

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ НА КАЧЕСТВОТО НА ВОДИТЕ НА БЪЛГАРСКИТЕ ЧЕРНОМОРСКИ РЕКИ ЧРЕЗ ИНДЕКСА НА КИСЛОРОДНИЯ БАЛАНС

Мариан Върбанов¹

Пред последните десетилетия за оценка на качествено състояние на водните тела все по-често се прилагат комплексните оценки на замърсяването (или на качеството) на повърхностните води. Резултатите обикновено се представят под формата на бал или ранг, съответстващ на определен диапазон на изменение на стойностите на избрания параметър. В настоящата разработка се прави опит за прилагане и тестване в българските условия на един приет и утвърден в редица страни от Европейския съюз комплексен индекс за оценка на състоянието на повърхностните води чрез изчисляване на техния кислороден баланс. Оценката е направена за осем реки от отточната област с директен отток в Черно море за периода 1990–2015 г. Според получените резултати реките са класифицирани (параметризирани) в пет класа от състояние „много добро“ до „много лошо“.

Ключови думи: качество на водите, кислороден баланс на водите, черноморски реки, индексни оценки

PARAMETERIZATION OF WATER QUALITY OF BULGARIAN RIVERS OF BLACK SEA REGION THROUGH OXYGEN BALANCE INDEX

Marian Varbanov

Abstract: In recent decades to assess the quality of water bodies increasingly apply complex assessments of pollution of surface waters. The results are usually presented as a ball or a rank corresponding to the values of the selected parameter. In this paper an attempt is made to implement and test in Bulgarian conditions a comprehensive index to assess the status of surface water by their oxygen balance.

¹ Департамент География – НИГГГ, БАН; marian.varbanov@gmail.com

This index has been approved in many EU countries. The evaluation was made for eight rivers of the drainage area to direct runoff into the Black Sea for the period 1990-2015. According to the results the analyzed rivers are parameterized into five categories.

Keywords: water quality, oxygen balance of river waters, Black sea rivers, index estimates

ВЪВЕДЕНИЕ

Анализът на антропогенното въздействие върху качеството на речните води е неотменим елемент от цялостната политика по управление на водните ресурси у нас. В действащия в момента (2010–2015), а също и в проекта на новия План за управление на речните басейни (ПУРБ) в Черноморския район за басейново управление на водите (ЧРБУВ) за периода 2016–2021 г. основно място заема установяването на видовете натиск и въздействие на човешката дейност върху водите (Проект на План за..., 2015).

Пред последните десетилетия за оценка на качествено състояние на водните тела все по-често се прилагат комплексните оценки на замърсяването (или на качеството) на повърхностните води. Резултатите обикновено се представят под формата на бал или ранг, съответстващ на определен диапазон на изменение на стойностите на избрания параметър. Полученият ранг (бал) може да бъде отнесен към клас със съответното качествено състояние („добро“, „средно“, „критично“, „бедствено“ и т.н.) от гледна точка на безопасността на населението, водоползването, състоянието на екосистемите.

Този тип оценки дават възможност за сравняване на отделни участъци от едно или няколко поречия, изследване на времевите тенденции в изменението на качеството на водните обекти, вземането на управленски решения по отношение опазването на водите от замърсяване.

В настоящата разработка се прави опит за прилагане и тестване в българските условия на един приет и утвърден в редица страни от Европейския съюз комплексен индекс за оценка на състоянието на повърхностните води чрез изчисляване на техния кислороден баланс.

РАЙОН НА ИЗСЛЕДВАНЕ И ИЗПОЛЗВАНА ИНФОРМАЦИЯ

Областта с директен отток в Черно море е част от Черноморския отточен басейн и обхваща около 12 % от територията на страната. В нея се формират и протичат над 10 реки с различна площ, обем на речния отток и режим. Това са Батова, Провадийска, Девненска, Камчия, Двойница, Хаджийска, Айтоска, Русокастренска, Средецка, Факийска, Ропотамо, Велека, Резовска на границата с Турция и други по-малки реки. Средномногогодишните водни ресурси на областта по данни на НИМХ-БАН за периода 1981–2014 г. се оценяват на около 1,68 млрд. m³ и представляват около 10,7 % от сумарния регистриран вътрешен отток в страната (<http://www.moew.government.bg>). Основната част от водните

ресурси се използват в комунално-битовия и индустриалния сектор, значително по-малки са подаваните води за напояване.



