

Т 59 (5)	ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. Серия «ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»	2016
Т 59 (5)	IZVESTIYA VYSSHIKH UCHEBNYKH ZAVEDENIY KHIMIYA KHIMICHESKAYA TEKHOLOGIYA	2016

**Для цитирования:**

Марченко Т.А., Извекова Т.В., Гушин А.А., Гриневич В.И., Головкина Е.А. Качество воды в притоках р. Волга в акватории Горьковского водохранилища. *Изв. вузов. Химия и хим. технология.* 2016. Т. 59. Вып. 5. С. 89-94.

**For citation:**

Marchenko T.A., Izvekova T.V., Gushchin A.A., Grinevich V.I., Golovkina E.A. Water quality in tributaries of Volga river in water area of Gorky water-storage basin. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.* 2016. V. 59. N 5. P. 81-94.

УДК 502.51:543.31(282.247.414.2)

**Т.А. Марченко, Т.В. Извекова, А.А. Гушин, В.И. Гриневич, Е.А. Головкина**

Татьяна Андреевна Марченко, Татьяна Валерьевна Извекова (✉), Андрей Андреевич Гушин, Владимир Иванович Гриневич, Елена Андреевна Головкина

Кафедра промышленной экологии, Ивановский государственный химико-технологический университет, просп. Шереметевский, 7, Иваново, Российская Федерация, 153000

E-mail: marchenkotany@yandex.ru, mbimpra@bk.ru (✉), a\_guschin@bk.ru, grin@isuct.ru, golovkina\_1993@mail.ru

**КАЧЕСТВО ВОДЫ В ПРИТОКАХ р. ВОЛГА В АКВАТОРИИ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

*В работе представлены результаты комплексного исследования качества воды в притоках р. Волга в акватории Горьковского водохранилища, включающего как химические, так и биологические методы контроля уровня загрязнения. Во всех обследованных водотоках наблюдается превышение ПДК по тяжелым металлам (1-27 раз), в частности, медь 1-27 ПДК, железо 3-9 ПДК, марганец 1-8 ПДК, а также катионов аммония 1-6 ПДК и трудноокисляемых органических соединений (ХПК) 2-4 ПДК. Методом биотестирования (тест-объекты: водоросли хлорелла и дафнии) установлено, что пробы воды, отобранные в районах устьев рек Горьковского водохранилища (Сунжа, Казоха, Елнать и Кинешемка) не обладают острой токсичностью, однако являются слаботоксичными.*

**Ключевые слова:** природная вода, загрязняющие вещества, оценка токсичности, биотестирование

Tatyana A. Marchenko, Tatyana V. Izvekova (✉), Andrey A. Gushchin, Vladimir I. Grinevich, Elena A. Golovkina

Department of industrial ecology, Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Sheremetievskiy ave., 7, Ivanovo, 153000, Russia

E-mail: marchenkotany@yandex.ru, mbimpa@bk.ru (✉), a\_guschin@bk.ru, grin@isuct.ru, golovkina\_1993@mail.ru

## WATER QUALITY IN TRIBUTARIES OF VOLGA RIVER IN WATER AREA OF GORKY WATER-STORAGE BASIN

*In article the results of complex study of water quality for tributaries of Volga river in a water area of Gorky water-storage basin. Study methods included both the chemical and biological methods of pollution level control. For all water flows the excess of MPC on heavy metals (by 1-27 times), partially on copper by 1-27, on iron –by 3-9, on manganese by 1-8, as well as on ammonium cations – by 1-6, and difficult-oxidizing organic compounds (COD)-by 2-4 is observed. It was established by the bio-testing method (test-objects are the chlorella algae and Daphnia) that water samples taken in the region of river mouths of Gorky water-storage basin (Sunzha, Kazokha, Elnat, Kineshemka) don't possess acute toxicity but they are slightly toxicity.*

**Key words:** natural water, pollutants, toxicity evaluation, biotesting

В России свыше 2,5 млн. малых рек. Они формируют около половины суммарного объема речного стока, в их бассейнах проживает около половины городского населения. Малые реки в значительной степени выполняют функции регулятора водного режима ландшафтов, поддерживая равновесие и перераспределение влаги. Сеть малых рек определяет своеобразие физико-химического состава воды, водных биоценозов, гидрологический, гидрохимический и гидробиологический режим, а также качество воды в средних и крупных реках [1].

