

- ◆ высокая степень достоверности результатов измерений;
- ◆ возможность широкого модифицирования базовой методики оценки токсичности в зависимости от потребностей пользователя.

Таким образом, использование биотестера позволяет проводить анализ токсичности, затрачивая при этом незначительные временные и материальные ресурсы, но вместе с этим, получать достоверный и надежный результат о комплексной токсичности водной среды.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Усенко Е.В.* Использование биотестирования для эколого-токсикологической оценки водной среды // Интернет-источник – [http://www.rusnauka.com/4\\_SWMN\\_2010/Ecologia/58821.doc.htm](http://www.rusnauka.com/4_SWMN_2010/Ecologia/58821.doc.htm).
2. *Терехова В.А.* Биотестирование как метод определения класса опасности отходов // Интернет-источник – <http://fadr.msu.ru/~letap/biotesting2.html>.
3. *Пожаров А.В.* Биологическая диагностика экологической опасности продукции // Электронная версия журнала «Биосфера» – <http://biosphere21century.ru/articles/197>.
4. Прибор экологического контроля "Биотокс 10М" // Интернет-источник – [http://www.nera-s.com/catalog/control\\_quality\\_water/Biotox/](http://www.nera-s.com/catalog/control_quality_water/Biotox/).
5. Биотестер – 2 // Интернет-источник – <http://dod.ru/biotester2/>.
6. Оборудование экологического мониторинга // Интернет-источник – <http://www.energolab.ru/?menu1=2&menu2=7&res=product&product=27>.

**Вишневецкий Вячеслав Юрьевич**

**Булавкова Наталья Геннадьевна**

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: [vvu@fer.tsure.ru](mailto:vvu@fer.tsure.ru).

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371795.

**Vishnevetskiy Vyacheslav Yurievich**

**Bulavkova Natalia Gennadievna**

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: [bulavkova@mail.ru](mailto:bulavkova@mail.ru).

44, Nekrasovsky, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +78634371795.

УДК 556.3

**В.Ю. Вишневецкий, В.М. Попружный**

#### **ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МЕДИ В ВОДЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ АЗОВСКОГО МОРЯ\***

*Приводится оценка содержания меди в воде и донных отложениях Азовского моря по результатам многолетнего мониторинга морской среды, проводимого совместно с ФГУ «Информационно-аналитический центр по водопользованию и мониторингу Азовского моря» (ФГУ «Азовморинформцентр»), проводимого в целях выявления межгодовой и межсе-*

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Федеральная целевая программа «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», мероприятие 1.3.1, направление «Мониторинг и прогнозирование состояния атмосферы и гидросферы», ГК № 1205 от 04.06.10).

зонной изменчивости вод и выявления влияния антропогенного воздействия на экологическое состояние Азовского моря.

*Предельно допустимые концентрации; индекс загрязнения вод; среднегодовые концентрации.*

V.Yu. Vishnevetskiy, V.M. Popruzhnyy

### ESTIMATION OF THE MAINTENANCE OF COPPER IN WATER AND GROUND ADJOURNMENT OF SEA OF AZOV

*In article the estimation of the maintenance of copper in water and ground adjournment of sea of Azov by results of the long-term monitoring of the sea environment spent together with FGU «The information-analytical centre on water use and monitorin-gu sea of Azov» (FGU "Azovmorinformisentr"), spent with a view of revealing of interannual and interseasonal variability of waters and revealing of influence of anthropogenous influence on an ecological condition of sea of Azov is resulted.*

*Limit permissible concentration; an index of pollution of waters; mid-annual concentration.*

Азовское море – внутреннее море Атлантического океана. На юге узкий и мелкий Керченский пролив соединяет Азовское море с Черным морем. Площадь Азовского моря 39 тыс. км<sup>2</sup>, объем воды – 320 км<sup>3</sup>, средняя глубина – 7 м, наибольшая – 15 м [1].

При описании пространственного распределения загрязняющих веществ в Азовском море и в Таганрогском заливе используется традиционное районирование, предложенное Н.М. Книповичем, согласно которому акватория Азовского моря разделена на 13 районов (рис. 1).