Фиг. 1. Схема на изследвания район с разположение на мониторинговите пунктове (основа: ГИС на БДЧР, 2016): • – мониторингов пункт (номерацията съответства на табл. 1)

Обект на настоящото изследване са осем реки от тази отточна област, за които има налични проверени и пълни данни за периода 1990–2015 г. (фиг. 1, табл. 1). Информацията за наблюдаваните физико-химични показатели е предоставена от ИАОС към МОСВ.

Т а б л и ц а 1

Изследвани реки от Черноморската отточна област

№	Речен басейн	Река, мониторингов пункт
1	Р. Батова	Батова – устие
2	Р. Провадийска	Провадийска преди вливане в Белославско езеро
3	Р. Камчия	Камчия – устие
4	Р. Ахелой	Ахелой – устие
5	Р. Средецка	Средецка преди вливане в яз. „Мандра“
6	Р. Ропотамо	Ропотамо – устие
7	Р. Велека	Велека – устие
8	Р. Резовска	Резовска – устие

Избраните пунктове за наблюдение се намират в приустиевите участъци, като по този начин получената оценка отразява съвкупното антропогенно въздействие във всеки речен басейн, особено що се отнася до по-малките и по-къси реки.

Кислородният баланс на водите (КБВ) представлява експресна интегрална оценка на качествено състояние на повърхностните води чрез използването на физико-химични показатели, оценяващи самоочистващата способност на водните обекти и за определяне органичното им натоварване (Environmental Impact Assessment, 1992). Разработен е в страните от Бенелюкс (Белгия, Нидерландия и Люксембург). Използва концентрацията на разтворен кислород в % (по българската нормативна уредба „наситеност с кислород“), биохимичното потребление на кислород (БПК₅) и съдържанието на амониев азот (N-NH₄). Оценката на КБВ в даден мониторингов пункт на водния обект се извършва по всеки от посочените показатели съобразно скала от балове в зависимост от концентрацията му. Крайната оценка е сумарна и може да бъде отнесена към един от петте класа от „много лошо“ до „много добро“ (табл. 2). Разработената скала дава възможност състоянието да се оценява както чрез сумарния бал на отделните пробовземания, така и чрез осреднена годишна балова стойност. Оценката е представителна при не по-малко от 20 наблюдения в продължение на няколко години. При положение че в нашата страна обикновено посочените показатели имат измервания поне 4 пъти годишно (според приетите и хармонизирани с европейското законодателство нормативни документи), получените в настоящото изследване резултати могат да се приемат за меродавни. Трябва да се отбележи обаче, че индексът не позволява да се настройва според изискванията на националното законодателство, а извършва оценяването по зададените в приложената таблица референтни стойности. Допълнителна причина е фактът, че в сега действащата нормативна уредба в България (Наредба Н-4/2013) няма разписани гранични стойности за показателя „наситеност с кислород“, каквато имаше предишната Наредба № 7/1986 за характеристика качеството на повърхностните води.

Т а б л и ц а 2

Скала за оценяване на кислородния баланс на водите (КБВ)

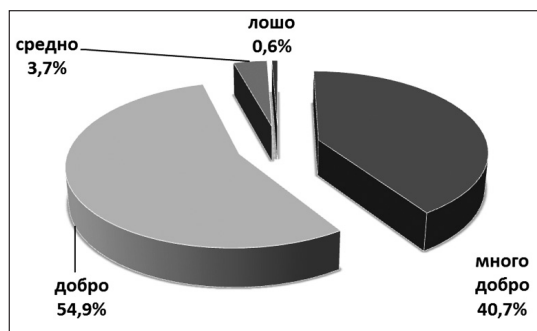
Бал	Наситеност с кислород (%)	БПК ₅ (mg/dm ³)	Азот, амониев (mg/dm ³)	Сума балове	Средна обща (годишна) балова ценка*	Клас качество
1	91–110	≤ 3	<0,4	3–4	3–4,5	мн. добро
2	71–90	3,1–6,0	0,41–1,0	5–7	4,6–7,5	добро
	111–120					
3	51–70	6,1–9,0	1,1–2,0	8–10	7,6–10,5	средно
	121–130					
4	31–50	9,1–15,0	2,1–5,0	11–13	10,6–13,5	лошо
5	≤30; > 130	>15	>5,0	14–15	>13,6	мн. лошо

* получава се като средна от баловете на единичните пробовземания

АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

Извършените разчети на кислородния баланс на водите на повечето български черноморски реки показват съществени различия по отношение на качествено им състояние. Резултатите свидетелстват както за различна степен на антропогенно въздействие върху водите, така и за тенденциите в изменението му за изследвания период. Трендът е към постепенно подобряване на състоянието на речните води и той се наблюдава във всички избрани пунктове. Също така се наблюдава и известна териториална диференциация на реките. Северно разположените течения се характеризират със значително по-лоши показания на индекса в сравнение с най-южните черноморски притоци.

