

УДК 504.06+574+663.1

ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И БАКТЕРИАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЁМОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА САМАРА

© 2017 В.В. Заболотских, А.В. Васильев

Самарский научный центр РАН

Статья поступила в редакцию 02.12.2017

Статья посвящена проблеме и анализу существующих методов мониторинга водоемов на основе которых была разработана многокомпонентная тест-система биодиагностики природных водоемов и проведена оценка экологического состояния водоемов г.о. Самары.

Ключевые слова: загрязнение водоемов, мониторинг, биодиагностика, биотестирование.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ р_поволжье_а, проект № 15-48-02629

В условиях урбанизированных территорий водоемы подвергаются все возрастающей антропогенной нагрузке [1,2,10,12]. Эта проблема требует особого внимания в связи с тем, что водоемы являются важными средообразующим фактором, поддерживающим экологическое состояние городской среды, а также являются источником питьевого водоснабжения и местом рекреационного отдыха горожан [11,12].

Анализ проблемы показал, что в последние годы остро увеличилось бактериальное загрязнение поверхностных водоемов [1,4,7]. Основным источником бактериального загрязнения являются бытовые сточные воды, стоки больниц, бань, прачечных, некоторых видов предприятий пищевой промышленности. В сточных водах могут находиться бактерии, вирусы, бактериофаги, яйца гельминтов, дрожжи, плесневые грибы, микроскопические водоросли, простейшие. Причиной инфекционных заболеваний служит присутствие бактериальных загрязнений в бытовых сточных водах (холера, тиф, бактериальная дизентерия и др.) [1,4]. Резкое возрастание бактериального загрязнения водоемов в значительной степени связано с ежегодно увеличивающимся числом аварийных сбросов неочищенных сточных вод, крайне неудовлетворительным состоянием канализационных коллекторов и нарушением в большинстве случаев режима обеззараживания стоков, сбрасываемых предприятиями коммунального хозяйства.

О загрязнении воды патогенными микроорганизмами судят по присутствию в ней бактерий группы кишечной палочки, которая обитает

в кишечнике человека и животных. Эти бактерии безвредны для человека, но присутствие их в воде указывает на возможную опасность распространения через воду инфекционных заболеваний [4]. Очевидно, что при стремительно возрастающей урбанизации необходимо совершенствовать контроль качества воды и учитывать не только химические, но и биологические (бактериологические) факторы, влияющие на качество воды и экологическую безопасность водоемов. Методы микробиологического анализа качества воды позволяют выявить бактериальное загрязнение водоема и рекомендовать мероприятия по обеззараживанию воды, особенно, в местах купания [4,5,6].

В городах с повышенным значением ПДК по бактериологическим показателям наблюдается нестабильная динамика загрязнений. Поэтому важно совершенствовать методы экологического мониторинга и проводить комплексную оценку экологического состояния водоемов урбанизированных территорий с учётом их бактериального загрязнения [12,13].

Проведенный нами анализ существующих методов определения качества воды водоемов и их экологического состояния показал, что существующие методы имеют ряд недостатков и не всегда полно отражают реальную картину состояния водоемов в связи с отсутствием оборудования или невозможностью провести лабораторные исследования воды. Поэтому актуальность развития системы экспресс диагностики водоемов в условиях антропогенного воздействия с учётом стрессовых реакций биологических систем водоемов на это воздействие (методы биоиндикации) не вызывает сомнения [3,9].

Особого внимания в области комплексного экологического мониторинга водоемов требует анализ бактериального загрязнения. Ведь, как известно, бактериальное загрязнение – индикатор экологического состояния водоемов и

Заболотских Влада Валентиновна, кандидат биологических наук, доцент, научный сотрудник отдела инженерной экологии экологического мониторинга.

E-mail: Vlada310308@mail.ru

Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор, начальник отдела инженерной экологии и экологического мониторинга. E-mail: avassil62@mail.ru

важный фактор характеризующий безопасность водоемов [2].

Актуальным в микробиологическом анализе воды является поиск методов, отличающихся достаточной экспрессностью для своевременной индикации бактериального загрязнения воды. Количественный учёт микроорганизмов – индикаторов загрязнения позволяет дать более точную оценку степени бактериального загрязнения воды [4,5,6,7].

Актуальны комплексные и бактериологические исследования водоёмов и для крупного промышленного центра – города Самары, расположенного прямо на берегу реки Волги [1].

Целью данной работы является оценка экологического состояния водоёмов с определением бактериального загрязнения на примере р. Волга и малых водоемов г.о. Самары: пруд на ул. Ново-Садовая - ул.Аминева, озера «Воронежские».