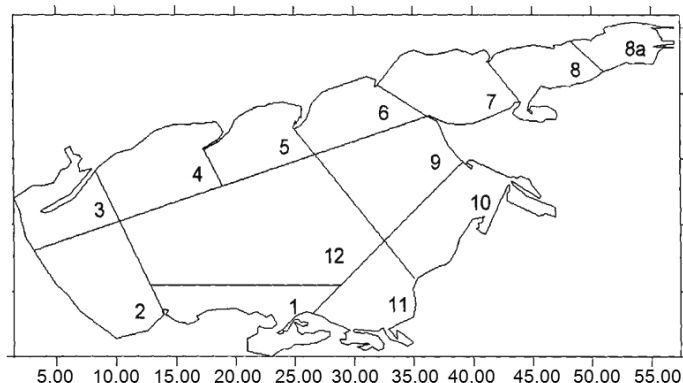


Рис. 1. Районирование акватории Азовского моря по Н.М. Книповичу:

1 – Предпроливье; 2 – Западный; 3 – Юго-западный; 4 – Северо-западный; 5 – Северный; 6 – Северо-восточный; 7 – Запад Таганрогского залива; 8 – Центр Таганрогского залива; 8,а – Восток Таганрогского залива; 9 – Железинская банка; 10 – Кубано-Ахтарский; 11 – Кубано-Темрюкский; 12 – Центральный

На основании проводимых работ по мониторингу Азовского моря на протяжении многолетнего периода установлено, что наибольшее негативное влияние на качество вод оказывает такой показатель, как медь [1]. На протяжении 2002–2008 гг. среднегодовые концентрации меди превышали предельно допустимые концентрации (ПДК) для водоемов рыбохозяйственного значения в 1,5-3 раза. В комплексной методике оценки качества загрязнения вод по индексу загрязнения вод (ИЗВ) высокое содержание этого тяжелого металла в воде Азовского моря приводит к резкому повышению указанного индекса, что, в свою очередь, позволяло в 2004–2005 гг. отнести качество вод Азовского моря к категории «грязная».

Анализ проб проводился в стационарной аккредитованной лаборатории ФГУ «Азовморинформцентр».

Азовское море и в особенности Таганрогский залив имеют важное рыбохозяйственное значение ввиду их пресноводности, обусловленной впадающей в него рекой Дон. Наличие высокого содержания меди в водоеме приводит к ее активному поглощению биологической средой, что в свою очередь может привести к заболеваниям как самой рыбы, так и потребляющему ее в пищу человеку. Тяжелые металлы крайне медленно выводятся из организма, что служит предпосылкой так называемого эффекта пищевой цепи – нарастания концентрации в организмах последующих трофических уровней. Кроме того, токсичность соединений меди значительно повышается по мере снижения жесткости. По этой причине предельно допустимая концентрация меди в реках установлена на уровне  $0,001 \text{ мг/дм}^3$ , в то время как для морей рыбохозяйственного значения –  $0,005 \text{ мг/дм}^3$ , что используется для анализа ситуации в данной статье [2]. На протяжении рассматриваемого периода времени (2002–2009 гг.) регулярно фиксировались заморы рыбы.

В 2002 г. зафиксированы значительные превышения ПДК в пунктах наблюдения антропогенного характера, а в 2003–2008 гг., наоборот, наибольшие концентрации наблюдаются в фоновых пунктах наблюдения. В 2004 г. превышения ПДК по меди в фоновых пунктах наблюдения достигают своего максимума – 4,5–5 ПДК (в среднем  $0,0235 \text{ мг/дм}^3$ ) после чего наблюдается спад концентраций. В 2009 г. среднегодовые концентрации не превышали ПДК, а максимальные (разовые) значения в пунктах наблюдения антропогенного характера составляли не более  $0,009 \text{ мг/дм}^3$  (1,8 ПДК).

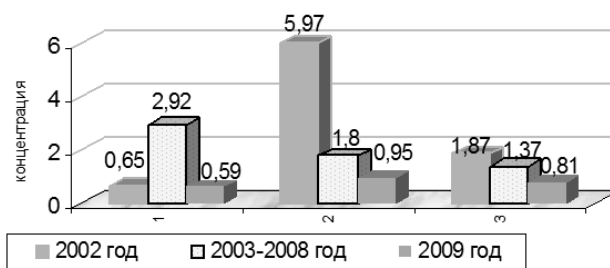


Рис. 2. Сравнительный анализ содержания меди в воде Азовского моря по характеристике пунктов наблюдения (1 – фоновые; 2 – антропогенные; 3 – устьевые)

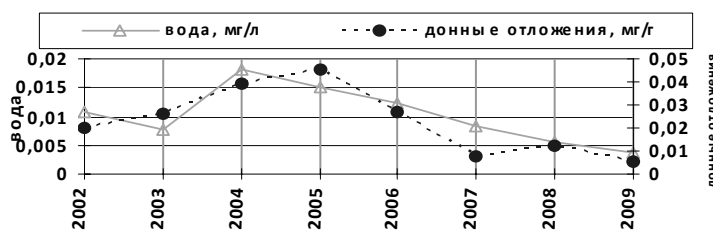


Рис. 3. Сравнительный анализ динамики содержания меди в воде и донных отложениях Азовского моря

Такая динамика свидетельствует о распространении с 2002 г. высоких концентраций меди от источников загрязнения и устьев рек вглубь моря и последующем их рассеивании за счет разбавления, оседания в донные отложения и перехода части загрязняющих веществ в Черное море посредством течений.

