

ОКЕАНОГРАФСКО ИЗСЛЕДВАНЕ В КРАЙБРЕЖНАТА АКВАТОРИЯ ПРЕД УСТИЕТО НА РЕКА КАМЧИЯ

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

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

Въведение

С настоящата работа се продължават започналите през последните години (1-4) изследвания на влиянието, което Камчия – най-голямата българска река, вливаща се в Черно море, оказва върху хидрологичните и хидрохимичните характеристики на крайбрежната акватория на морето. Показани са и са анализирани резултатите от експерименталните измервания през август 2009 г. на полигон в приустиевата част на реката и прилежащите крайбрежни морски води - в тази акватория наблюдения са проведени и през предишните две години. Общата цел на тези изследвания е да се прояви влиянието на речните води върху спецификата на морската вода в региона при условията на по-слаба или умерено развита динамика на морската среда и да се оценят границите на зоните, в които се проследяват в явен вид речните води и приключва съществената им трансформация по отношение на основните хидрохимични параметри. Освен чисто океанографски, получените резултати имат и важно практическо приложение – изведените количествени оценки показват степента на влияние на силното антропогенно въздействие от речните води върху качеството на морската среда около устието (1,2). Периодът на настоящо-

Институт по океанология – БАН

Oceanographical Investigation in Coastal Water Area in front of Kamchiya River Mouth

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

Oceanographical investigations are carried out in August 2009 in a polygon in front of Kamchiya river mouth. The sampling grid consists of 8 sea and 2 river stations and includes surface, intermediate and bottom layer waters. The water temperature, wind, sea current, salinity, pH, transparency, dissolved oxygen, and nutrients are measured. Due to dynamical causes more dense open shelf waters are wedged themselves in coming from the river water mass and beach it into narrow coastal zone in the north and south direction. River waters influence is detected in a close coastal area decreasing southwards; the mixing zone where basic freshwater's transformation completes is characterized by lower transparency, pH and oxygen and relatively high nutrients concentrations.

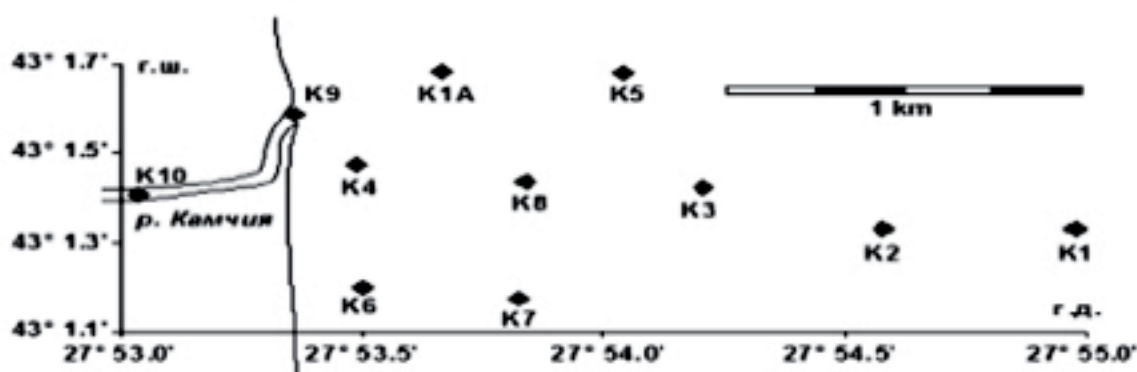
то изследване е близък до този от 2007 г. и позволява да се проверят и евентуално допълнят някои от направените по-рано изводи за характера на взаимодействията “река-море” в условията на хидрологично лято.

Организация и методични особености на изследването

Провеждането на измерванията и обработката на взетите образци методично следват приетата организация от предишните две години. Пробите от морска вода се вземат от борда на катер, обо-

рудван с GPS система за привързване и ехолот за определяне на дълбочините), на три хоризонта (повърхностен, междинен и придънен) с батометър тип "Goflo". Използването на малък плавателен съд позволява максимално приближаване до брега при пробоотбирането, но е затруднено при по-силно вълнение. Температу-

ристиките на речната и морската вода оформят. Нейните граници са изследвани на хидрологичен полигон от 10 станции върху три галса съответно пред устието, северно и южно от него, както и на 2 точки от реката, непосредствено преди вливането ѝ в морето (фиг. 1). Широчината на морската част на полигона е 900-



Фиг. 1. Схема на разположението на хидрологичните станции в изследвания район

рата T , електропроводимостта C и pH на водата са измерени *in situ* с комбиниран WTW pH /кондуктометър.