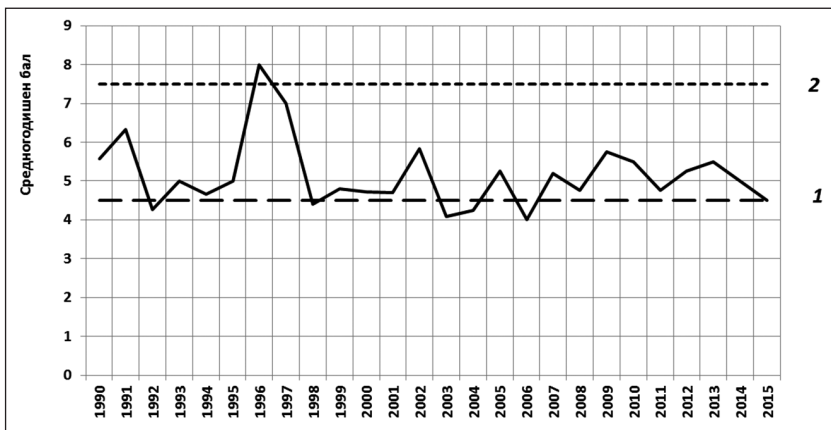
Река Батова е относително къс черноморски приток с неголям отток и водосборен басейн. В него са разположени предимно малки населени места, които имат частично изградени канализационни системи и заустването на битово-фекалните води става преди всичко в септични ями. Резултатите от прилагането на индекса определят състоянието на реката при устието като „добро“ и „много добро“. Както вече беше посочено, наборът от физико-химични показатели в КБВ имат за цел да оценят самопочистващата способност на реката и органичното натоварване (основно от битово-фекални води и отпадъчни води от животновъдството). По всяка вероятност заустваните замърсяващи вещества оказват локално въздействие и само в отделни случаи (5 % от всички пробовземания) те причиняват по-съществено влошаване на качеството на водите (фиг. 2).



Фиг. 2. Параметризация на състоянието на водите на р. Батова при устието според индекса КБВ (брой пробовземания; относителен дял – %)

В многогодишен аспект стойностите на индекса показват постепенно подобряване на качеството на речните води. И ако по-силно изразените флукутации са характерни за периода до 2000 г., то след това средногодишната балова оценка е еквивалентна на състояние „добро“, каквато е и средната за периода величина (фиг. 3).

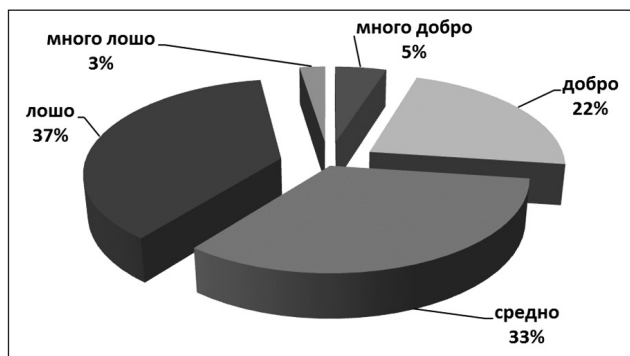
Река Провадийска в почти всички нормативни документи, бюлетини и доклади на екоохранителните органи у нас е определяна като „гореща точка“. Причината за това е разполагането в басейна ѝ и функционирането на редица големи индустриални предприятия на химическата, хранително-вкусовата, ци-



Фиг 3. Средногодишна балова оценка на КБВ на р. Батова при устието (референтна граница за състояние: 1 – „много добро“/„добро“; 2 – „добро“/„средно“)

