

## НИТРАТНО ЗАМЪРСЯВАНЕ НА РЕЧНИТЕ ВОДИ В ЧЕРНОМОРСКАТА ОТТОЧНА ОБЛАСТ

*Кристина Гърциянова<sup>1</sup>*

Интензивната стопанска дейност по Българското Черноморие предизвиква сериозни изменения в качеството на речните води и в частност на техния нитратен режим. Освен това замърсяването на речните води с нитрати от различни източници крие рискове и за човешкото здраве. С оглед актуалността на проблема в настоящата статия се анализира състоянието на повърхностните води на българските черноморски поречия от гледна точка на тяхното нитратно замърсяване. Установяването на тенденциите в промяната на качествените характеристики на речните води по отношение на съдържанието на нитратни, нитритни и амониеви йони както в пространството, така и във времето, е извършено чрез прилагането на интегрален индекс за качество на водите (ИКВ/ Water Quality Index, WQI). Определен е произходът на замърсяващите вещества и източниците на нитратно замърсяване.

**Ключови думи:** нитратно замърсяване, речни води, Черноморска отточна област

## NITRATE POLLUTION OF THE RIVER WATER IN THE BLACK SEA DRAINAGE AREA

*Kristina Gartsiyanova*

**Abstract:** Intensive economic activity on the Bulgarian coast is a reason for serious changes for the worse in the river water quality and in particular their nitrate conditions. For that matter, pollution of river water by nitrates from different sources is a risk to human health. According to the actuality of this problem the article analyzes the quality status of surface river waters of the Bulgarian Black Sea area in terms of their nitrate pollution. The trends in the qualitative characteristics of the river water of nitrate, nitrite and ammonium, both in spatial and temporal aspect is made by

---

<sup>1</sup> Департамент НИГТГ – БАН; krisimar1979@gmail.com

applying a comprehensive index of water quality – WQI. The origin of pollutants and sources of nitrate pollution – point and diffuse are determined.

**Keywords:** nitrate pollution, river waters, Black Sea drainage area

## ВЪВЕДЕНИЕ

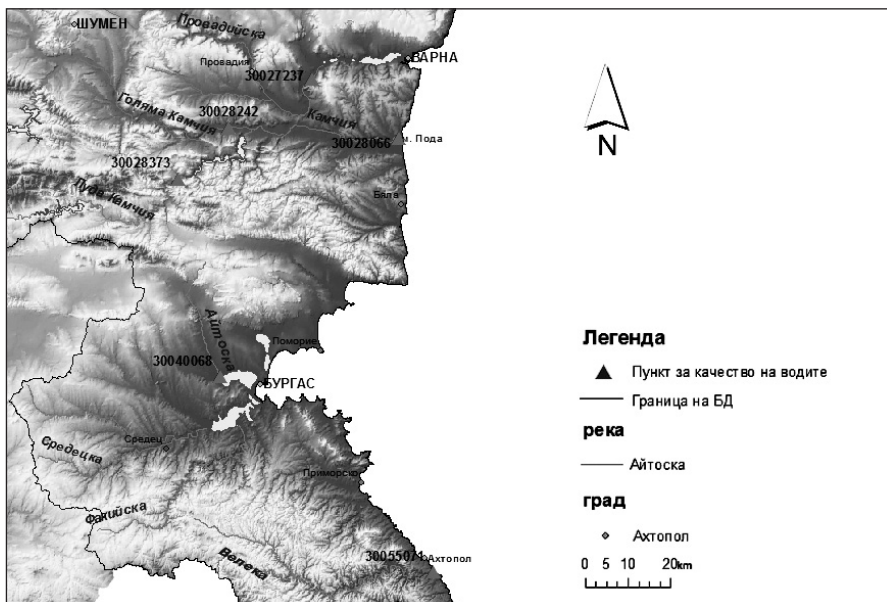
Качеството на течащите повърхностни води, опазването на естествената екологична среда и създаването на благоприятни условия за задоволяване нуждите от вода се определят от целите на водопотреблението и изискванията на водоползвателите. Това се отнася за водите на всички реки в страната, включително и българските черноморски поречия. Екологичният им статус през последните десетилетия обаче се определя до голяма степен от различни антропогенни въздействия, в резултат на които е възможно да настъпи замърсяване на водите. Обикновено замърсяването е с химичен характер, като един от източниците е отрасълът селско стопанство чрез неговите основни подотрасли растениевъдство и животновъдство. Една от причините за химическото замърсяване на речните води е използването на различни торове – изкуствени и органични. Недостигът на азот в почвата се компенсира чрез наторяване, в резултат на което в нея се внасят нитратни ( $N-NO_3$ ) и амониевы ( $N-NH_4$ ) йони. Прекомерното или неправилното използване и депониране на органични и минерални торове допринася излишъкът от азот да бъде отнесен чрез дъждовни и подземни води в близките водни течения. Друг източник на нитратно замърсяване са отпадъчните води от действащите животновъдни комплекси, в които не съществува възможност отделящият се течен тор да се съхранява правилно или се използва в неподходящо време. Резултатът е високо съдържание на нитрати в подпочвените води. Самите нитрати не са отровни за човека, но при големи количества може да предизвикат смущения в неговото здравословно състояние. За разлика от тях, нитритите ( $N-NO_2$ ) поради високата си токсичност представляват пряка опасност за здравето на населението. Източник на повишено съдържание на нитрати са отпадъчните води от градските канализации, съдържащи фекалии, детергенти, микроорганизми и др. От друга страна, наличието на малки количества нитратни йони в повърхностните води е естествено и се дължи на постъпването им от почвата.