На территории Ивановской области насчитывается около 2000 рек, в том числе 50 – длиной 25 км и более, 120 – длиной 10-25 км и свыше 1500 – длиной менее 10 км. Все реки принадлежат

бассейну самой крупной реки Волги, которая пересекает северо-восточную часть области и с расположенным на ней Горьковским водохранилищем [2].

В качестве объектов исследований были выбраны 5 малых рек Ивановской области: Сунжа, Мера, Казоха, Кинешемка и Елнать. Карта Ивановской области с указанием исследуемых рек представлена на рис. 1.

Сунжа – река в Вичугском районе Ивановской области, правый приток Волги. Длина – 45 км, площадь водосборного бассейна – 507 км<sup>2</sup>. Впадает в Горьковское водохранилище на Волге в 2464 км от ее устья. На реке – поселки городского типа Новописцово и Каменка.



Рис. 1. Карта Ивановской области  
Fig. 1. The map of the Ivanovo region

Ка́зо́ха – протекает в Ивановской области. Устье реки находится в 2437 км от устья Волги, впадая по правому берегу в Горьковское водохранилище в г. Кинешма. Длина реки составляет 9,1 км, водосборная площадь – 36,5 км<sup>2</sup>.

Ме́ра – река в Костромской и Ивановской областях России. Левый приток реки Волги. Длина – 152 км, площадь бассейна – 2380 км<sup>2</sup>. На Мере расположен крупный поселок Островское – центр Островского района Костромской области – и село (ранее поселок) Заречный Заволжского района Ивановской области. Мера впадает в Волгу чуть ниже городов Кинешма и Заволжск. В месте впадения на правом берегу расположено село Заречный.

Елна́ть – протекает в Кинешемском и Юрьевецком районах Ивановской области. Река впадает в Горьковское водохранилище (залив Елнать) у Михайлова. Длина реки составляет 54 км, площадь водосборного бассейна – 714 км<sup>2</sup>.

Кинешемка – протекает в Ивановской области. Устье реки находится в 2436 км от истока Волги, впадая по правому берегу в Горьковское водохранилище в городе Кинешма. Длина реки составляет 34 км, водосборная площадь 176 км<sup>2</sup>.

В сети Госкомгидромета принята система контроля за гидрохимическими и гидробиологическими показателями качества воды. Эти показатели нормируемы для хозяйственно-бытовых, рыбохозяйственных и питьевых целей. Определяя показатели качества воды и сопоставляя их с предельно допустимыми концентрациями, получают картину загрязнения водного объекта. Но список загрязнителей природных вод сегодня включает огромное количество веществ и лишь незначительная их часть обеспечена методиками определения.

Состав поверхностных вод динамично изменяется во времени, происходит взаимодействие загрязнителей между собой с образованием новых, зачастую более токсичных веществ, чем анализируемые показатели. Все это делает проблематичным установление степени токсичности вод для биоценозов водных объектов. Таким образом, настоящая система контроля качества вод не обеспечивает природоохранных функций.

Повышение эффективности контроля за состоянием водных объектов возможно с помощью применения качественно новых подходов к оценке токсичности воды. Комплексная оценка загрязненности поверхностных вод дает представление о ее качестве. Она однозначно отражает через систему показателей определенным образом ограниченную совокупность характеристик состава и свойств воды относительно нормативов для

определенного вида водопользования или водопотребления [3]. Комплексная оценка относится к числу наиболее радикальных приемов, отвечающим водоохраным целям.

