

Г. П. Фомичева, А. М. Камакин, И. В. Фёдорова

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ТОКСИЧНОСТИ  
ПРИРОДНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД,  
ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ,  
МЕТОДАМИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА  
И БИОТЕСТИРОВАНИЯ**

Комплексные исследования нефтяных загрязнений водных объектов осуществлялись в окрестностях г. Астрахани в местах аварийных разливов нефтепродуктов в 2013–2015 гг. Проведен сравнительный анализ 87 проб природной воды и пленочного нефтепродукта. Превышение предельно допустимой концентрации по растворённым нефтепродуктам методом количественного химического анализа зафиксировано в 46 пробах природной воды. Установлена кратность превышения: менее чем в 10 раз – в 35-ти пробах; более чем в 10 раз – в 4-х; более чем в 30 раз – в 3-х; более чем в 60 раз – в 3-х; более чем в 100 раз – в 1 пробе. В 29 пробах воды с различным по значению показателем поллютанта (бензин, керосин, дизельное топливо (дизельная фракция), машинное масло (тяжёлые или масляные фракции), нефтесодержащий отход) проводилось биотестирование на тест-объекте *Daphnia magna* Straus. Длительность биотестирования составила 96 часов. Предел безвредных концентраций нефтепродуктов, растворённых в природной воде, составил 0,031–0,136 мг/дм<sup>3</sup>; предел безвредных концентраций нефтепродуктов различных фракций, растворённых в воде, – 0,012–0,200 мг/дм<sup>3</sup>. Диапазон летальных концентраций (ЛК<sub>50</sub>) нефтепродуктов, растворённых в природной воде, составил 0,041–0,411 мг/дм<sup>3</sup>; диапазон ЛК<sub>50</sub> нефтепродуктов различных фракций, растворённых в воде, – 0,025–2,000 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальное воздействие на *Daphnia magna* Straus оказали наиболее тяжёлые масляные фракции нефтепродуктов. Методы биотестирования, наряду с традиционными аналитическими методами, могут эффективно использоваться в комплексном изучении нефтяных загрязнений водной среды в практике контроля государственных природоохранных организаций.

**Ключевые слова:** река Волга, нефтяное загрязнение, количественный химический анализ, биотестирование, тест-организм, *Daphnia magna*, токсическое воздействие, безвредная концентрация, летальная концентрация.

**Введение**

В современных условиях реки Волжского бассейна испытывают всё более мощное влияние антропогенного фактора. В водную среду попадает множество химических соединений, оказывающих токсическое воздействие на живые организмы и опасных для здоровья человека [1]. Отмечается, что «эти соединения и смеси веществ повреждают, ингибируют, стрессируют, вызывают генетические изменения или убивают» [2, с. 10].

Пример опаснейших загрязнителей (поллютантов) водной среды – нефть и нефтепродукты. С ростом количества чрезвычайных ситуаций и аварий отрицательное воздействие разливов нефти на окружающую среду также возрастает. Экологические последствия при этом носят сложный характер, поскольку нефтяные загрязнения нарушают многие естественные процессы и взаимосвязи, меняют условия обитания организмов [3–5]. Определение и анализ степени загрязнения водоёмов позволяют оценить соответствие химических характеристик водных объектов общепринятым утверждённым нормативам качества и требованиям к чистоте и режиму водоёмов [6, 7], степень экологической безопасности хозяйственной деятельности и экологической ситуации на отдельных водных объектах, выделить наиболее неблагоприятные в экологическом отношении районы [8].

Степень токсичности водной среды (toxicity of water environment) оценивается количественным химическим анализом (КХА) по определению предельно допустимой концентрации (ПДК) [9] и методами биотестирования [10].

Биотестирование позволяет оценить пригодность воды для жизни гидробионтов, обеспечивающих процессы самоочищения водоёмов [2].

Проведение экспериментов по влиянию отдельных поллютантов на тест-объект в контролируемых лабораторных условиях позволяет выявить влияние конкретного фактора, исключить влияние других факторов внешней среды, выяснить летальные (ЛК<sub>50</sub>) и безопасные дозы поллютанта, проследить физиологические и морфологические изменения, происходящие в живых организмах под воздействием поллютанта.