Предметом исследования являются комплексное использование микробиологического анализа и методов биоиндикации для экспресс диагностики экологического состояния и бактериального загрязнения водоемов урбанизированных территорий на примере г.о. Самары.

В эпидемическом отношении безопасность питьевой воды обуславливает ее соответствие нормативам по бактериальным показателям, что объясняет ее пригодность к потреблению и качество [7,8] (таблица 1).

На основе многостороннего анализа существующих методов мониторинга водоемов, авторами была разработана многокомпонентная тест-система биодиагностики природных водоемов, включающая необходимые для оценки их экологического состояния методы: микробиологический анализ, анализ перифитона (обрастаний) и анализ бентоса (обитателей дна) водоема (рисунок 1). Информация, полученная на основе этих методов, оценивалась наиболее простым способом в результате расчета интегрированного показателя. Достоинством данной методики является простота, доступность, экспрессивность и объективность (достоверность) данных, которая связана с учетом реакции ни одного, а нескольких тест-объектов [2,4,6,7].

Санитарно-бактериологические исследования воды проводились согласно методическим указаниям методов контроля микробиологических и биологических факторов анализа питьевой воды [7, 8].

Таблица 1. Нормативы по бактериальным показателям

Показатель	Норматив
Общая микробная численность	Не более 50 КОЕ в 1 мл
Общие колиформные бактерии	Отсутствие в 100 мл
Термотолерантные колиформные бактерии	Отсутствие в 100 мл
Колифаги	Отсутствие в 100 мл
Споры сульфитредуцирующих бактерий	Отсутствие в 20 мл

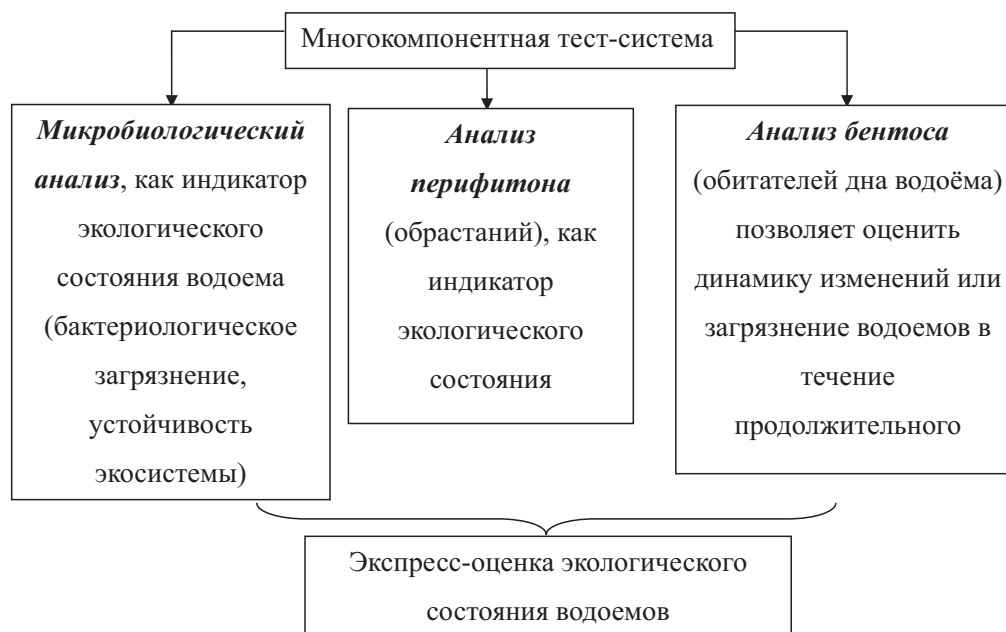


Рис. 1. Многокомпонентная тест-система

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. *Результаты оценки качества воды реки Волга, протекающей вдоль города Самара.* По результатам проведения санитарно-бактериологических исследований воды из реки Волга в летне-осенний период наблюдается сильное загрязнение прибрежной полосы сточными водами, а также река испытывает высокую рекреационную нагрузку и, как результат, отмечаются высокие показатели бактериального загрязнения воды в реке. При исследовании воды общее микробное число (ОМЧ) превышает норматив не только в летне-осенний период, но и зимой, что связано, вероятно, со сбросами сточных вод (рисунок 2).

