите две, най-близки до бре-

Таблица 1. Интервали на изменение на химичните параметри в приустиевия район на р. Камчия

Акватория	Параметри				
	Секи диск, m	S, ‰	OS, ‰	pH	Si, mg/l
зона на смесване	0-0,5	1,6-6,8	98-102	8,35-8,52	1,52-2,78
крайбрежна зона	1-3,0	12,0-12,5	106-113	8,65-8,73	0,09-0,18



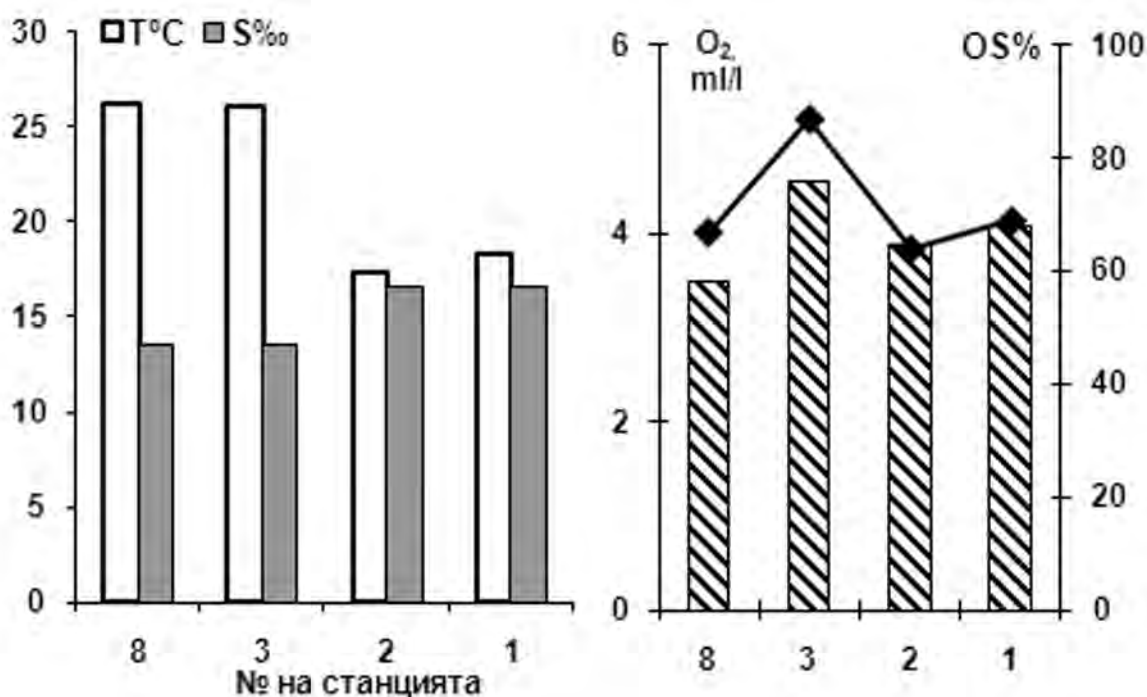
Фиг. 5. Соленост S [‰], прозрачност [m], температура T [°C], кислородна наситеност OS [‰], pH и силиций Si [mg/l] на повърхностните води на разрез срещу устието на р. Камчия

га станции (ст. К1А и К6) от фиг. 1б, останалата част от изследваната крайбрежна акватория е сравнително по-хомогенна. Данните от профила, разположен непосредствено срещу речното устие, показват, че прозрачността според Секи-диска пропорционално се увеличава с отдалечаване от брега. С изключение на К4 морската вода навсякъде се оказва преситена с кислород.

Особеностите в пространственото разпределение на стойностите на изследваните параметри определят границите на зоната на смесване и основно трансформиране на речните и морските води, които я разделят от фоновата морска зона. Тези граници се идентифицират по наличието на относително резки градиенти в наблюдаваните характеристики (с изключение на прозрачността) и очертават твърде тесен район непосредствено около устието. Визуално се отделя акватория с рязко повишена мътност, със сиво-кафяв цвят, оформена като относително неширока (до 300–350 m), успоредна на брега, ивица. Преобладаващият вятър от източната четвърт очевидно не позволява проникването на речните води по-навъ-

тре в морето и мътните води се разпространяват покрай брега, по-интензивно в южна посока. Поради описаните във Въведението ограничения, границата на размиването на тези води на юг не беше точно установена; на север то се проследява на разстояние около 3 мили, до района на н. Иланджик. Като ориентир за максималното отдалечаване от брега на по-мътните речни води може да се използва станция К76, която е точно на визуалния раздел с ординарните крайбрежни води. Постепенното повишаване на прозрачността с отдалечаване от зоната на смесване навътре в морето (фиг. 5) означава, че остатъчната мътност се дължи главно на утаяващо се суспендирано вещество, а не на образуването му вследствие на смесването. Подобна ситуация е относително благоприятна за бързото стабилизиране на химическите параметри на прилежащата акватория, тъй като не се наблюдава допълнителен синергетичен ефект от смесването на двата типа водни маси и се ограничава речното влияние.