В настоящата разработка е направена оценка на въздействието на човешкия фактор върху състоянието на речните води в Черноморската отточна област в съответствие с изискванията на Рамковата директива за водите (РДВ) за постигане на „добро“ екологично състояние на водните обекти. РДВ изисква резултатите от анализа на антропогенното въздействие да се използват с цел оптимизиране на мониторинговите програми и мерки за постигане на интегрирано управление на водите.

Изборът на Черноморската отточна област като обект на настоящото изследване е продиктуван от влиянието, което оказва разностранната човешка дейност върху качеството на водите в тази територия на страната. Акцент е поставен върху влиянието преди всичко на развитата стопанска дейност, различния характер на земеползването, начина на заустяване на непречистени или недостатъчно пречистени отпадъчни води от населените места, както и наличи-

ето на изградена или частично изградена канализационна система и пречиства- телни станции за отпадъчни води (ПСОВ).

Основна цел на изследването е установяване на измененията в качествено- то състояние на речните води от Черноморската отточна област по отношение на тяхното нитратно замърсяване за периода 1993–2014 г. (фиг. 1).



Фиг. 1. Схема на изследвания район и разположение на мониторинговите пунктове (НСМОС – Национална система за мониторинг на околната среда; БДЧР – Басейнова дирекция Черноморски район)

За постигане на така поставената цел са изпълнени следните задачи:

- създаване на информационна база за качествено състояние на речните води;
- оценяване на нитратното замърсяване на водите в избрани поречия чрез прилагане на интегрален индекс за качеството на водите (ИКВ/WQI);
- установяване на произхода на замърсяващите вещества;
- определяне на източниците на замърсяване.

## ИНФОРМАЦИОННА БАЗА И МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Като изходна информационна база на изследването са използвани данните от пробовземанията за амониите, нитратните и нитритните йони, отчетени в избрани пунктове на реките Айтоска, Провадийска, Камчия с нейните притоци Голяма Камчия и Луда Камчия и Велека за периода 1993-2014 г. Мониторинговите пунктове на изследваните поречия са избрани така, че да бъдат представителни както за районите с развита земеделска дейност и животновъдство, така също и за тези с развита индустрия (табл.1).