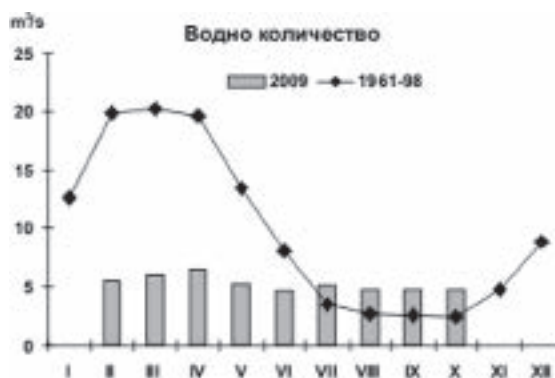
Лабораторните хидрохимични анализи са извършени по стандартни методи (5): на Винклер (за кислорода) и спектрофотометрично (за биогенни елементи). Скоростта и посоката на теченията са определяни чрез руски измерител от типа ВММ, а прозрачността на морската вода – с диск на Секи. В качеството им на фонови, при планирането на експедиционните изследвания и при анализа на получените резултати, са използвани архивни и оперативни метеорологични и хидрофизични данни от синоптичната станция във Варна, шелфа пред н. Галата, акваторията на Варненския залив и пред Научно-изследователската база на Института по океанология (ИО) при БАН и от фонда на ИО.

Район на изследването

По аналогия с (1) и тук под зона на смесване ще разбираме оная буферна област, в която протичат активните процеси на взаимно приспособяване на харак-

1000 m, максималната отдалеченост от брега на станциите е около 2250 m, най-големите работни дълбочини са около 19-20m. Относително неголемите размери на полигона осигуряват квазисинхронност на наблюденията – „покриването“ на станциите става за около 5-6 часа, така се ограничава влиянието на промените в атмосферната и морската динамика.

Хидродинамичните особености на региона са типични за откритите крайбрежни плитководни акватории: не особено развити движения (обикновено око-



Фиг. 2. Средномесечен отток (m^3/s) на р. Камчия през 2009 г. и климатичното му разпределение за периода 1962 – 1998 г.

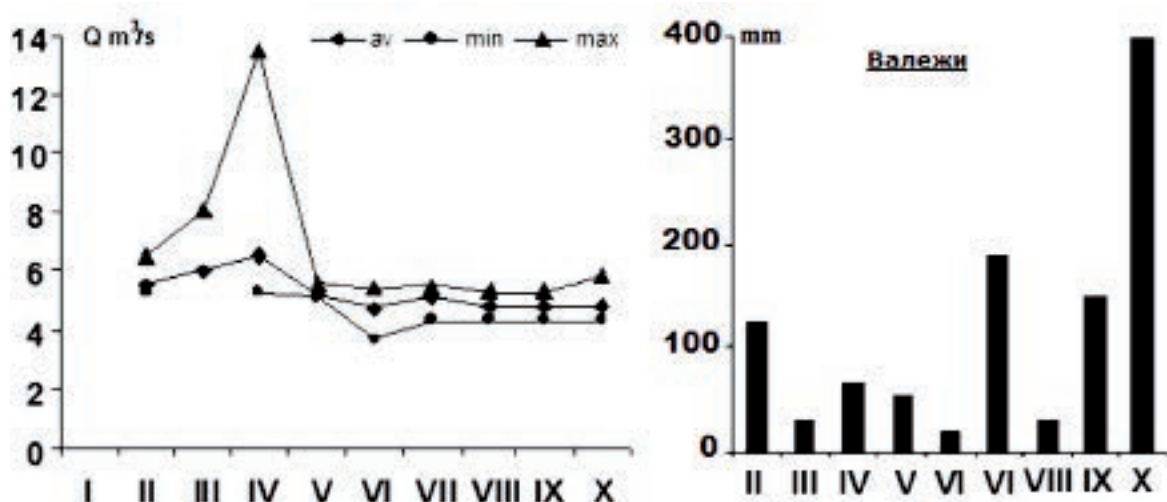
ло 10 cm/s), силно зависещи от структурата на полето на приводния вятър, като при по-силни и по-продължителни ветрове скоростта на морските течения нараства до 20-30 cm/s. Както и при предишните две изследвания средномесечните изменения на постъпващите водни количества от р. Камчия се отличават съществено от характерните за климатичния вътрешногодишен ход, определен за периода 1961-1998 г., и се колебаят около 5 m³/s (фиг. 2).