По результатам исследований проведенных в период с 16.02.15 по 16.08.17 гг., можно сделать вывод, что качество воды в реке Волга по гидрохимическим и санитарно-бактериологическим показателям не всегда соответствовало предъявляемым нормам. Результаты санитарно-бак-

териологических исследований воды из реки Волга показали, что в летний период вода соответствовала третьей степени загрязнения вод (загрязненная). Интегрированный показатель загрязнения воды в реке Волга соответствовал второй и третьей степени загрязнения воды.

2) *Результаты оценки качества воды водоемов урбанизированных территорий на примере озер «Воронежские» и пруда на ул. Ново-Садовая – ул.Аминева.*

«Воронежские» озёра – территория со статусом парковой зоны в Промышленном районе Самары (рисунок 3).

Зеленая зона расположена на улице Стара-Загора. «Воронежские» озера являются уникальным природным комплексом из трех озер. В парке растут двухсотлетние дубы, признанные памятниками природы. Территория имеет статус парковой зоны. Летом собирается большое количество загорающих возле системы естественных водоемов.

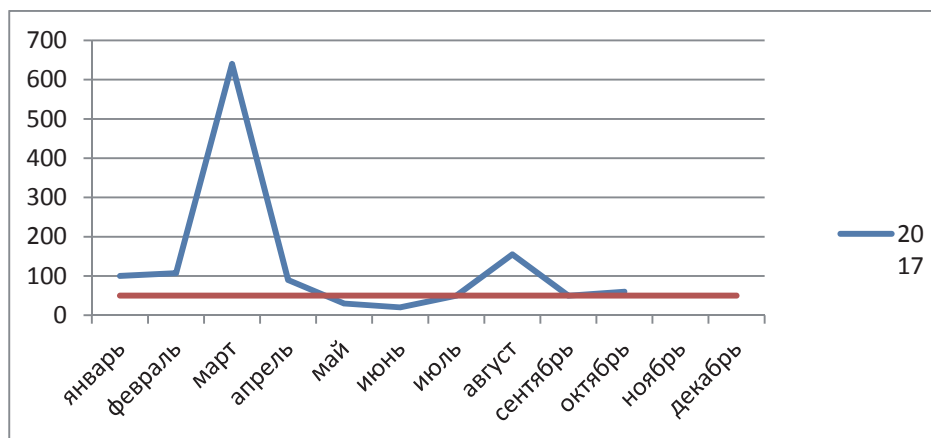


Рис. 2. Диаграмма значений ОМЧ за 2017 год превышающих ПДК



Рис. 3. «Воронежские» озера

Исследования качества воды в озёрах проводились с применением многокомпонентной тест-системы. Результаты бактериологических и гидрохимических исследований «Воронежских» озёр приведены в таблице 2.

По результатам исследования воды озера «Воронежские» выявили, что превышение предельно допустимых норм наблюдалось по мутности и всем бактериологическим показателям (ОМЧ, ОКБ, ТКБ, КФ и СРК) (рисунок 4).

Таблица 2. Результаты исследования качества воды в Воронежских озёрах

Дата	Бактериологический анализ					Химический анализ						
	ОМЧ, КОЕ /1мл	ОКБ, КОЕ /100мл	ТКБ, КОЕ / 100мл	Споры сульфитредуцирующих клубоцидий	Колифаги, БОЕ / 100мл	Цветность, градус	Мутность, мг/дм ³	Жесткость, град	Водородный показатель, рН	Щелочность, моль/дм ³	Алюминий, Al, мг/дм ³	Нитриты, NO ₂ , мг/л
						20	1,5	7	6-9	-	0,5	45
10.09.17	512	120,4	65,3	0	1	11,2	4,6	5,0	7,74	3,6	0,08	н/о
30.09.17	425	84,0	47,0	1	0	12,6	6,3	5,2	7,74	3,6	0,06	н/о
12.10.17	440	76,0	66,0	0	0	10,4	5,2	5,0	7,74	3,6	0,07	н/о