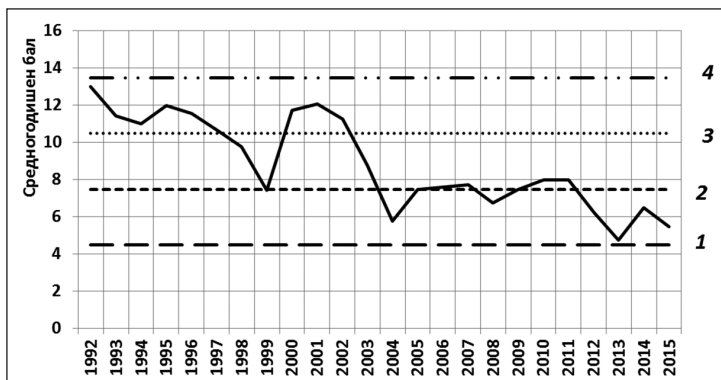
ментовата промишленост и други промишлени производства. Към това е необходимо да се прибави и наличието на няколко големи животновъдни стопанства, множеството населени места с неразвита канализационна мрежа, липсата на нормално работещи пречиствателни станции за отпадъчни води (ГПСОВ на Девня и Провадия по технологични и амортизационни причини нямат възможност да отстраняват азота и фосфора).

Резултатите от проведеното оценяване на състоянието на р. Провадийска при устието посредством КБВ потвърждават направените констатации (фиг. 4).



Фиг. 4. Параметризация на състоянието на водите на р. Провадийска при устието според индекса КБВ (относителен дял – %)

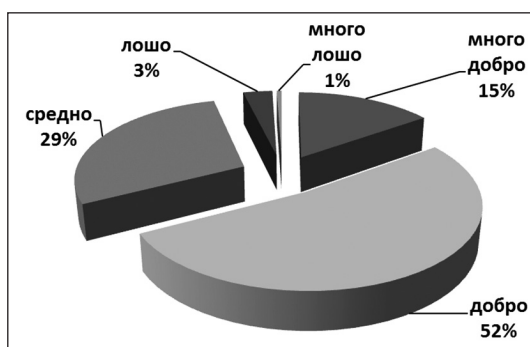
Както се вижда от диаграмата, едва малко над $\frac{1}{4}$ от пробовземанията могат да се оценят като „добри“ и „много добри“. Много висок е относителният дял на оценките „лошо“ и „много лошо“ за състоянието на водите. Критичното състояние е характерно за първите 10 години от изследвания период. След това се наблюдава стабилна тенденция към бавно подобряване на състоянието на



Фиг. 5. Средногодишна балова оценка на КБВ на р. Провадийска при устието (референтна граница за състояние: 1 – „много добро“/„добро“; 2 – „добро“/„средно“; 3 – „средно“/„лошо“; 4 – „лошо“/„много лошо“)

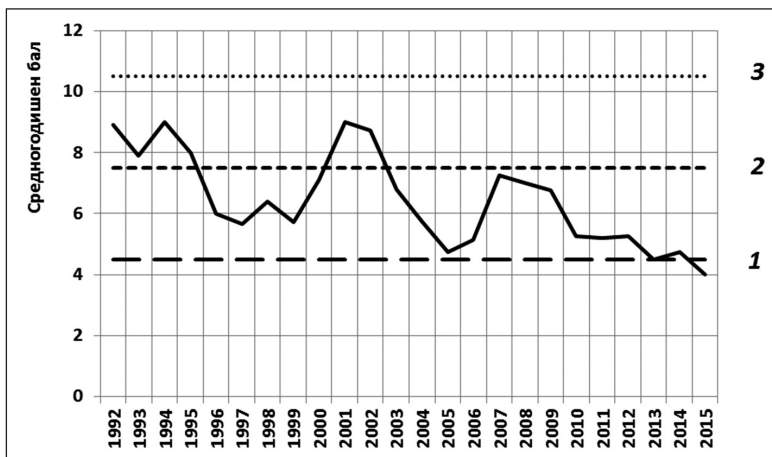
речните води. Средната за изследвания период оценка на състоянието на водите е „средно“ (фиг. 5).

Изследването на състоянието на *р. Камчия* е извършено на мониторинговия пункт в м. „Пода“ поради качеството на изходната информация. Тя е най-голямата и пълноводна река в областта с директен отток към Черно море. Химичният ѝ състав е формиран далеч от устието ѝ. В нейния водосбор са разположени множество промишлени предприятия, активно се развива разнообразна селскостопанска дейност. В басейна на реката се заустват битови отпадъчни води от ПСОВ на градовете Шумен, Дългопол, Лозница, курортен комплекс „Камчия“ и Долни Чифлик (Симеонова и др., 2011). Трябва да се отбележи обаче, че по-голямата част от източниците на замърсяване са разположени в горното и средното течение, поради което там е и по-силно изразен антропогенният натиск върху водите.