В отличие от климатичните данни, които са с добре изразен годишен ход, през 2009 г. речният приток се разпределя относително равномерно през отделните месеци, налице са относително неголеми абсолютни максимум и минимум съответно през април и юли и нетипично (в сравнение с климата) нарастване през летния и есенния сезон. Даже максималният отток на реката, установен през месец април (13,5 m³/s), не превишава средния многогодишен приток за същия месец. Освен качествената близост, изразена в аналогичното присъствие на локални максимуми и минимуми в количествата на валежите през април и юли, не се очертава друга пряка връзка между динамиката на валежите и стойностите на постъпилите от реката водни количества (фиг. 3). Вероятно най-съществена роля

за отличията на речния приток през 2009 г. от климатичния ход и от характера на валежите играе осъществяваната регулация на реката. Сравненията с вътрешногодишните изменения през 2007 г. (1) показват около 2-3 пъти по-ниски средномесечни стойности през 2009 г.

Хидродинамични особености на района по време на наблюденията

Измерванията са проведени в условията на топъл, слънчев ден, при слаб речен отток и смесено вълнение около 3 бала през сезона на хидрологичното лято – на 19 август 2009 г., в периода от 09:00 до 14:30 часа. Температурата на въздуха е характерна за сезона, с постепенно повишение от 19°C през нощта до около 28-29°C в обедните часове. Характерните фонове характеристики на температурата и солеността на морската вода на повърхността на морето за периода на наблюденията за този район са съответно 25-26°C и 16‰, за по-откритите части до 17‰. Тъй като термоклинът е разположен на дълбочини под 20^om, то в района на измерванията температурата има квазихомогенно разпределение в целия воден стълб от повърхността на морето до дъното. Измерените стойности на температурата

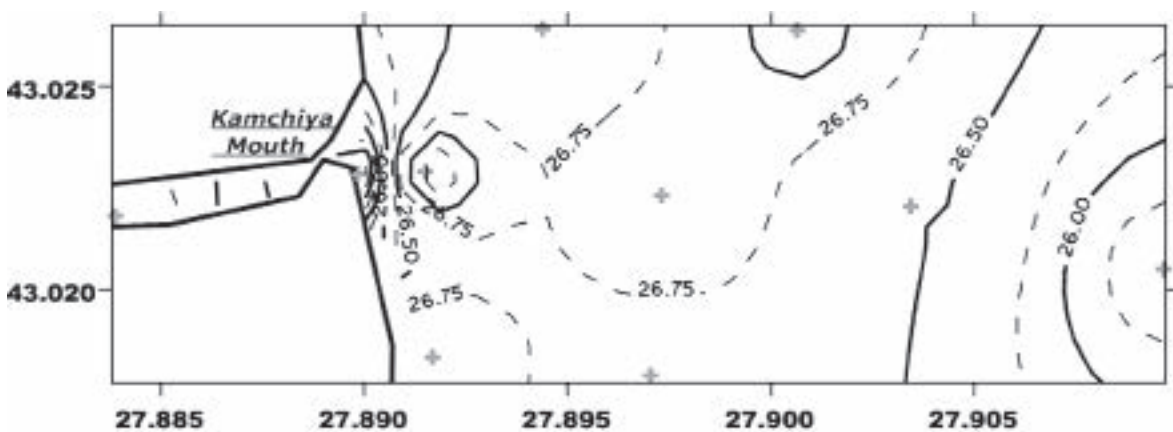


Фиг. 3. Средномесечни (av), минимални (min) и максимални (max) количества на водните количества Q (m³/s) от р. Камчия и средномесечни количества на валежите във Варна през 2009 г. по данни на Националния институт по метеорология и хидрология при БАН