Биотестирование является комплексным, интегральным методом контроля качества объектов окружающей природной среды, в том числе и водных объектов. А традиционно применяемые для эколого-токсикологической оценки химико-аналитические методы дают как бы “моментальный снимок” картины загрязненности определенных объектов конкретными токсикантами. Они не могут оценить весь спектр загрязнителей и их взаимодействие друг с другом [4].

Оценка качества водных объектов осуществлялась по 15 показателям, наиболее характерным для большинства поверхностных вод всей территории РФ: растворенный в воде кислород, БПК<sub>5</sub>(O<sub>2</sub>), ХПК, фенолы, нефтепродукты, нитрит-ионы (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), нитрат-ионы (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), аммоний-ион (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), железо общее, медь (Cu<sup>2+</sup>), цинк (Zn<sup>2+</sup>), никель (Ni<sup>2+</sup>), марганец (Mn<sup>2+</sup>), хлориды, сульфаты.

Перечисленные гидрохимические показатели легли в основу расчета УКИЗВ (удельный комбинаторный индекс загрязнения водотока) для рек Ивановской области за период 2011-2014 гг.

Отбор проб воды для исследований осуществлялся согласно [5, 6] в период с 2011 по 2014 год в основные фазы гидрологического режима: зимняя и летняя межень, весеннее половодье и осенний паводок.

Определение загрязняющих веществ проводилось по аттестованным методикам измерений (табл. 1).

**Таблица 1**

**Методики определения загрязняющих веществ в пробах воды**

**Table 1. Methods of determination of pollutants in water samples**

Определяемый показатель	Шифр методики измерений
Биологическое потребление кислорода (БПК <sub>5</sub> )	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97
Химическое потребление кислорода (ХПК)	ПНДФ 14.1:2:4.190-03
Нефтепродукты (НП)	ПНД Ф 14.1:2:4.128-98
Нитрит-ионы (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	ПНД Ф 14.1:2:4.3-95
Нитрат-ионы (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	ПНД Ф 14.1:2:4.4-95
Аммоний-ионы (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	ПНД Ф 14.1:2:4.262-10
Железо общее	ПНД Ф 14.1:2:4.50-96
Тяжелые металлы (медь, марганец)	ПНД Ф 14.1:2.253-09

Результаты гидрохимических исследований представлены в табл. 2-6.

Таблица 2

Среднее содержание загрязняющих веществ  
в р. Сунжа, мг/дм<sup>3</sup>

Table 2. The average content of pollutants in Sunzha river, mg/dm<sup>3</sup>

Показатель	ПДК <sub>р.х.</sub> , мг/дм <sup>3</sup> [7]	Период наблюдений			
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
БПК <sub>5</sub>	2	2,24	1,27	2,21	2,07
ХПК	15	35,8	37,8	30,6	35,9
НП	0,05	0,010	0,019	0,029	0,034
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,08	0,053	0,055	0,048	0,031
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	40	1,13	0,74	1,99	1,53
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,4	0,50	0,52	1,09	0,39
Fe <sub>общ.</sub>	0,1	0,60	0,75	0,66	0,49
Cu	0,001	0,003	0,004	0,003	0,005
Mn	0,01	0,011	0,014	0,019	0,041
Σ C <sub>i</sub> /ПДК	-	15,75	18,44	18,60	19,51

За период наблюдений с 2011 г. по 2014 г. отмечено превышение ПДК по марганцу, меди, железу и ХПК.