**Задачи и методы исследований**

С целью изучения влияния загрязнений водной среды нефтепродуктами непосредственно на живые организмы методами КХА [9] и биотестирования [10] был проведён сравнительный анализ 87 проб природной воды и плёночного нефтепродукта. Пробы были отобраны в окрестностях г. Астрахани в местах аварийных разливов нефтепродуктов в 2013–2015 гг. на водных объектах – реках Волга, Бахтемир, Кизань, Бобёр, Прямая Болда, Кривая Болда, протоке Серебряная Воложка (рис. 1). Установлена кратность превышения ПДК.



Рис. 1. Карта отбора проб природной воды и плёночных нефтепродуктов в местах аварийных разливов нефтепродуктов

В 29 пробах воды с различными по значению показателями поллютанта проводилось биотестирование на тест-объекте *Daphnia magna* Straus. Биотестирование проб воды проводили на синхронизированной культуре дафний. Учёт смертности и наблюдение за изменениями физиологического состояния дафний в опыте и контроле проводили ежедневно до истечения 96 часов. Для определения летальных концентраций и безвредных концентраций применяли прямой подсчёт или метод пробит-анализа [10].

Контроль качества оценки токсичности воды по определению чувствительности используемых тест-организмов к модельному «эталонному» токсиканту – калию двухромовоокислороду ( $K_2Cr_2O_7$ ) проводился один раз в три месяца. Диапазон концентраций модельного токсиканта, при действии которого в течение 24 часов гибнет 50 % дафний, составлял 1,0–1,26 мг/дм<sup>3</sup>, что соответствует диапазону чувствительности тест-объекта согласно методике (0,9–2,0 мг/дм<sup>3</sup>) [10].

### Результаты исследований

В ходе исследования превышения ПДК по растворённым нефтепродуктам зафиксированы в 46 пробах природной воды, в том числе:

- менее чем в 10 раз – в 35 пробах;
- более чем в 10 раз – в 4 пробах;
- более чем в 30 раз – в 3 пробах;
- более чем в 60 раз – в 3 пробах;
- более чем в 100 раз – в 1 пробе.

Остролетальные концентрации нефтепродуктов, при которых наблюдается 50 %-ная гибель тест-организмов, были установлены в 8 пробах воды, в том числе 100 %-ная гибель – в 4 пробах. Превышения порога безопасной концентрации, при которых гибель тест-организмов составила более 10 %, но менее 50 %, установлены в 7 пробах воды, превышения порога безопасной концентрации, при которых гибель не превысила 10 %, – в 14 пробах воды (табл. 1).

Таблица 1

Показатели гибели тест-объекта  
в зависимости от содержания нефтепродуктов в пробах воды

| Гибель,<br>% | № пробы   |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------|---|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              | 16*   | 17   | 18А   | 18Б   | 18В   | 18Г   | 18Д   | 18Е   | 19А   | 19Б   | 20В   | 20Г   | 20Е   | 20Ф   |
|              | Содержание нефтепродуктов в пробах воды, мг/дм <sup>3</sup> |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 0            | 0,014   | 0,01 | 0,031 | 0,033 | 0,036 | 0,036 | 0,038 | 0,034 | 0,051 | 0,027 | 0,021 | 0,021 | 0,033 | 0,02  |
| 10           | 0,061   | 0,07 | 0,034 | 0,036 | 0,136 | 0,118 | 0,111 | 0,107 | 0,059 | 0,031 | 0,038 | 0,038 | 0,067 | 0,04  |
| 13           |   |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,134 |       |
| 20           |   |      | 0,038 |       |       | 0,404 |       | 0,409 |       |       |       |       |       | 0,081 |
| 30           |   | 0,23 |       |       | 0,575 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 50           | 0,815   |      |       | 0,041 |       |       | 0,411 |       | 0,125 | 0,076 | 0,174 | 0,086 |       |       |
| 60           |   |      |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,212 |       |       |       |
| 63           |   |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,075 |       |       |
| 70           |   |      | 0,041 |       |       |       | 0,609 |       |       |       |       |       |       |       |
| 80           | 1,35  |      |       | 0,051 |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,151 |       |
| 90           |   |      | 0,053 | 0,054 |       |       |       |       |       | 0,322 |       | 0,302 |       |       |
| 100          | 13,53   |      | 2,131 | 3,246 |       |       |       |       | 0,82  |       |       |       |       |       |

\* Проба отобрана в трюме затопленного судна.