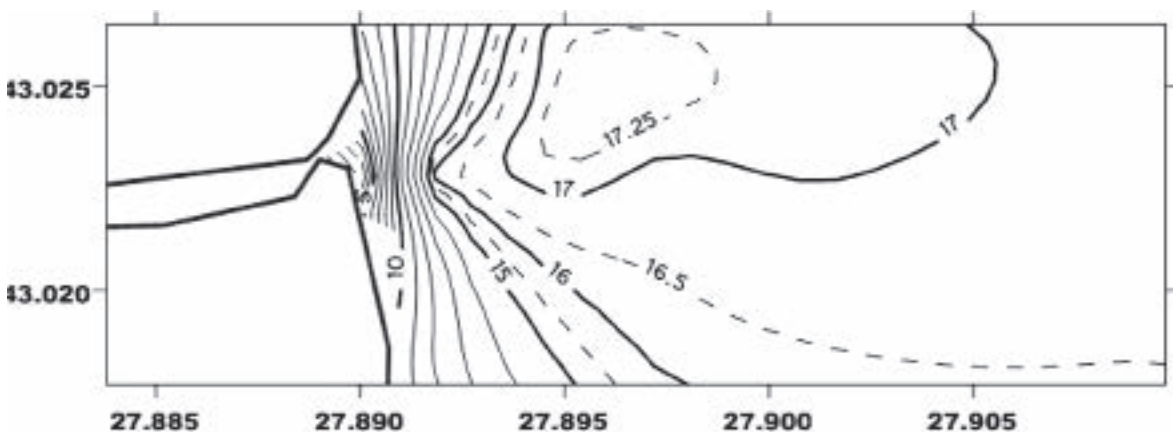
на морската вода в различните станции на различните хоризонти са в интервала 27,6°-25,2°C; речната вода е с малко пониска температура (24,5-25,0°C). Наличието на относително еднороден по вертикала горен слой на морето се потвърждава и от данните за солеността, променяща се в относително тесни граници. С изключение на тънкия един-два метров горен слой в непосредствена близост до устието на реката, във всички останали измервания солеността е в рамките на фоновата – стойностите ѝ по хоризонтала и вертикала варират между 16,0 и 17,3‰.

Синоптичните данни от Варна и региона показват, че през нощта и сутринта вятърът е бил от северната четвърт с постепенно обръщане към обяд от източната четвърт, към края на измерванията той се ориентира от югоизток. Скоростта му се изменя от 4-5 m/s на сушата до

5-6 m/s в открито море, по обяд и в ранния следобяд спада до 2,5-3,0 m/s. Движенията на морската вода в началото на наблюденията са по-интензивни (с измерени модули в диапазона 13-17 cm/s), по обяд, заедно с отслабване на вятъра, движенията на водата също намаляват (под 10 cm/s). Като цяло теченията в горния слой на морето следват посоката на вятъра. Както и в предишните наблюдения (1), динамиката създава предпоставка за „притискане“ на речната струя към брега. Този процес обаче е по-силно изразен в сравнение с 2007 г., (възможно е и моментният приток на реката да е по-слаб), и в резултат се наблюдава „вклиняване“ на шелфовите води в непосредствена близост до самото устие. Притиснати от по-солени открито-морски водни маси, по-малко плътните речни води се оказват силно ограничени около брега и се ори-



Фиг. 4. (а) Разпределение на повърхностната температура (°C)



Фиг. 4. (б) Разпределение на соленост (‰); с „+“ са показани хидрологичните станции

ентират по посока на север и на юг от устието (фиг. 4). Разпределението на полето на солеността на междинните и придънния хоризонти показва, че непосредствено пред устието протича процес на изнасяне на крайбрежни води с относително по-ниска соленост от зоната на смесване към вътрешността на шелфа, като така се компенсира повърхностния приток към брега.

Хидрохимични особености на района

Измерваните химични параметри се изменят в границите посочени в табл. 1, данните за разпределението на *pH* не са включени, т.к. в условията на занижен речен отток стойностите му са относително близки помежду си в различните части на акваторията. Кислородната наситеност в речните води е по-ниска, отколкото

в морските, поради по-ниското кислородно съдържание, по-ниските температура и соленост.