Таблица 3

Среднее содержание загрязняющих веществ  
в р. Мера, мг/дм<sup>3</sup>

Table 3. The average content of pollutants in Mera river, mg/dm<sup>3</sup>

Показатель	ПДК <sub>р.х.</sub> , мг/дм <sup>3</sup> [7]	Период наблюдений			
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
БПК <sub>5</sub>	2	1,35	1,43	1,48	2,03
ХПК	15	35,5	38,1	45,5	33,3
НП	0,05	0,014	0,010	0,015	0,015
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,08	0,032	0,170	0,075	0,046
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	40	1,33	1,42	1,98	1,03
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,4	0,69	0,70	2,50	0,44
Fe <sub>общ.</sub>	0,1	0,81	0,91	0,65	0,31
Cu	0,001	0,027	0,003	0,003	0,001
Mn	0,01	0,008	0,019	0,027	0,031
Σ C <sub>i</sub> /ПДК	-	41,38	21,37	23,51	12,44

Таблица 4

Среднее содержание загрязняющих веществ в р.  
Казоха, мг/дм<sup>3</sup>

Table 4. The average content of pollutants in Kazokha river, mg/dm<sup>3</sup>

Показатель	ПДК <sub>р.х.</sub> , мг/дм <sup>3</sup> [7]	Период наблюдений			
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
БПК <sub>5</sub>	2	3,95	7,9	2,26	2,74
ХПК	15	65,3	57,5	51,4	32,6
НП	0,05	0,051	0,057	0,037	0,054
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,08	0,058	0,075	0,083	0,059
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	40	1,83	0,81	2,61	1,34
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,4	2,32	2,09	1,29	0,57
Fe <sub>общ.</sub>	0,1	0,74	0,83	0,56	0,57
Cu	0,001	0,005	0,006	0,007	0,004
Mn	0,01	0,011	0,023	0,043	0,047
Σ C <sub>i</sub> /ПДК	-	27,42	31,71	26,52	21,22

Полученные результаты показывают, что концентрации марганца и трудноокисляемых органических соединений (ХПК) на протяжении всего периода наблюдений растут, а содержание в воде соединений меди практически не изменяется.

Из данных таблицы следует, что имеется тенденция к росту концентраций соединений меди и марганца, а содержание ионов аммония и трудноокисляемых органических соединений (ХПК) имеет тенденцию к уменьшению. Однако содержание указанных соединений значительно превышает ПДК.

Таблица 5

Среднее содержание загрязняющих веществ  
в р. Кинешемка, мг/дм<sup>3</sup>

Table 5. The average content of pollutants in Kineshemka river, mg/dm<sup>3</sup>

Показатель	ПДК <sub>р.х.</sub> , мг/дм <sup>3</sup> [7]	Период наблюдений			
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
БПК <sub>5</sub>	2	2,02	1,87	1,57	2,11
ХПК	15	52,5	44,0	41,7	32,4
НП	0,05	0,029	0,016	0,031	0,022
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,08	0,055	0,066	0,065	0,064
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	40	1,21	1,08	1,79	1,22
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,4	0,88	0,68	1,0	0,55
Fe <sub>общ.</sub>	0,1	0,7	0,91	0,52	0,53
Cu	0,001	0,006	0,004	0,012	0,005
Mn	0,01	0,011	0,039	0,036	0,027
Σ C <sub>i</sub> /ПДК	-	22,11	23,74	28,34	18,86

Вода в р. Кинешемка, как и в р. Казоха, имеет повышенное относительно ПДК содержание тяжелых металлов (медь, марганец, железо), а также ионов аммония и значений ХПК. Такие же выводы можно сделать относительно качества воды в р. Елнать (табл. 6).

Следует отметить резкое увеличение концентраций марганца в 2013-2014 гг.