Фиг. 6. Параметризация на състоянието на водите на р. Камчия в м. „Пода“ според индекса КБВ (относителен дял – %)

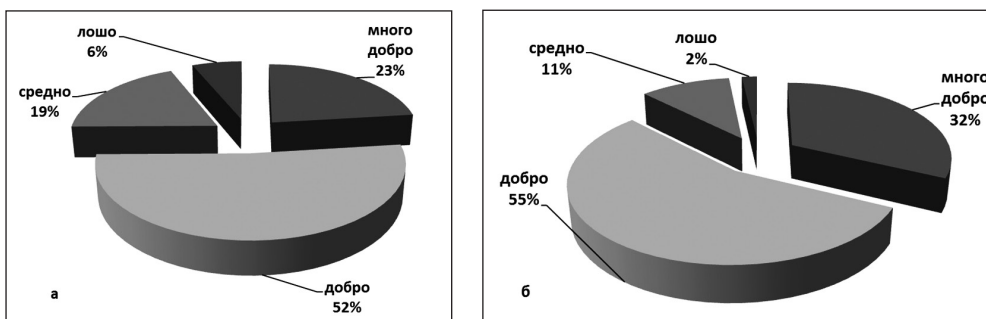
Резултатите показват едно сравнително добро състояние на речните води. В 2/3 от пробоземанията оценките са „добри“ и „много добри“ (фиг. 6). Кри-



Фиг. 7. Средногодишна балова оценка на КБВ на р. Камчия при м. „Пода“ (референтна граница за състояние: 1 – „много добро“/„добро“; 2 – „добро“/„средно“; 3 – „средно“/„лошо“)

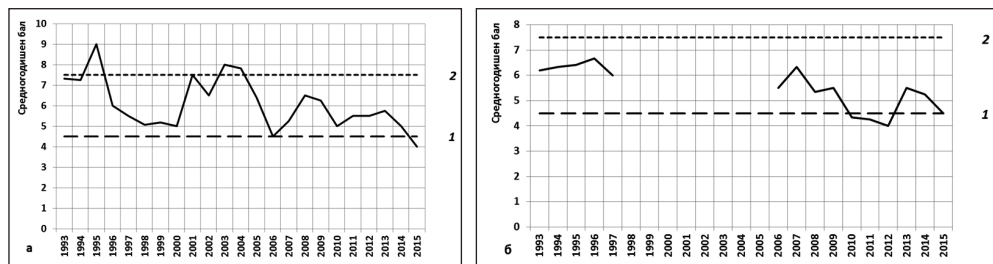
тичните оценки са характерни за началните години на изследвания период и между 2000 и 2003 г. (фиг.7).

Данните за реките *Ахелой* и *Средецка* – от двата подбасейна „Севернобургазки“ и „Мандренски“ (по терминологията на БДЧР), показват сравнително близки параметри на качеството на водите им. Определено преобладават оценките „много добро“ и „добро“, които сумарно са над 75 % от пробовземанията (фиг. 8). Повишеният процент на средните и лошите оценки за р. Ахелой се дължи основно на липсата на изградени канализационни системи в повечето села в басейна и отсъствието на ГПСОВ в гр. Ахелой, който през последните 15 години се обособи като район на интензивно развитие на туризма и изграждане на съответната инфраструктура. Наличието на ГПСОВ в гр. Средец и излизането от експлоатация на много от промишлените предприятия във водосбора на р. Средецка благоприятстват нейното относително добро състояние.