Таблица 1

Пунктове за наблюдение и типове реки, използвани в изследването

Пункт	Тип река	Номер на пункт
Р. Провадийска преди вливане в Белославското езеро	черноморски	30027237
Р. Голяма Камчия при с. Арковна	полупланински	30028242
Р. Луда Камчия преди яз. Камчия при с. Берово	полупланински	30028373
Р. Камчия при м. „Пода“	черноморски	30028066
Р. Айтоска преди вливане в Бургаското езеро	черноморски	30040068
Р. Велека при с. Синеморец	черноморски	30055071

Изменението в качеството на речните води е оценено според действащата Наредба Н-4/2013 г. за характеризирание на повърхностните води и в синхрон с регламентираните в РДВ условия за постигане на „добро“ екологично състояние (табл. 2.). В таблицата са посочени референтните стойности на показателите  $N-NH_4$ ,  $N-NO_3$  и  $N-NO_2$ , които трябва да отговарят на това екологично състояние за съответния тип река от Черноморската отточна област.

Таблица 2

Референтни стойности на избрани показатели за нитратно замърсяване според Наредба № Н4 – 2013 г.

Тип река	Норма на изследваните показатели за „добро“ екологично състояние за качеството на водите		
	амониеви йони ( $N-NH_4$ mg/l)	нитратни йони ( $N-NO_3$ mg/l)	нитритни йони ( $N-NO_2$ mg/l)
Черноморски	0,30–0,65	1,00–2,50	0,03–0,06
Полупланински	0,04–0,4	0,5–1,5	0,01–0,03

Установяването на промените и тенденциите на изменение по отношение на съдържанието на амониеви, нитратни и нитритни йони в изследваните поречия е извършено чрез използването на интегрален индекс за качество на водите (ИКВ), който се изчислява по формулата

$$ИКВ = 100 - \left( \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right),$$

където: числото 1,732 трансформира крайната стойност в интервала от 0 до 100, като 0 означава „най-лошо“, а 100 – „най-добро“ качество на речните води;  $F_1$  изразява диапазона,  $F_2$  – честотата;  $F_3$  амплитудата на антропогенното въздействие върху водните обекти (WQI) (CCME Canadian water quality ..., 2001; Върбанов, 2007).

В разработката са използвани и методите на сравнителния анализ. Въз основа на базовите данни са изчислени и анализирани средните и екстремните максимални стойности на изследваните показатели (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

*Характерни стойности на показателите за нитратно замърсяване в отделните пунктове за изследвания период (1993–2014 г.)*

Пункт	N-NH <sub>4</sub> (mg/l)			N-NO <sub>3</sub> (mg/l)			N-NO <sub>2</sub> (mg/l)		
	Норма	Средна стойност	Екстремна макс. стойност	Норма	Средна стойност	Екстремна макс. стойност	Норма	Средна стойност	Екстремна макс. стойност
Р. Провадийска преди вливане в Белославското езеро	0,30–0,65	15,00	37,00	1,00–2,50	5,08	16,50	0,03–0,06	0,21	0,45
Р. Голяма Камчия при с. Арковна	0,04–0,4	1,72	4,52	0,5–1,5	3,66	12,45	0,01–0,03	0,19	0,41
Р. Луда Камчия преди яз. „Камчия“ при с. Бероново	0,04–0,4	0,21	0,61	0,5–1,5	0,85	2,44	0,01–0,03	0,01	0,05
Р. Камчия при м. „Пода“	0,30–0,65	0,79	2,30	1,00–2,50	4,03	12,26	0,03–0,06	0,16	0,38
Р. Айтоска преди вливане в Бургаското езеро	0,30–0,65	0,87	2,28	1,00–2,50	4,70	8,20	0,03–0,06	0,17	0,38
Р. Велека при с. Синеморец	0,30–0,65	0,21	0,62	1,00–2,50	0,47	1,32	0,03–0,06	0,01	0,06

## РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ

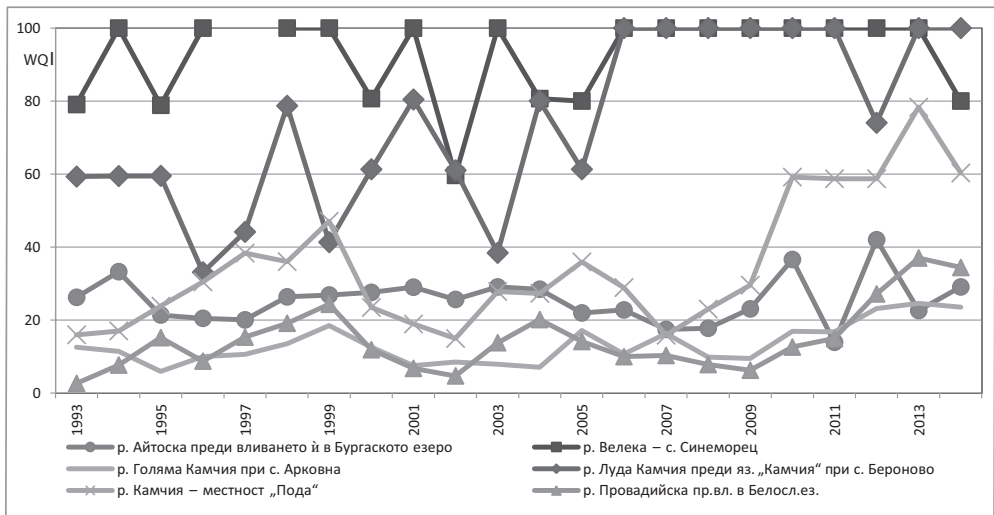
От получените стойности на интегралния индекс на замърсеност (ИКВ/ WQI) се установява качеството на водите в изследваните поречия и се определят нивата на замърсяване, някои от които се променят през отделни години (1993–2014 г.) (табл. 4):

Т а б л и ц а 4

*Степени на замърсяване на речните води и съответните стойности на ИКВ, определящи качествено състояние на водите (по Върбанов, 2007)*

Степен на замърсяване	Стойност на ИКВ	Качествено състояние на водите
Силно замърсени	0–44	лошо
Замърсени	45–64	критично
Слабо замърсени	65–79	добро

Води в естествено състояние с единични случаи на замърсяване	80–94	много добро
Води в естествено състояние	95–100	отлично



Фиг. 2. Изменение на интегралния индекс за качество на водите (WQI) в избрани поречия от Черноморската отточна област

Като **силно замърсени** са определени водите на р. Провадийска преди вливането ѝ в Белославското езеро и на р. Голяма Камчия при с. Арковна, причина за което е непрекъснатото антропогенно натоварване. На практика анализираният показател за нитратно замърсяване на речните води в двата пункта регистрират превишения над референтните стойности. Основното замърсяване, което е относително устойчиво във времето, се констатира по показателя нитритен азот ( $N-NO_2$ ). Сравнително постоянни са неговите концентрации, надвишаващи до 10 пъти стандарта за качество.

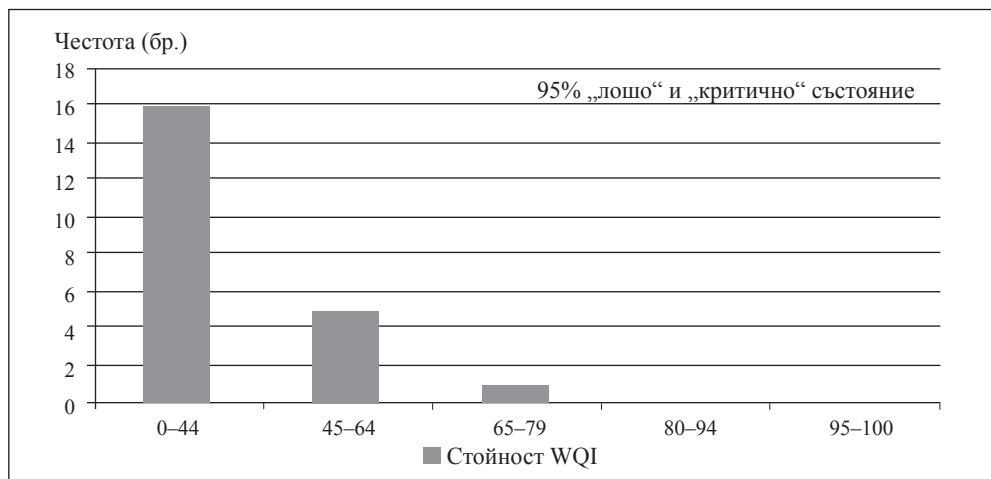
Тенденция на подобряване на качествено състояние на двете поречия се забелязва след 2009 г. (фиг. 2).