Таблица 6

Содержание загрязняющих веществ в р. Елнать,  
мг/дм<sup>3</sup>

Table 6. The average content of pollutants in Elnat river, mg/dm<sup>3</sup>

Показатель	ПДК <sub>р.х.</sub> , мг/дм <sup>3</sup> [7]	Период наблюдений			
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
БПК <sub>5</sub>	2	2,39	1,09	1,98	2,2
ХПК	15	39,9	40	39,7	35,4
НП	0,05	<0,005	0,011	0,02	0,018
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,08	0,032	0,034	0,049	0,014
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	40	1,47	1,03	2,06	0,93
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,4	0,47	0,56	0,84	0,39
Fe <sub>общ.</sub>	0,1	0,55	0,71	0,68	0,52
Cu	0,001	0,003	0,003	0,004	0,003
Mn	0,01	0,011	0,008	0,078	0,079
Σ C <sub>i</sub> /ПДК	-	15,07	16,18	25,40	21,09

Исследуемые малые реки Ивановской области в значительной степени загрязнены тяжелыми металлами (средние значения концентраций меди, марганца и железа превышают показатель ПДК<sub>р.х.</sub> во всех реках).

Для интегральной оценки качества воды была проведена оценка острой токсичности воды с использованием тест-культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для рек Мера и Сунжа в соответствии с методикой, указанной в [8]. Результаты эксперимента представлены на рис. 2.

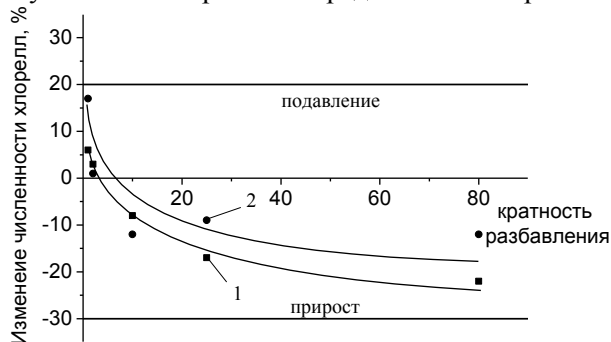


Рис. 2. Зависимость изменения численности хлорелл: 1 – р. Сунжа, 2 – р. Мера

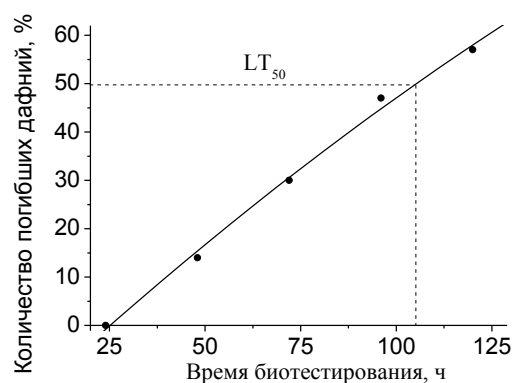
Fig. 2. The dependence of change in a chlorella population: 1 – Sunzha, 2 – Mera

Из представленных данных видно, что оптическая плотность тест-культуры водоросли хлорелла в пробе р. Мера уменьшается на 17% по сравнению с контролем, т.е. происходит подавление роста менее чем на 20%, следовательно, вода является слаботоксичной. Оптическая плотность тест-культуры водоросли хлорелла в пробе р. Сунжа повышается на 22% по сравнению с контролем, т.е. происходит стимуляция роста менее чем на 30%, следовательно, вода является слаботоксичной.

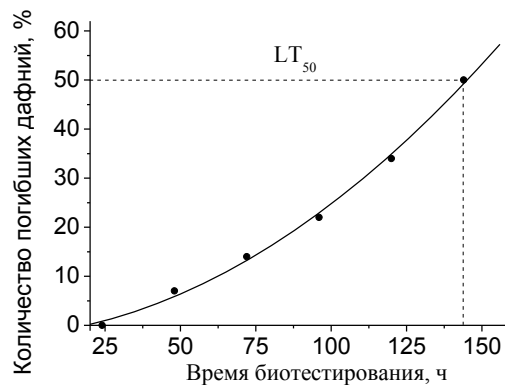
Кроме того, была проведена оценка острой токсичности воды реки Кинешемка с использованием тест-объекта *Daphnia magna* Straus в соответствии с методикой измерений [9]. Результаты эксперимента показывают гибель тест-объектов менее чем 50% в течение 48 ч экспозиции, что означает отсутствие острой токсичности.