Анализ результатов биотестирования проб природной воды, загрязнённой нефтепродуктами, показал, что тест-организмы чутко реагировали на наличие в природной воде различных доз нефтепродуктов. Тест-отклики у гидробионтов (нарушение функций дыхания, поведенческая реакция вращения, всплывание на боку на поверхность воды, судороги, оседание на дно сосуда, летальный исход) наблюдались в диапазоне концентраций нефтепродуктов 0,031–13,53 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 1).

В ходе исследований установлено: значения порога безопасной концентрации нефтепродуктов в пробах природной воды варьировали в диапазоне 0,031–0,136 мг/дм<sup>3</sup>, значения порога

летальной концентрации нефтепродуктов – 0,041–0,411 мг/дм<sup>3</sup>, наименьшая концентрация нефтепродуктов, при которой была зарегистрирована гибель тест-организмов 100 %, – 0,82 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 1).

Сравнительный анализ результатов превышения показателей ПДК, безопасной и летальной концентрации показал, что в некоторых пробах с близкими по значению превышениями ПДК значения летальной и безопасной концентрации значительно отличаются (рис. 2). Предположительная причина – различие в соотношении фракционного состава поллютанта в пробах, отобранных на разных водных объектах вблизи мест аварийных выбросов нефтепродуктов.

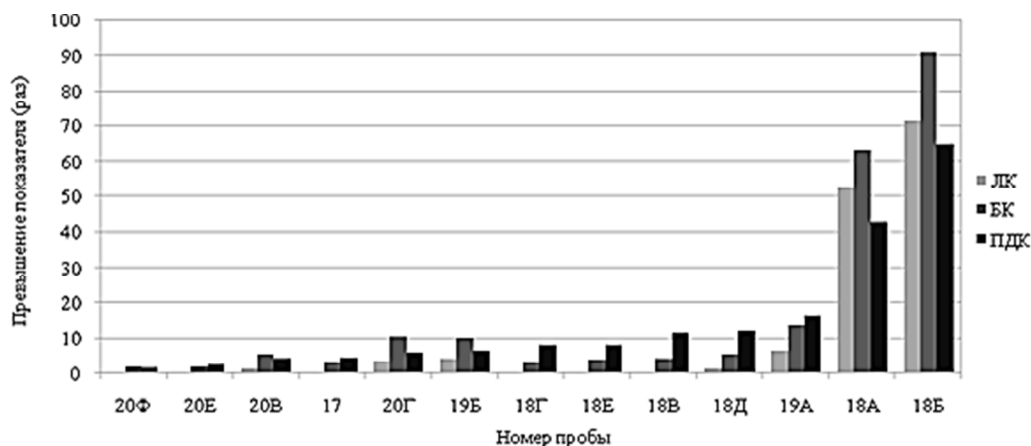
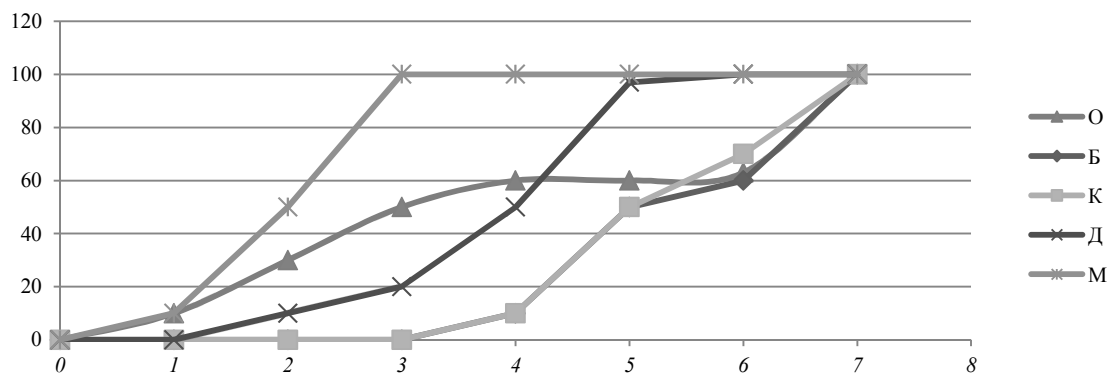