Установената максимална стойност на *нитритите* ( $N-NO_2$ ) за **р. Провадийска преди вливането ѝ в Белославското езеро** е  $0,45 \text{ mg/l}$  (табл. 3). Основни замърсители за р. Провадийска преди вливане в Белославското езеро са свинеугоителеният комплекс до с. Аврен, птицефермата в района на гр. Девня – „ПтицеКом“ ЕООД, както и функциониращата кланица и транжорна в с. Здравец.

В отделни години от изследвания период (от 1993 до 1996 и от 2000 до 2004 г.) се установява влошаване на качеството на водите на реката и по отношение на *амониевия азот* ( $N-NH_4$ ), чийто стойности достигат до 25 пъти над нормата. Регистрираната максимална екстремна величина е  $37,00 \text{ mg/l}$  (табл. 3). Този факт най-вероятно е следствие от директното заустване на непречистени води от градската канализация, а също така и от дифузното замърсяване при амортизирана канализационна мрежа в околните населени

места. Старите все още действащи сметища, обикновено nereкултивирани и невогварящи на екологичните законови изисквания за опазване на повърхностните води, също предизвикват влошаване на качеството на водите. Депа за отпадъци има в с. Падина и Белослав, които се явяват дифузен източник на замърсяване в този район.

Приустиевият участък на р. Провадийска се характеризира с най-голямо индустриално замърсяване, което намира израз и в получените стойности на интегралния индекс (фиг. 3). В 95 % от случаите реката се намира в „лошо“ и „критично“ качествено състояние. В резултат на това тя не отговаря на заложеното в плана за управление на речните басейни изискване за постигане на „добро“ състояние на водите. Основни замърсители са намиращите се там предприятия като „Провадсол“ АД, „Слънчеви лъчи Провадия“ ЕАД и др.



Фиг. 3. Изменение на стойностите на WQI за р. Провадийска преди вливането ѝ в Белославското езеро

По отношение на съдържанието на *нитратни йони* ( $N-NO_3$ ) в мониторинговия пункт е измерена екстремна максимална стойност 16,50 mg/l (табл. 3.) и като цяло през периода на изследване преобладаващите превишения над допустимите норми са до 10 пъти.

Подобно на този мониторингов пункт, качеството на водите на р. **Голяма Камчия в пункта при с. Арковна** е отчетено като силно замърсено, което се дължи на регистрираните екстремни максимални стойности на *нитратните йони* – 12,45 mg/l (табл. 3.). Поради факта, че община Смядово е селски район с ограничена промишлена дейност, основни емитери на речните води се явяват съществуващите сметища в населените места, просмукването на отпадъчни води от септичните ями на селищата във водоносните хоризонти, както и липсата на пречиствателна станция и канализационна мрежа в гр. Смядово. Необходимо е изграждането на площадки за компостиране на животински и растителни отпадъци от личните стопанства. Всичко това определя стойности на индекса, които поставят речните води в този участък в „лошо“ качествено състояние.



Причините за нитратното замърсяване и за двата пункта се дължат преди всичко на изхвърлянето на битово-фекални води в реките, а също така и на замърсени води от действащите животновъдни ферми.

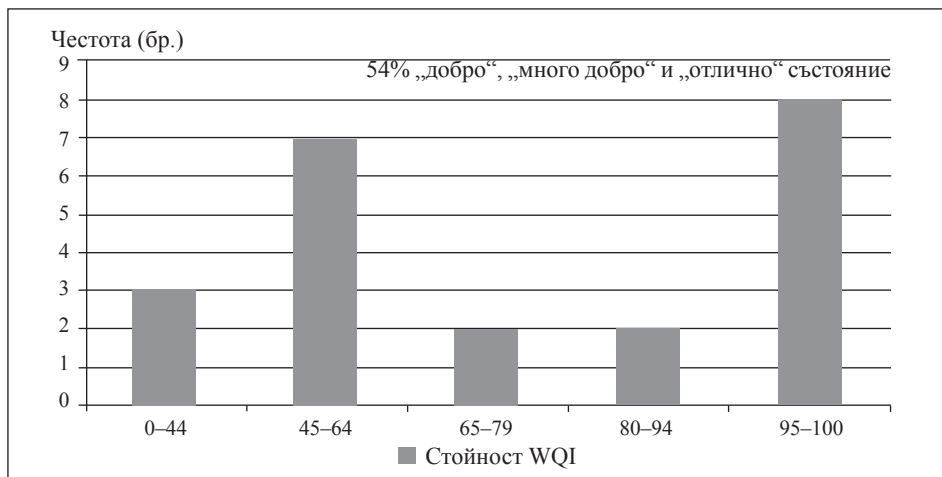
**Река Айтоска** се характеризира с незначително по-добро качество на водите си в сравнение с повърхностните води на предходните разглеждани реки, но въпреки това те не постигат „добро“ ниво през целия период (фиг. 2). След 2007 г. речните води на р. Айтоска, както и на **р. Камчия в пункта при м. „Пода“**, плавно подобряват своето качество, но само р. Камчия едва в края на периода (1994–2014) постига „добро“ състояние.