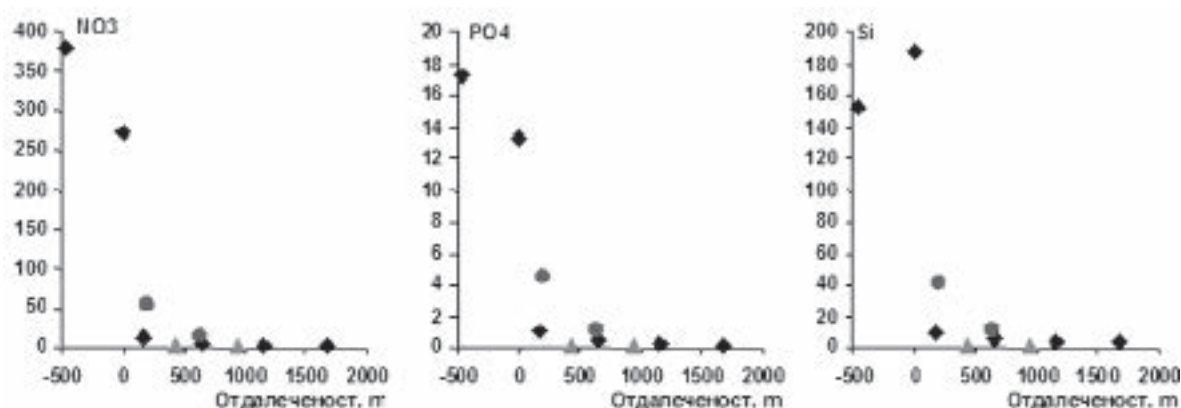
Речното влияние в повърхностните води (фиг. 5) е най осезателно на южния профил (станции К6 и К7).

Вертикалното разпределение показва (фиг. 6,7) оформянето на зона на смесване, в която морската вода се отличава и от фоновата, и от речната, по своята соленост, биогенно съдържание и концентрация на суспендиран материал. Концентрацията на общия неорганичен азот (*DIN*) в тази зона е в диапазона 17-57 μM при средна за реката 300 μM .

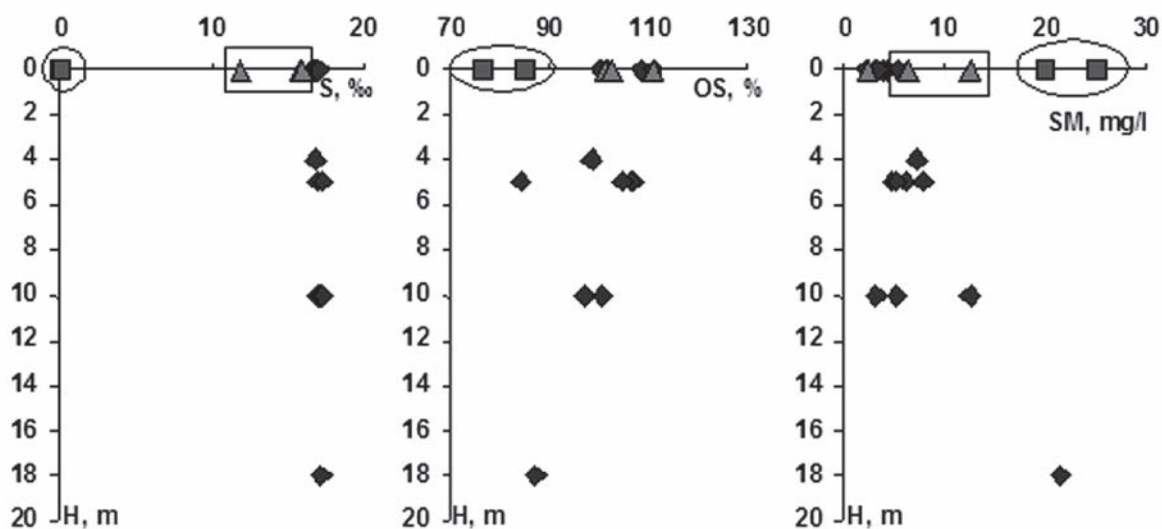
Освен солеността, важни индикатори на речното влияние са концентрациите на биогенни елементи (*P*, *N* и *Si*) и на суспендиран материал. Биогенното съдържание в морската вода, неповлияна от речния вток, е многократно по-ниско,