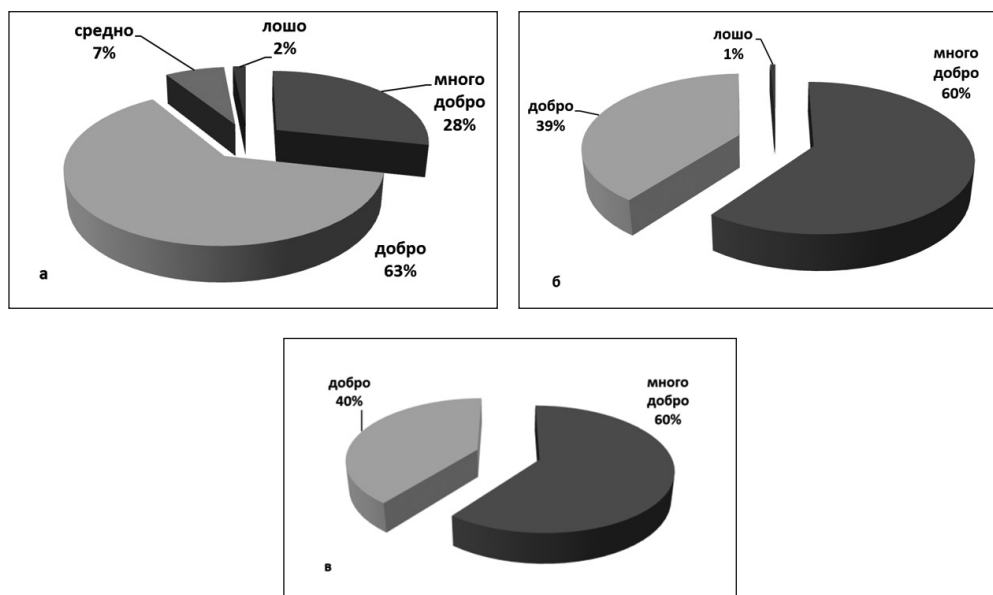
Фиг. 8. Параметризация на състоянието на водите на реките Ахелой при устие (а) и Средецка преди вливане в яз. „Мандра“ (б) според индекса КБВ (относителен дял – %)

И при двете реки се наблюдава ясно изразен тренд към подобряване на стойностите на индекса на кислородния баланс на водите през последните години (фиг. 9).

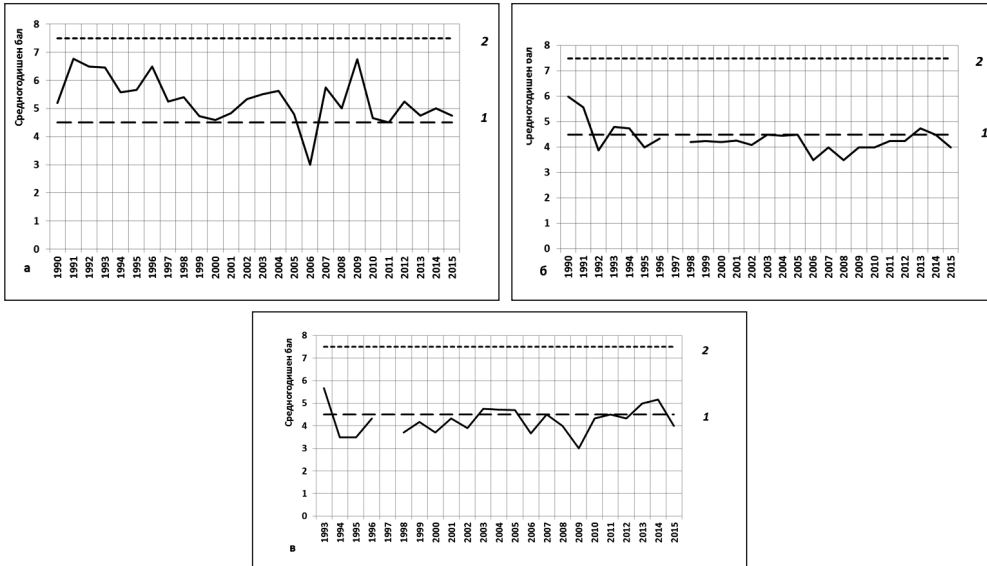


Фиг. 9. Средногодишна балова оценка на КБВ на реките Ахелой при устие (а) и Средецка преди вливане в яз. „Мандра“ (б) (референтна граница за състояние: 1 – „много добро“/„добро“; 2 – „добро“/„средно“)

От подбасейна „Южнобългарски реки“ са изследвани и оценени реките Ропотамо, Велека и Резовска. Получените резултати определят посочените реки в най-благоприятно качествено състояние. Над 90 % от стойностите на индекса КБВ за *p. Ропотамо* са „добри“ и „много добри“ (фиг. 10). Критичните оценки са регистрирани само в отделни проби, където по-високи балове имат показателите наситеност с кислород и БПК₅. Намаленото съдържание на кислород е характерно за летните месеци при буйното развитие на фитопланктона и проявата на еутрофикация на водоема. В долното течение на реката няма предприятия или заустване на фекални води.