Рис. 2. Диаграмма превышения показателей ПДК, БК (безопасной концентрации) и ЛК (летальной концентрации) в пробах природной воды

Для изучения влияния различных фракций нефтепродуктов на гидробионты была дополнительно проведена серия опытов на тест-объекте *Daphnia magna* Straus. Длительность биотестирования – 96 ч. В качестве поллютантов были использованы:

- бензин (лёгкие или бензиновые фракции) – Б;
- керосин (средние или керосиновые фракции) – К;
- дизельное топливо (дизельная фракция) – Д;
- машинное масло (тяжёлые или масляные фракции) – М;
- нефтесодержащий отход – О, отобранный с поверхности воды в месте аварийного разлива нефтепродуктов на протоке Серебряная Воложка (рис. 3).

Гибель, %



Массовая концентрация поллютантов в пробах воды в ходе биотестирования, мг/дм<sup>3</sup>:  
1 – 0,012; 2 – 0,025; 3 – 0,05; 4 – 0,25; 5 – 2,0; 6 – 4,0; 7 – 20,0

Рис. 3. График зависимости гибели *Daphnia magna* Straus под воздействием различных фракций нефтепродуктов (через 96 часов)

Тест-отклики у *Daphnia magna* Straus наблюдались в диапазоне концентраций нефтепродуктов от 0,012 до 200 мг/дм<sup>3</sup>.

В ходе исследований получены следующие результаты:

1. 100 %-ная реакция на воздействие токсиканта (всплытие на поверхность, вращение на поверхности на боку, судороги, нарушение дыхательных функций) в течение первого часа с момента постановки опыта наблюдались при следующих концентрациях поллютантов: К – 20 мг/дм<sup>3</sup>; О – 20 мг/дм<sup>3</sup>; Д – 2 мг/дм<sup>3</sup>; М – 0,045 мг/дм<sup>3</sup>.

2. 100 %-ная реакция на воздействие токсиканта (оседание на дно, судороги, нарушение дыхательных функций) в течение первого часа с момента постановки опыта наблюдались при концентрации бензина Б – 2 мг/дм<sup>3</sup>.

3. 100 %-ный летальный исход под воздействием токсиканта в течение 96 часов с момента постановки опыта наблюдался при следующих концентрациях поллютантов: Б – 20 мг/дм<sup>3</sup>; К – 20 мг/дм<sup>3</sup>; О – 20 мг/дм<sup>3</sup>; Д – 4 мг/дм<sup>3</sup>; М – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>.

4. 50 %-ный летальный исход (летальная концентрация) под воздействием токсиканта в течение 96 часов с момента постановки опыта наблюдался при следующих концентрациях поллютантов: Б – 2 мг/дм<sup>3</sup>; К – 2 мг/дм<sup>3</sup>; О – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>; Д – 0,25 мг/дм<sup>3</sup>; М – 0,025 мг/дм<sup>3</sup>.

5. 10 %-ный летальный исход (безопасная концентрация) под воздействием токсиканта в течение 96 часов с момента постановки опыта наблюдался при следующих концентрациях поллютантов: Б – 0,25 мг/дм<sup>3</sup>; К – 0,25 мг/дм<sup>3</sup>; О – 0,012 мг/дм<sup>3</sup>; Д – 0,025 мг/дм<sup>3</sup>; М – 0,012 мг/дм<sup>3</sup>.

По результатам исследований максимальное воздействие на гидробионтов оказали наиболее тяжёлые масляные фракции нефтепродуктов.