Одновременно были проведены эксперименты по определению хронической токсичности [10] воды для рек Казоха, Кинешемка, Сунжа и Елнать. Результаты представлены на рис. 3.

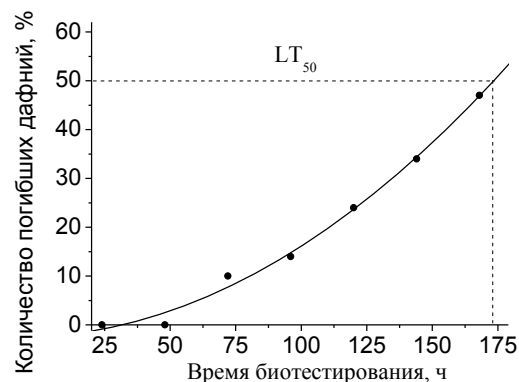
Результаты проведенных исследований показали, что пробы воды, отобранные в районах устьев рек, не обладают острой токсичностью, однако пробы воды из рек Сунжа, Казоха, Елнать и Кинешемка обладают хронической токсичностью и являются слаботоксичными (более 96 ч). Так при биотестировании природной воды р. Казоха значение  $LT_{50}$  составляет 105 ч, р. Кинешемка – 144 ч, р. Сунжа – 172 ч, р. Елнать – 130 ч.



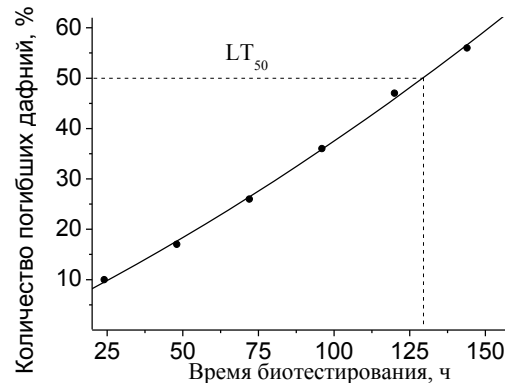
а



б



в



г

Рис. 3. Зависимость изменения количества дафний от времени: р. Казоха (а), р. Кинешемка (б), р. Сунжа (в) и р. Елнать (г)

Fig. 3. The dependence of the change in a *Daphnia* population on the time: Kazokha (а), Kineshemka (б), Sunzha (в) and Elnat (г)

Таблица 7

Оценка токсичности малых рек  
Table 7. Evaluation of the toxicity of small rivers

№ п/п	Исследуемая проба	% гибели тест-объектов за 96 ч (биотестирование)	Потенциальная токсичность (расчет)
1	Сунжа	14	19,5
2	Казоха	47	21,2
3	Кинешемка	17	18,8
4	Елнать	36	21

По результатам химического исследования была проведена оценка потенциальной токсичности (ПТ) природных вод расчетным методом (экспериментально определялись БПК, ХПК, нефтепродукты,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ , Cu, Mn и по их измеренным концентрациям рассчитывали величину  $\text{ПТ} = \sum(C_i/\text{ПДК}_i)$ , где  $C_i$ ,  $\text{ПДК}_i$  – концентрация  $i$ -го соединения в воде и его предельно-допустимая концентрация для рыбохозяйственных водоемов соответственно). Сравнение результатов расчета ПТ и биотестирования (табл. 7) показывает, что р. Казоха и р. Елнать имеют самый высокий

процент гибели тест-объектов в эксперименте биотестирования, что подтверждает данные расчета потенциальной токсичности.

Таким образом, метод биотестового анализа позволяет дать объективную характеристику качества воды в водотоках, поскольку позволяет определить интегральную токсичность, обусловленную совокупностью всех присутствующих в пробе опасных химических веществ и их метаболитов. Кроме того, биотестирование выполняет функцию тактического контроля происходящего загрязнения, нацеленного на получение быстрого сигнала о токсичности. Поэтому использование метода биотестирования необходимо на первом этапе мониторинга природных вод, так как если качество воды соответствует требованиям нормативной документации, то прибегать к химическим анализам нет необходимости. Напротив, если биотестирование не дало положительных результатов, тогда необходимы дополнительные исследования, которые покажут причину этого явления.