Фиг. 10. Параметризация на състоянието на водите при устията на реките Ропотамо (а), Велека (б) и Резовска (в) според индекса КБВ (относителен дял, %)



Фиг. 11. Средногодишна бавова оценка на КБВ на реките Ропотамо при устие (а), Велека при устие (б) и Резовска при устие (в) (референтна граница за състояние: 1 – „много добро“/„добро“; 2 – „добро“/„средно“)

Според кислородния баланс на водите реките *Велека* и *Резовска* се определят като най-чисти. За целия изследван период за р. Велека е установен само един случай на „лошо“ състояние на водите. Получените резултати напълно кореспондират с предишни изследвания на автора (Върбанов, 2008) и с бюлетините на БДЧР (Бюлетин за качеството..., 2004–2015).

Във времеви аспект се наблюдава почти постоянно поддържане на високо качество на речните води на Велека и Резовска и слабо изразена тенденция на преминаване на р. Ропотамо от състояние „добро“ в „много добро“ (фиг. 11).

ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Въз основа на направеното изследване могат да се направят някои по-важни изводи и заключения:

- Използваният индекс „кислороден баланс на водата“ представлява метод за оценяване на органичното натоварване на повърхностните води. Притежава лесен и бърз за изчисляване алгоритъм и може успешно да се използва при предварителен експресен анализ на качествено състояние на даден воден обект, подложен на антропогенно натоварване;

- Предвид ограничения набор от физико-химични показатели при изчисляване на КБВ, е препоръчително той да се използва в съчетание с други индекси, за да може да се получи по-детайлна и обхватна оценка на качеството на водите;

- Във всички изследвани пунктове за избрания период се наблюдава постепенно подобряване на качеството на речните води. Това е особено характерно за последните 10 години. Вероятни причини за тази тенденция са намаляването

на антропогенния натиск вследствие на излизането от експлоатация на редица промишлени предприятия, ликвидирането на големи животновъдни комплекси, както и изграждането на нови ПСОВ и подобряване на канализационните системи в редица селища от Черноморския регион;

- Получените резултати позволяват да се направи известна териториална диференциация на речните басейни в приустиевите участъци. Като най-замърсени могат да се определят долните течения на реките Провадийска и Камчия. Относително по-добро е състоянието на долните течения на реките Ахелой и Средецка, като най-чисти се класифицират реките Резовска, Велека, Ропотамо и Батова.

ЛИТЕРАТУРА

- Върбанов, М. 2008.** Комплексна оценка на качеството на речните води в защитени планински територии. – Проблеми на географията, кн. 1–2, Издателство на БАН „Проф. Марин Дринов“ С., с. 77–89, ISSN 0204-7209/ Varbanov, M. 2008. Complex assessment of river water quality in protected mountain areas. – *Problems of geography*, 1–2, AI “Prof. M. Drinov”, pp. 77–89, ISSN 0204-7209, (Bg)
- Симеонова А., Ж. Бекярова, Р. Чутуркова. 2011.** Изследване влиянието на река Камчия върху статуса на Варненското Черноморско крайбрежие. – Екологично инженерство и опазване на околната среда, № 1, 25–30/ Simeonova A., Zh. Bekjarova, R. Chuturkova. 2011. Investigations of the river Kamchiya impact over the Varna Black sea coast status. – *Ecological engineering and environment protection*, № 1, 25–30, (Bg) xxx <http://www.moew.government.bg> – Уеб сайт на Министерство на околната среда и водите, посетен на 01.08.2016.
- xxx Проект на план за управление на речните басейни в Черноморски район за басейново управление на водите 2016–2021/ Draft River Basin Management Plan of the Black Sea Basin Directorate (2016–2021), <http://www.bsbd.org/> (Bg)
- xxx Environmental Impact Assessment (ed. A. G. Colombo), Vol. 1, 1992, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- xxx Бюлетин за качеството на водите в Черноморски басейнов район (2004–2015), / Bulletin of water quality in the Black sea region, <http://www.bsbd.org/> (Bg)
- xxx Наредба №Н-4 от 14.09.2012 г. за характеризиране на повърхностните води, ДВ, бр. 22 от 05.03.2013 г. / Ordinance No.H-4 from 09.14.2012 on characterization of surface water SG. 22 on 03/05/2013. (Bg)