### Заключение

Анализ результатов исследований показал следующее:

– тест-объект *Daphnia magna* Straus является чувствительным индикатором токсичности природной воды, чутко реагирует на наличие в воде нефтепродуктов различных фракций и массовых концентраций;

– диапазон токсических концентраций нефтепродуктов, растворённых в природной воде, вызывающий 50 %-ную гибель тест-объекта *Daphnia magna* Straus: 0,041–0,411 мг/дм<sup>3</sup>;

– диапазон токсических концентраций нефтепродуктов различных фракций, растворённых в воде, вызывающий 50 %-ную гибель тест-объекта *Daphnia magna* Straus: 0,025–2 мг/дм<sup>3</sup>;

– диапазон безопасных концентраций нефтепродуктов, растворённых в природной воде: не более 0,031–0,136 мг/дм<sup>3</sup>;

– диапазон безопасных концентраций нефтепродуктов различных фракций, растворённых в воде: не более 0,012–0,2 мг/дм<sup>3</sup>;

– степень токсического воздействия, которое фракции нефтепродуктов оказывают на гидробионтов при равных показателях массовых концентраций поллютантов в воде, различна. Это проявляется в комплексе визуально наблюдаемых симптомов: в изменении рефлекторно-поведенческих реакций, прекращении питания, показателе летального исхода.

По итогам сравнительного анализа результатов испытаний среди обследованных в 2013–2015 гг. водных объектов г. Астрахани было выделено 4 объекта, на которых были зафиксированы наиболее высокие превышения нормативного показателя по содержанию в природной воде растворённых нефтепродуктов (табл. 2).

Таблица 2

### Превышения ПДК по содержанию в природной воде растворённых нефтепродуктов

| Водный объект            | Участок загрязнения               | Месяц, год      | Превышение ПДК |
|--------------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------|
| Рукав р. Бобёр           | В районе полуострова Пролетарский | Июль 2014 г.    | В 125,6 раза   |
| Река Волга               | В районе улицы Капитана Краснова  | Октябрь 2014 г. | В 84,6 раза    |
| Река Кизань – река Волга | В районе поселка Советский        | Апрель 2015 г.  | В 84,3 раза    |
| Река Серебряная Воложка  | В районе переулка Рыбачий         | Апрель 2015 г.  | В 66,2 раза    |

Подтверждена эффективность использования метода биотестирования для углубленного изучения процессов влияния токсичности водной среды на гидробионтов на примере тест-объекта *Daphnia magna* Straus.

Результаты исследований представляют интерес как пример применения биотестирования для изучения экологической обстановки на природных водных объектах и могут быть использованы в практике контроля природоохранных организаций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корпакова И. Г., Афанасьев Д. Ф., Цыбульский И. Е., Виноградов А. Ю., Сазыкина М. А., Черединых С. Ю. О проблеме оценки токсичности компонентов среды методами биологического тестирования // Вопросы рыболовства. 2008. Т. 9, № 4 (36). С. 839–846.
2. Жмур Н. С. Государственный и производственный контроль токсичности вод методами биотестирования в России. М.: Междунар. дом сотрудничества, 1997. 117 с.
3. Нельсон-Смит А. Нефть и экология моря. М.: Прогресс, 1977. 299 с.
4. Антонова Д. В. Анализ сорбентов, используемых при ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов // Сохранение биологических ресурсов Каспия. Междунар. науч.-практ. конф. (Астрахань, 18–19 сентября 2014 г.): материалы и докл. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2014. С. 112–118.
5. Черкашин С. А. Отдельные аспекты влияния углеводородов нефти на рыб и ракообразных // Вестн. ДВО РАН. 2005. № 3. С. 83–91.
6. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 года № 20. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/2070984/>.
7. О введении в действие ГН 2.1.5.1315-03 (с изменениями на 16 сентября 2013 г. № 49): Постановление Министерства здравоохранения Российской Федерации от 30 апреля 2003 г. № 78. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901862249>.
8. Ануфриев Д. П., Боронина Л. В. и др. Обеспечение экологической безопасности Волжско-Каспийского бассейна. Сохранение биологических ресурсов Каспия // Междунар. науч.-практ. конф. (Астрахань, 18–19 сентября 2014 г.): материалы и докл. Астрахань, Изд-во АГТУ, 2014. С. 118–123.
9. ПНД Ф 14.1:2.4.5-95. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, поверхностных и сточных водах методом ИК-спектроскопии. М., 2011. URL: [http://standartgost.ru/g/%D0%9F%D0%9D%D0%94\\_%D0%A4\\_14.1:2.4.5-95](http://standartgost.ru/g/%D0%9F%D0%9D%D0%94_%D0%A4_14.1:2.4.5-95).
10. ФР.1.39.2007.03222. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. М., 2007. URL: <http://files.stroyinf.ru/data2/1/4293842/4293842234.htm>.