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

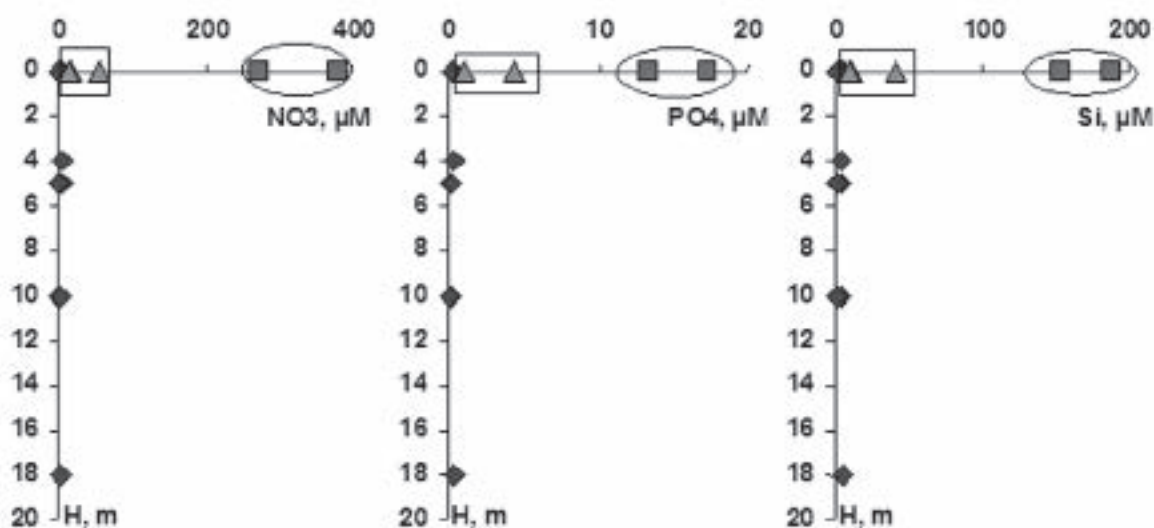
Зона	S, ‰	OS, ‰	TP, μM	DIN, μM	Si, μM	SM, mg/l
Зона на смесване	11,9-15,9	101-111	1,45-4,71	17,11-41,0	11,4-41,0	7,3-15,48
Морска зона	16,9-17,3	100,3-111	0,24-0,70	1,57-14,79	1,53-4,9	2,3 7,92



Фиг. 5. Разпределение на биогенните елементи в повърхностните води (μM) пред устието по профили (♦ – централен, ● – южен и ▲ – северен)



Фиг. 6. Вертикално разпределение на солеността *S*, кислородната наситеност *OS* и суспендирания материал *SM* (с правоъгълници и елипси са ограничени съответно речните води и зоната на смесване)



Фиг. 7. Вертикално разпределение на биогенните елементи (за означения вж. фиг. 6)

отколкото в реката (средно 39 пъти за *P*, 80 пъти за *DIN* и 50 пъти за *Si*), в зоната на смесване тези съотношения са съответно 10, 12 и 11 пъти.

Съотношението между азотните форми е различно, но значително преобладаваща (93-98%) е нитратната *NO₃-N*. В речната вода тя възлиза на 98% от *DIN* със съизмеримо участие на останалите две форми. В зоната на смесване и в морската зона процентът на амониевия азот нараства за сметка на нитратния при за-

пазване на дела (около 2%) на нитритната форма.

Докато при общия фосфор (*TP*) преобладаващ е неорганичният (фосфатният *PO₄-P*) фосфор, то при общия азот (*TN*) преобладава органичната форма (63-90%). Фосфатният *P* в реката, в зоната на смесване и в морската зона е съответно 95%, 77% и 67%.

Придънните води в морската зона на дълбочини 10-18 m се характеризират със соленост над 17‰, суспендиран материал

15.5-21.5 mg/l и разтворен кислород 202-229 µM. Условия на хипоксия не се наблюдават, но наситеността намалява до 84-90%. Най-отдалечените от брега станции се отличават с хомогенност във вертикалното разпределение на химичните показатели.