На протяжении нескольких десятилетий в донных осадках накопились химически и биохимически устойчивые антропогенные токсиканты в количествах, многократно превышающих содержание их во всей водной толще Азовского моря. В ветреную погоду происходит взмучивание донных отложений и переход значительной части поллютантов во взвешенное и растворенное состояния. Результаты этих процессов зависят от частоты и продолжительности повышенной ветровой активности, особенно штормов, рН среды, температурного ингредиента, биологических процессов.

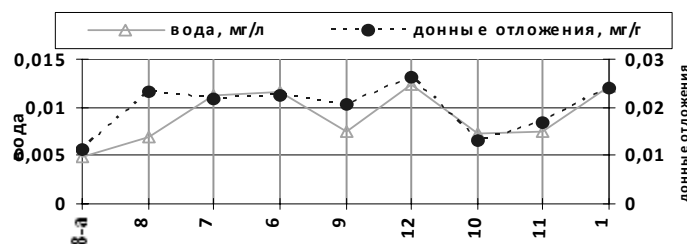


Рис. 4. Сравнительный анализ содержания меди в воде и донных отложениях Азовского моря в 2005–2009 гг.

Как видно из рис. 4 с 2005 по 2009 гг. наблюдается процесс перемещения концентраций меди как в воде, так и водных отложениях по направлению от восточной части Таганрогского залива к центральному району Азовского моря, а в последствии через Керченский пролив в Черное море. Это привело к существенному снижению концентраций, которые в 2009 г. достигли минимума с 2001 г.

Следует отметить, что процесс непрерывного снижения концентраций меди в Азовском море протекал на фоне экономического кризиса, который достиг своего пика как раз в 2009 г. Многие предприятия как в прибрежных к Азовскому морю городах, так и в населенных пунктах, расположенных на реках, впадающих в Таганрогский залив, в особенности р. Дон, приостановили свою деятельность, и объем сбрасываемых сточных вод сократился. Так, уровень загрязненности по комплексным оценкам загрязнения воды в районах прибрежных городов Российской Федерации (Таганрог, Ейск, Приморско-Ахтарск и Темрюк) был наиболее низким с 1995 г.

В 2009 г. превышения предельно допустимых концентраций меди фиксировались в весенний период (март, апрель) и в сентябре, что говорит о смыве соединений меди с весенним половодьем и началом осеннего периода дождей с прилегающих территорий (рис. 5).

В летнее время в Азовском море в наибольшей степени повышается интенсивность процессов биохимической трансформации и деградации органических, в том числе многих загрязняющих веществ, т.е. процессы самоочищения моря протекают значительно интенсивнее, чем в холодные периоды года (весной, осенью и зимой).

Однако это не означает, что интенсификация процессов самоочищения летом обязательно приводит к существенному снижению концентраций поллютантов в Азовском море. Летом в более широких масштабах осуществляется ряд видов хозяйственной деятельности на территории Азовского бассейна и непосредственно в море, которые в холодные периоды года либо прекращаются, или проводятся в ограниченных объемах. К таким видам относятся многие сельхозработы, использование маломерных плавсредств, строительство объектов различного назначения, рекреация.

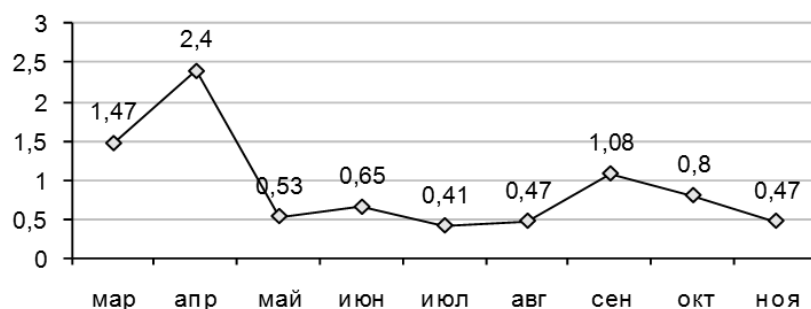


Рис. 5. Динамика концентраций меди в Азовском море в 2009 г. (в долях ПДК)

Этот факт свидетельствует о сохранении высокой потенциальной опасности деятельности человека для экологической ситуации. По окончании экономического кризиса можно ожидать увеличение объема сброса сточных вод, а вслед за этим и увеличение концентраций меди в водах Азовского моря и впадающих в него рек.