## ЛИТЕРАТУРА

## REFERENCES

1. Воронин А.В., Киселев С.П., Рыков С.В. // Вест. РУДН. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. 2007. № 3. С. 74-77.
2. Министерство природных ресурсов и экологии РФ. Электронный ресурс: <http://www.mnr.gov.ru/maps/?region=37#info>.
3. Справочник по гидрохимии / Под ред. А.М. Никанорова. Л. 1989. 391 с.
4. Мелехова О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. / Под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Егоровой. М.: Академия. 2007. 288 с.
5. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. 1986. М.: Изд-во стандартов. 2001. 9 с.
6. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. 2014. М.: Стандартинформ. 2013. 35 с.
7. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно-допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». М.: Фед. аген-во по рыболовству. 2010. 215 с.
8. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04 (Т 16.1:2:2.3:3.7-04). Токсикологические методы контроля. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления. М.: 2014. 36 с.
9. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12-06 (Т 16.1:2:2.3:3.9-06). Токсикологические методы контроля. Методика измерений количества *Daphnia magna* Straus для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления методом прямого счета. М.: 2014. 39 с.
10. ФР.1.39.2007.03222. Биологические методы контроля. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. М.: Акварос. 2007.
1. Voronin A.V., Kiselev S.P., Rykov S.V. // Vest. RUDN. Ser. Ecologia and bezopastnost zhiznedeyatelnosti. 2007. N 3. P. 74-77 (in Russian).
2. Ministry of natural resources and environment of the Russian Federation. Electronic resource: <http://www.mnr.gov.ru/maps/?region=37#info>.
3. Handbook on hydrochemistry / Ed.by A.M. Nikanorov. L. 1989. 391 p. (in Russian).
4. Melekhova O. P. Biological control of environment: bioindication and biotesting. / Ed. O. P. Melekhova, E. I. Egorova. M.: Academy. 2007. 288 p. (in Russian).
5. RF State Standard 17.1.5.05-85. The protection of nature. Hydrosphere. General requirements for sampling surface and sea waters, ice and atmospheric precipitation. 1986. M.: Publishing house of standards. 2001. 9 p. (in Russian).
6. RF State Standard 31861-2012. Water. General requirements for sampling. 2014. M.: STANDARTINFORM. 2013. 35 p. (in Russian).
7. The order of Federal Agency on fishery from January, 18th, 2010. N 20 "On approval of the water quality standards of water bodies of fishery significance, including maximum permissible concentrations of harmful substances in waters of water objects of fishery value". M.: Fed. Angora-fisheries. 2010. 215 p. (in Russian).
8. PND F T 14.1:2:3:4.10-04 (Т 16.1:2:2.3:3.7-04). Toxicological methods of control. Measurement technique the optical density of the culture of algae *Chlorella* (*Chlorella vulgaris* Beijer) to determine the toxicity of potable, fresh natural and waste water, water extracts from soils, soils, sewage sludge, wastes of production and consumption. M. 2014. 36 p. (in Russian).
9. PND F T 14.1:2:3:4.12-06 (Т 16.1:2:2.3:3.9-06). Toxicological methods of control. Measurement methods of the number of *Daphnia magna* Straus to determine the toxicity of potable, fresh natural and waste water, water extracts from soils, soils, sewage sludge, wastes of production and consumption by direct counting. M. 2014. 39 p. (in Russian).
10. FR.1.39.2007.03222. Biological control methods. Methods of determination of water toxicity and aqueous extracts from soils, sewage sludge, waste mortality and change in fertility of *Daphnia*. M.: Aquaros. 2007. 39 p. (in Russian).