Очертаващата се зона на смесване обхваща като площ много малка част от водното тяло. За разлика от предишни изследвания (1,3,6,7) речното влияние в крайбрежните станции се установява по-забележимо на южните станции, отколкото пред самото устие. Това е резултат от посоченото по-горе дълбоко вклиняване на шелфовите води до самото устие, водещо при конкретната метеорологична и хидрологична обстановка до изтласкване на речните води в южна и северна посока. Сравнението с резултатите от полигонните измервания, проведени през същия сезон на 2007 г., показва, че при настоящите се установява по-локално влияние на реката, изразено в по-тясна ивица, успоредна на брега и по-силно изразено в южна посока. По-слабото речно влияние е резултат и от недостатъчното подхранване на реката през цялата година, и респективно – от ниското водно количество.

Заклучение

Резултатите от проведения анализ позволяват да се направят следните основни изводи за характера на влиянието на р. Камчия в периода на хидрологичното лято при незначителен речен отток.

В сравнение с наблюденията от 2007 г. измерванията са проведени в условия на по-слаб среден приток на реката и по-развита динамика на морската среда. Притиснати от по-плътни шелфови води, по-малко солените и по-хладни речни води се разпространяват в тясна ивица на север и изток покрай самия бряг. Самото „вклиняване” на откритоморските води е дълбоко и достига непосредствено до устието. Част от размесените речни и морски водни маси компенсират повърхностния поток и се изнасят в подповърх-

ностния и придънния слой на изток от зоната на смесване към вътрешността на морето. В по-голямата част от района на полигона водният стълб (от повърхността до дъното на морето) е хомогенизиран по отношение на температурата и солеността, а с отдалечаване от устието – и по наблюдаваните химически показатели.

Директното речно влияние се проследява в явен вид в непосредствена близост до брега и в повърхностния слой на морето като се ограничава в границите на сравнително тясна, до около 350 m в най-широката си част ивица, чиято ос е успоредна на крайбрежната линия. Водите от тази област се отличават с по-ниска соленост и прозрачност и с повишено биогенно съдържание, северната и южната граници на въпросната зона не са обхванати при измерванията. Индикация за влиянието на реката в тази зона е и увеличеният дял на неорганичните форми на азота и фосфора в сравнение с морските води. Основната трансформация на речните води практически приключва в района на полигона, което се обуславя от ниския речен отток и конкретната хидрометеорологична обстановка.

Благодарност

Изследванията са проведени с финансовата подкрепа на НФНИ към МОН по Проект НЗ №1504.

Литература

1. Щерева Г., Д. Трухчев, А. Кръстев, Т. Траянов, 2008. *Хидрофизични и хидрохимични изследвания в акваторията пред устието на р. Камчия.* - *Известия на СУБ*, 2'2007/1'2008, 68-72.
2. Shtereva G., O. Hristova, 2006. *Nutrients in Water of Kamchia River.* *J. of Balkan Ecology*, Vol. 9, 2, 183-189.
3. Щерева Г., Б Джурова, 2005. *Биогенни елементи в крайбрежните води под влиянието на речния вток.*

- Известия на СУБ, 2'2005/1'2006,
107-112.

4. Щерева Г., О. Христова, 2005. Силицият в близките крайбрежни води на българската акватория и в някои черноморски реки. Тр. на ИО, 5, 121-125.
5. Grashoff K., M. Ehrhard, K. Kremling, 1983. *Methods of Seawater Analysis*, 2th edn, Verlag chemie, Germany, 419 pp.
6. Shtereva G., A. Krastev, B. Dzhurova, O. Hristova, 2006. *Water Quality of Kamchia River and Impact on the Black Sea Coastal Zone*. – In: *Proceed. of BALWOIS Conf., May 2006, Ohrid (CD)*.
7. Shtereva, G., B. Dzhurova, A. Krastev, O. Hristova, 2007. *Impact of Kamchia River discharge on the coastal zone water quality*. – In: *Proceed. of 1-st Black Sea Conference "Black Sea Ecosystem 2005 and Beyond" May 2006, Istanbul, 52-63*.

Адрес за кореспонденция:

ст.н.с., д-р Галина Щерева

Институт по океанология – БАН,
Варна

E-mail: chet@io-bas.bg

Ст.н.с, д.физ.н. Димитър Трухчев

Институт по океанология – БАН,
Варна

E-mail: phys@io-bas.bg