Установлено, что повышенное содержание меди в организме человека приводит к поражению слизистых оболочек почек и печени. При длительном воздействии загрязняющих факторов окружающей среды или при их высокой концентрации происходит загрязнение внутренней среды организма человека, истощение его резервных возможностей, нарушение функции барьерных органов, что приводит к возникновению экологически обусловленной патологии. Экологическое неблагополучие является одной из основных причин ухудшения здоровья населения России и повышения смертности по сравнению с экономически развитыми странами, в которых на уровне правительственных программ принимаются широкомасштабные меры для оздоровления окружающей среды [4], [5].

Экологическая ситуация меняется медленно даже при многолетней систематической работе по охране и восстановлению среды обитания, поэтому, несмотря на положительную динамику содержания меди в воде и донных отложениях Азовского моря, необходимо продолжать снижение антропогенного воздействия на водную среду.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ежегодные информационные бюллетени о состоянии морских вод и водоохраной зоны Азовского моря и малых рек северного Приазовья ФГУ «Азовморинформцентр» за 2002–2009 гг.
2. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды, водоемов и водотоков.
3. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения, утверждены приказом Федерального агентства по рыболовству № 20 от 18.01.2010.
4. Письмо Минздрава РФ от 07.08.1997 № 11/109-111 «Об информационном письме о списке приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде, и их влиянии на здоровье населения».
5. Шурлыгина А.В. Характер заболеваемости в промышленно развитых регионах России и его связь с уровнем и характером техногенного загрязнения // Материалы научно-практических конференций «Экологически обусловленная патология в общей структуре заболеваемости населения России. Применение БАД в комплексной профилактике экологически обусловленных заболеваний». – Новосибирск, 2009.

**Вишневецкий Вячеслав Юрьевич**

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: vvu@fep.tsure.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371795.

**Попружний Владислав Михайлович**

Федеральное государственное учреждение «Информационно-аналитический центр по водопользованию и мониторингу Азовского моря».

E-mail: popruzhnyy@mail.ru.

347923, Россия, г. Таганрог, ул. Инструментальная, 48.

Тел.: 88634648714.

**Vishnevetskiy Vyacheslav Yurievich**

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: vvu@fep.tsure.ru.

44, Nekrasovsky, Taganrog, 347928, Russia

Phone: +78634371795.

**Popruzhnyy Vladislav Mixailovich**

Federal Government Department “Information Analysis Center of Water Consumption and Monitoring of Asov Sea”.

E-mail: popruzhnyy@mail.ru.

48, Instrumentalnaya street, Taganrog, 347923, Russia.

Phone: +78634648714.

УДК 57.075.8

**И.С. Захаров, А.Г. Казанцева**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА КОНТРОЛЯ ТОКСИЧНОСТИ  
ВОДНЫХ СРЕД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕСТ-РЕАКЦИИ  
ГАЛЬВАНОТАКСИСА ИНФУЗОРИЙ**

*Обоснована и экспериментально исследована возможность использования электрического поля в качестве стрессора, позволяющего выявлять токсичность водных сред при тест-реакции гальванотаксиса инфузорий.*

*Биотестирование; гальванотаксис; стресс; токсичность; импульс.*

**I.S. Zakharov, A.G. Kazantzeva**

**THE THEORETICAL APPROACH OF METHOD FOR AQUA MEDIA TOXIC  
CONTROL WITH USING GALVANOTAXIS INFUSORIA BIOASSAY**

*The possibility of electric field using as stressor for detecting aqua media toxicity during galvanotaxis infusoria bioassay is stated and investigated experimentally.*

*Bioassay; galvanotaxis; stress; toxicity; pulse.*

Методы биологического контроля способны отразить такой показатель как общая вредность исследуемой среды для человека, поэтому область их применения включает в себя тестирование водных сред, используемых для нужд человека, отходов производства и потребления, оценку состояния водных экосистем [1]. Помимо того, экологическая безопасность развития индустрии требует биологиче-