Изследванията на р. Айтоска в пункта преди вливането ѝ в Бургаското езеро и р. Камчия при устието ѝ показват, че през почти всички години съдържанието на нитратни и нитритни йони превишава до 10 пъти нормата. Изхождайки от характера на земеползването, потенциален източник на замърсяване с нитрити са земеделските дейности, осъществявани в изследваните поречия, а също така и регламентираните и нерегламентираните депа за отпадъци. Незначително по-високото съдържание на нитратни йони в речните води в двата приустиеви пункта би могло да е резултат от естествени причини поради умерената ерозионна податливост, с която се характеризират разпространените там почви. Установените стойности, които превишават над 25 пъти допустимите, са по показателя *амониев азот* ( $N-NH_4$ ) (табл. 3). Те са регистрирани съответно през 1990–1992 г. за р. Айтоска и еднократно през 2001 г. в приустиевия участък на р. Камчия при м. „Пода“. Възможна причина е моментното, или залпово изхвърляне на непречистени води от комунално-битовия сектор.

Съобразно изискванията на Наредба Н-4/2013 г. и получената балова оценка за степента на замърсяване през периода 1993–2014 г. водите на **р. Луда Камчия преди яз. „Камчия“, при с. Бероново**, могат да се определят като „замърсени“ и „слабо замърсени“ до 2003 г. и достигащи след това „много добро“ и „отлично“ състояние (фиг. 2). Регистрираните „лоши“ стойности с превишение до 10 пъти над регламентираните се наблюдават периодично и при трите изследвани показателя ( $N-NH_4$ ,  $N-NO_3$  и  $N-NO_2$ ). В резултат на това в различни случаи речните води „изпълняват“ или „не изпълняват“ условията за „добър“ екологичен статус. Не се установяват стойности, които надхвърлят с 10–25 пъти и над 25 пъти допустимите. Над 54 % от годишните стойности на WQI показват „добро“, „много добро“ и „отлично“ състояние (фиг. 4). Това означава, че като цяло през периода 1993–2014 г. качеството на речните води е в съответствие с целите, заложи в Плана за управление на речните басейни (ПУРБ). Причина за установените отклонения в стойностите на изследваните показатели трябва да се търси предимно в дифузното замърсяване от земеделските земи, които са третирани твърде често с изкуствени торове и препарати за растителна защита. Животновъдството и неправилното използване на торовия отпадък са друг източник на дифузно замърсяване на повърхностните води в тази част от поречието. Увеличеното съдържание на амониеви, нитратни и нитритни йони във водите в изследвания пункт на р. Луда Камчия има и комунално-битов произход.