Разширеният район на трансформиращите се речни водни маси с висока мът-



Фиг. 6. Температура Т [°C], соленост S [‰], кислородна наситеност OS [%] и кислород O₂ [ml/l] в придънните води на разрез срещу устието на р. Камчия

ност говори за по-силно изразено речно влияние през 2010 г. Съпоставката с предходните години (1–3), освен чувствително по-ниската соленост, показва и по-ниска прозрачност, и по-високо биогенно съдържание, както в зоната на смесване, така и за целия централен и северен шелф (последното – според данните от профила с НИК „Академик“ пред Галата и Калиакра).

В дълбочина (фиг. 6) процесите на вертикално смесване спомагат да се формира квазиеднороден слой на наблюдаваните хидрохимични параметри. Речното влияние, макар и постепенно затихващо, се проследява докъм изобата 10 m в целия воден стълб от повърхността на морето до дъното. Поради по-малката дълбочина в зоната на смесване, придънната вода е с температура близка до повърхностната (25–26°C), солеността варира в интервала 13.5–15.0‰, а разтвореният кислород – от 3.87 до 4.01 ml/l (OS = ~77%). Придънните води в акваторията с дълбочини между 10 и 23 m се характеризират с постепенно повишаване на стойностите на солеността от 13,6 до 16,6‰ (т.е. налице е тенденция за изравняване с климатичната норма) и на разтворения кислород от 3,49 до 4,55 ml/l. Кислородната наситеност намалява до 64–69%. Оформилата се специфична стратификация води до влошаване на кислородни условия за най-отдалечените от устието станции на дълбочини ~20 m. Подобна ситуация бе регистрирана през август 2007 г. с измерено кислородно съдържание 3.30ml/l (3), но тогава това бе свързано с присъствието на горната граница на термоклина. За сравнение придънната концентрация през август 2009 г. (в условията на хомогенен горен слой) е била 4.54 ml/l.

Изводи

Изследванията през юли 2010 г. са протекли при аномална хидрологична обстановка, със силно занижена фонова соленост вследствие на нетипично висок за сезона приток на води от северозападния шелф, със специфични плътност и вертикална структура на водните маси.

Притокът на Камчия също е значително над климатичната норма за месеца.

Речното влияние се проследява в явен вид в полетата на температурата и солеността на морската вода в сравнително тясна ивица в близост до брега, в която водите се отличават с ниска соленост (под 10–12‰) и по-ниска температура (под 26°C), на изток от устието те оформят характерен език, който се проследява на разстояние до около 1 миля брега.

Според разпределението на химичните параметри се установява по-съществено, в сравнение с предишните изследвания, речно влияние. Зоната на активно смесване е с по-ниска от обичайната прозрачност и с повишено биогенно съдържание. Като по правило тази област се простира до не повече от 300–350 метра източно от брега и се разпространява на няколко километра северно и южно от устието. Независимо от по-обширния район на въздействие, влиянието на притока от река Камчия върху прилежащата морска акватория се оказва с локален мащаб.

Очевидно, че направеният в предишните изследвания извод за слабо речно влияние като следствие от занижения приток се нуждае от уточняване. И при аномално високи речни води влиянието на реката остава ограничено в рамките на няколко стотин метра (при термохалинните индекси – до около 1 миля) навътре в морето и няколко километра – северно и южно от устието.

Литература

1. Щерева Г., Трухчев Д., Кръстев А., Траянов Т. 2009. Хидрофизични и хидрохимични изследвания в акваторията пред устието на р. Камчия, Известия на СУБ – Варна, 5'08, 36–44.
2. Щерева Г., Д. Трухчев, А. Кръстев, Т. Траянов. 2010. Океанографско изследване в крайбрежната акватория пред устието на река Камчия. – Изв. на СУБ – Варна, 6'09, Варна, 37–48.

3. Щерева Г., Б Джурова. 2005. Биогенни елементи в крайбрежните води под влиянието на речния вток. – Известия на СУБ – Варна, 2'2005/1'2006, 107–112.
4. Национален институт по метеорология и хидрология БАН, 2010. Месечен бюлетин. – София, 1, 2, 3, 4, 5, 6 7, 8, 9, 10.

Адрес за кореспонденция:

ст.н.с, д.физ.н. Димитър Трухчев,

E-mail: phys@io-bas.bg

ст.н.с., д-р Галина Щерева,

E-mail: chem@io-bas.bg

Институт по океанология – БАН,
Варна