Статья поступила в редакцию 17.05.2016

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Фомичева Галина Петровна** – Россия, 414000, Астрахань; Филиал Центра лабораторного анализа и технических измерений по Южному федеральному округу – Центр лабораторного анализа и технических измерений по Астраханской области; ведущий инженер химико-аналитический отдела; [g.fomicheva2012@mail.ru](mailto:g.fomicheva2012@mail.ru).

**Камакин Андрей Михайлович** – Россия, 414056, Астрахань; Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; канд. биол. наук; старший научный сотрудник лаборатории морских рыб; [kamakin\\_a@mail.ru](mailto:kamakin_a@mail.ru).

**Фёдорова Ирина Вячеславовна** – Россия, 414000, Астрахань; Филиал Центра лабораторного анализа и технических измерений по Южному федеральному округу – Центр лабораторного анализа и технических измерений по Астраханской области; менеджер по качеству; [fiv76@bk.ru](mailto:fiv76@bk.ru).



G. P. Fomicheva, A. M. Kamakin, I. V. Fyodorova

## DETERMINING THE DEGREE OF TOXICITY OF NATURAL SURFACE WATER POLLUTED WITH OIL PRODUCTS BY METHODS NUMERICAL CHEMICAL ANALYSIS AND BIO-TESTING

**Abstract.** The complex studies of oil pollution of water bodies were carried out in the vicinities of Astrakhan in places of accidental oil spills in 2013-2015. A comparative analysis of 87 samples of natural water and oil film was made. Exceeding the maximum allowable concentration of oil products by dissolved oil products using the method of quantitative chemical analysis was recorded in 46 natural water samples. The rate of excess: less than 10 times – in 35 samples; more than 10 times – in 4; more than 30 times – in 3; more than 60 times – in 3; more than 100 times – in 1 sample is fixed. 29 water samples with different values of the indicators of pollutant (gasoline, kerosene, diesel fuel (diesel fraction), lubricating oil (heavy or oil fractions), oil-containing waste bioassay were tested using the test object *Daphnia magna* Straus. The duration of the bio-test was 96 hours. The limit of harmless concentrations of oil products, dissolved in natural water, amounted to 0.031-0.136 mg/dm<sup>3</sup>; the limit of harmless concentrations of oil products of various fractions, dissolved in water, – 0.012-0.200 mg/dm<sup>3</sup>. The range of lethal concentrations (LC50) of oil, dissolved in natural water, amounted to 0.041-0.411 mg/dm<sup>3</sup>; range of LC50 of oil products of various fractions, dissolved in water, – 0.025-2.000 mg/dm<sup>3</sup>. The heaviest oil fractions of oil products had the maximum effect on *Daphnia magna* Straus. The bio-testing methods, along with the traditional analytical techniques can be effectively used in a complex study of oil pollution of the aquatic environment in the practice of control of public environmental organizations.

**Key words:** river Volga, oil pollution, bioassay, quantitative chemical analysis, bio-test, test-organism, *Daphnia magna*, toxic effect, harmless concentration, lethal concentration.