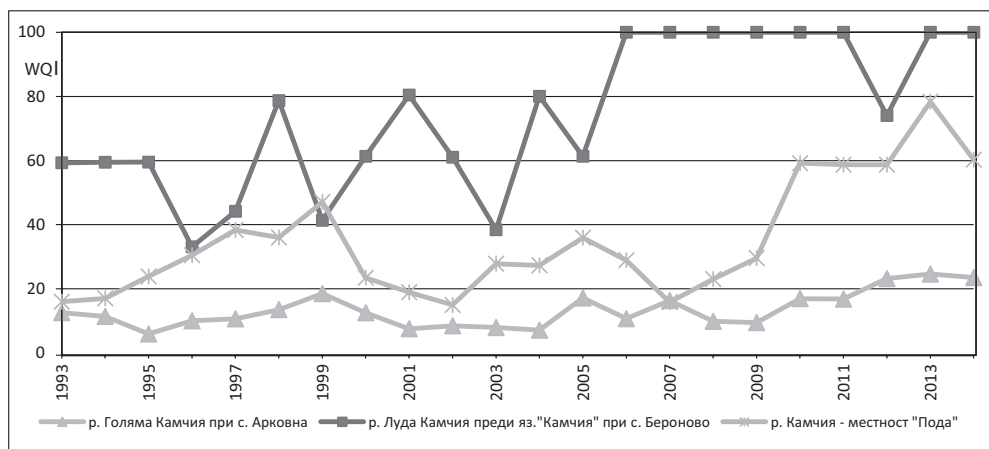
Като цяло за качеството на водите на **поречието Камчия** получените резултати сочат, че с най-благоприятни характеристики относно нитратното замърсяване са речните води на притока р. Луда Камчия в пункта преди яз. „Камчия“,





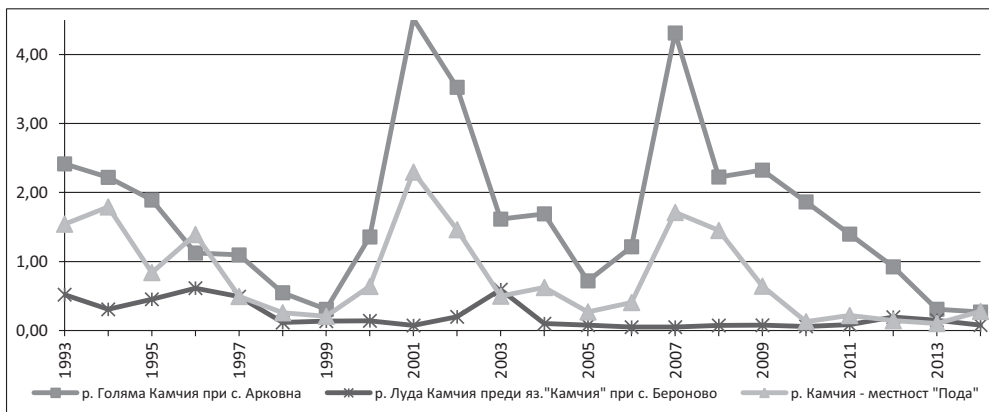
Фиг. 4. Изменение на стойностите на WQI за р. Камчия при с. Бероново

при с. Бероново, а най-силно замърсена е водата на притока р. Голяма Камчия при с. Арковна, където водите са подложени непрекъснато на антропогенно натоваване с различен произход (фиг. 5).



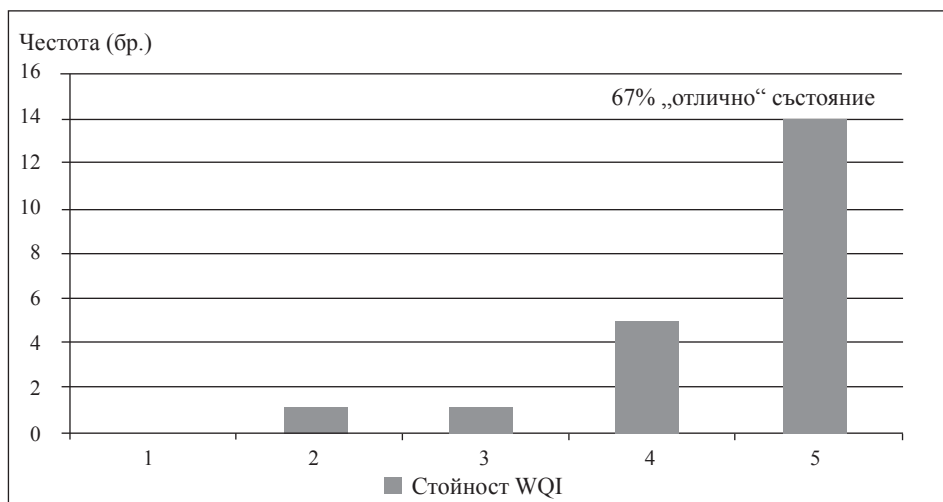
Фиг. 5. Изменение на интегралния индекс за качество на водите (WQI) в избрани пунктове от поречие Камчия