### REFERENCES

1. Korpakova I. G., Afanas'ev D. F., Tsybul'skii I. E., Vinogradov A. Iu., Sazykina M. A., Cherednikov S. Iu. O probleme otsenki toksichnosti komponentov srede metodami biologicheskogo testirovaniia [On the problem of assessment of toxicity of the environment components using the methods of biological tests]. *Voprosy rybolovstva*, 2008, vol. 9, no. 4 (36), pp. 839–846.
2. Zhmur N. S. *Gosudarstvennyi i proizvodstvennyi kontrol' toksichnosti vod metodami biotestirovaniia v Rossii* [State and productive control of water toxicity using the methods of biotesting in Russia]. Moscow, Mezhdunarodnyi dom sotrudnichestva, 1997. 117 p.
3. Nelson-Smith A. *Oil Pollution and Marine Ecology*. Elek Scientific, London, 1972; Plenum, New York, 1973.
4. Antonova D. V. Analiz sorbentov, ispol'zuemykh pri likvidatsii razlivov nefii i nefteproduktov [Analysis of sorbents used in elimination of oil and oil products spills]. *Sokhranenie biologicheskikh resursov Kaspiia. Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia (Astrakhan', 18–19 sentiabria 2014 g.): materialy i doklady*. Astrakhan, Izd-vo AGTU, 2014. P. 112–118.
5. Cherkashin S. A. Otdel'nye aspekty vliianiia uglevodorodov nefii na ryb i rakoobraznykh [Separate aspects of influence of oil carbohydrates on fish and crayfish]. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniia Rossiiskoi akademii nauk*, 2005, no. 3, pp. 83–91.
6. *Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnykh ob'ektov rybokhoziaistvennogo znacheniia, v tom chisle normativov predel'no dopustimykh kontsentratsii vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh ob'ektov rybokhoziaistvennogo znacheniia* [On establishment of the standards of water quality in fishing water bodies, including the standards of specifically allowable concentrations of harmful substances in waters of fishing water bodies]. Prikaz Federal'nogo agentstva po rybolovstvu ot 18 ianvaria 2010 goda № 20. Available at: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/2070984/>.
7. *O vvedenii v deistvie GN 2.1.5.1315-03 (s izmeneniami na 16 sentiabria 2013 g. № 49)* [About introduction in action of GN 2.1.5.1315-03 (as amended on September 16, 2013, No. 49)]. Postanovlenie Ministerstva zdra-vookhraneniia Rossiiskoi Federatsii ot 30 apreliia 2003 g. № 78. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/901862249>.
8. Anufriev D. P., Boronina L. V. i dr. Obespechenie ekologicheskoi bezopasnosti Volzhsko-Kaspiiskogo basseina. Sokhranenie biologicheskikh resursov Kaspiia [Providing ecological safety of the Volga-Caspian basin. Conservation of biological resources of the Caspian Sea]. *Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia (Astrakhan', 18–19 sentiabria 2014 g.): materialy i doklady*. Astrakhan, Izd-vo AGTU, 2014. P. 118–123.
9. *PND F 14.1:2.4.5-95. Metodika vypolneniia izmerenii massovoi kontsentratsii nefteproduktov v pit'evykh, poverkhnostnykh i stochnykh vodakh metodom IK-spektrometrii* [Methods of measurement of mass concentration of oil products in drinking, surface and sewage waters using the method of IR-spectrometry]. Moscow, 2011. Available at: [http://standart.gost.ru/g/%D0%9F%D0%9D%D0%94\\_%D0%A4\\_14.1:2.4.5-95](http://standart.gost.ru/g/%D0%9F%D0%9D%D0%94_%D0%A4_14.1:2.4.5-95).

10. FR.1.39.2007.03222. *Metodika opredeleniia toksichnosti vody i vodnykh vytyazhek iz pochvy, osadkov stochnykh vod, otkhodov po smertnosti i izmeneniiu plodovitosti dafnii* [Methods of determination of toxicity of water and water extractions from soils, sediments of sewage waters, wastes on mortality and changes in fertility of daphna]. Moscow, 2007. URL: <http://files.stroyinf.ru/data2/1/4293842/4293842234.htm>.

The article submitted to the editors 17.05.2016

#### **INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Fomicheva Galina Petrovna** – Russia, 414000, Astrakhan; Branch of the Center of Laboratory Analysis and Technical Measurements in Southern Federal District – Center of Laboratory Analysis and Technical Measurements in the Astrakhan region; Leading Engineer of the Chemical and Analytical Department; [g.fomicheva2012@mail.ru](mailto:g.fomicheva2012@mail.ru).

**Kamakin Andrey Mikhailovich** – Russia, 414056, Astrakhan; Caspian Scientific Research Institute of Fisheries; Candidate of Biology; Senior Researcher of the Laboratory of Sea Fishes; [kamakin\\_a@mail.ru](mailto:kamakin_a@mail.ru).

**Fyodorova Irina Vyacheslavovna** – Russia, 414000, Astrakhan; Branch of the Center of Laboratory Analysis and Technical Measurements in Southern Federal District – Center of Laboratory Analysis and Technical Measurements in the Astrakhan region, Quality Control Manager; [fiv76@bk.ru](mailto:fiv76@bk.ru).