Влошеното екологично състояние на водите на поречие Камчия при с. Арковна и при м. „Пода“ е резултат от високите стойности (с 10–25 пъти над нормите) на показателя *амониев азот*. Регистрираните екстремни максимални величини са съответно 4,52 и 2,30 mg/l (табл. 3). Съдържанието на амониеви йони е определящо и при установеното нитратно замърсяване в пункта при с. Бероново, макар и с превишение на стойностите само до 10 пъти на референтните (фиг. 6).



Фиг. 6. Изменение на стойностите на показателя амониев азот в избрани пунктове от поречие Камчия

В 67 % от случаите стойностите на годишните индексни оценки поставят качеството на водите на **р. Велека при с. Синеморец** в категория „*отлично*“ състояние, а в 29 % водите попадат в „*добро*“ и „*много добро*“ (фиг. 7). На практика това означава, че в около 99 % от изследваните години речните води отговарят на изискванията за постигане на „*добро*“ качествено състояние.



Фиг. 7. Изменение на стойностите на WQI за р. Велека

## ИЗВОДИ

В резултат на извършения анализ на качествено състояние на речните води от Черноморската отточна област могат да се направят следните няколко извода:

1. С най-благоприятни качествени характеристики за периода 1993–2014 г. са водите на р. Велека при с. Синеморец, а най-замърсена е р. Провадийска преди вливането ѝ в Белославското езеро, където са регистрирани и екстремните максимални стойности на амониевите, нитритните и нитратните йони.

2. Подобряване на качеството на водите в изследваните поречия от Черноморската отточна област се установява след 2007–2009 г.

3. В пространствен план оценката на водите на поречието Камчия, извършена чрез WQI съгласно изискванията на Наредба № Н4-2013 г., показва, че с най-добри качествени показатели са те в пункта преди яз. „Камчия“ при с. Бероново, а с най-лоши са повърхностните води при с. Арковна.

4. През целия изследван период основен компонент на замърсяването са нитритните йони, за които са регистрирани стойности до 10 пъти над допустимите. Епизодични или еднократни превишавания над 25 пъти на нормите са установени по отношение на амониевите йони.

5. Основни източници на нитратно замърсяване са заустването на непречистени или недостатъчно пречистени битово-фекални води от населените места и наличието на множество нерегламентирани микросметища. Съществен проблем са замърсяванията от действащите, макар и неголеми животновъдни комплекси, основно птицеферми и свинеферми, разположени в териториите на проучените райони.

6. С цел подобряване на качеството на водите и в частност на техния нитратен режим е наложително провеждането на комплекс от дейности, като подобряване на канализационната мрежа в населените места, изграждане на пречистителни станции за отпадъчни води, включително и на локални. Необходимо е ликвидиране на незаконните сметища и предепонирание на старите.

## ЛИТЕРАТУРА

- Върбанов, М.** 2007. Комплексна оценка на качеството на речните води чрез използване на комбинаторен индекс. Булаква, I., София. /Varbanov, M. 2007. Complex assessment of river water quality by using combinatorial index. Bulakva, I, Sofia (Bg)
- xxx** Наредба № Н-4/2012 г. за характеризирание на повърхностните води. ДВ, бр. 22 от 05.03.2013 г. /Ordinance № N-4 from 14.09.2012 on characterization of surface water OG. 22 on 03/05/2013 (Bg)
- xxx** План за управление на водите в Черноморски басейнов район за периода 2016–2021 г. (Проект) БДЧР, Варна /Draft management plan for water control in the Black Sea basin region for the period 2016–2021. BSBД, Varna. (Bg)
- xxx** Рамкова Директива за Водите 2000/20/EC/Water Framework Directive 2000/20 /EU/ (Bg)
- xxx** ССМЕ. 2001. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Canadian Water Quality Index 1.0 Technical Report. Canadian Council of Ministers of the Environment.