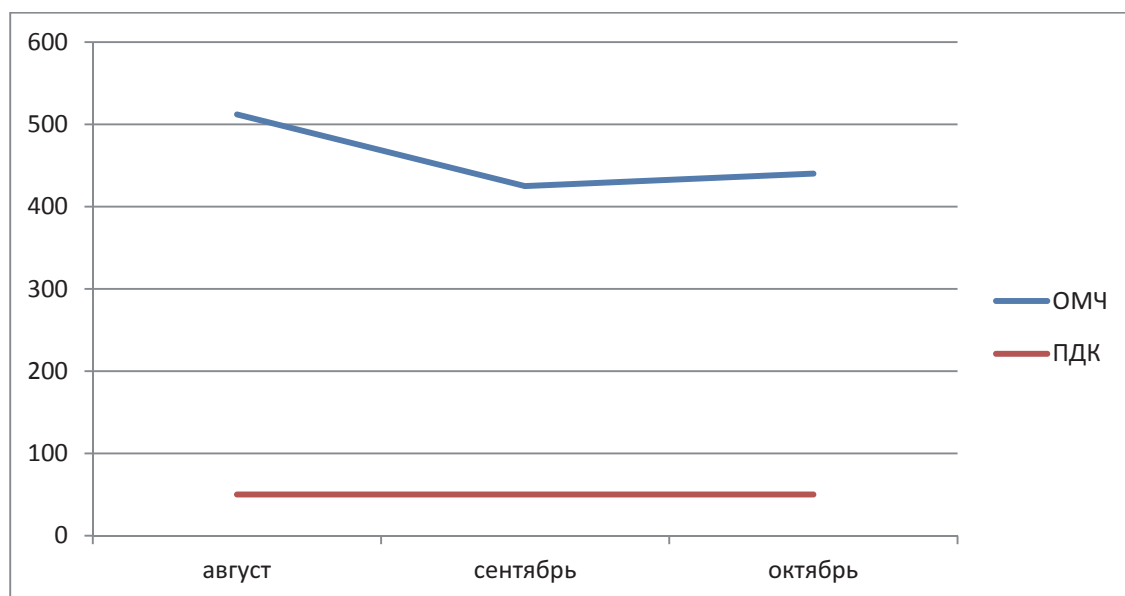


Рис. 4. Диаграмма значений ОМЧ в озере за 2017 год превышающих ПДК



Рис. 5. Пруд на ул. Ново-Садовая г. Самара

В воде из озер «Воронежские» наблюдалось превышение ПДК по общему микробному числу в 10,2 раза, что показывает на наличие проблемы бактериального загрязнения озёр в летний период.

Пруд на пересечении ул. Ново-Садовая - ул. Аминова. Территориально пруд находится по адресу ул. Ново-Садовая, 236. Координаты размещения пруда: 53.254862, 50.206700

В результате комплексной оценки полученных данных было определено, что р. Волга по шкале загрязнения водоемов по КОЕ и Индексу Майера относится к загрязненным водам в летне-осенний период и умеренно загрязненным в зимний, а озёра «Воронежские» и пруд около пересечения ул.Ново-Садовая-ул.Аминова – к загрязненным водам (таблица 3).

По результатам исследований проведенных в период с 30.06.17 по 02.08.17 гг. выявлено, что качество воды в пруду на ул. Ново-Садовой по гидрохимическим (мутность) и санитарно-бактериологическим показателям не соответство-

вало предъявляемым нормативам (рисунки 6,7).

Разработанная многокомпонентная тест-система биоиндикации загрязнения водоемов позволяет проводить объективную оценку экологического состояния водоемов и их бактериального загрязнения в условиях городской среды. На основе использования разработанной тест-системы проведена оценка экологического состояния различных водоемов г.о.Самара – реки Волга, озёра «Воронежские», пруд на пересечении ул. Ново-Садовой - ул. Аминова и р.Волга. Сравнительный анализ позволил выявить проблему – превышение в малых водоемах бактериальных показателей по ОМЧ, в реке Волга наблюдались сезонные превышения общего микробного числа.

По данным проводимых анализов получили, что в воде из реки Волга в весенне-летний период наблюдалось повышенное значение общего микробного числа ОМЧ по сравнению с ПДК в 12,8 раз, а в зимний период – в 2,8 раза; в озерах «Воронежские» наблюдалось превышение

Таблица 3. Результаты исследований качества воды пруда на ул. Ново-Садовой

Дата	Бактериологический анализ					Химический анализ													
	ОМЧ, КОЕ/1мл	ОКБ, КОЕ/100мл	ТКБ, КОЕ/100мл	Споры сульфитреду- цирующих клубридий КОЕ./20мл	Колифаги, БОЕ/100мл	Цветность, градус	Мутность, мг/дм ³	Жесткость, град	Воловодный показатель, рН	Щелочность, моль/дм ³	Алюминий, Al, мг/дм ³	Нитриты, NO ₂ , мг/л							
													ПДК						
													20	1,5	7	6-9	-	0,5	45
30.06.17	516	726,5	320,5	1	0	10,7	5,4	4,9	7,76	4,3	0,06	н/о							
21.07.17	265	715,5	48,0	0	0	13,4	4,3	4,9	7,76	4,3	0,05	н/о							
02.08.17	745	1133,3	616,7	0	2	16,4	4,3	4,9	7,76	4,3	0,06	н/о							

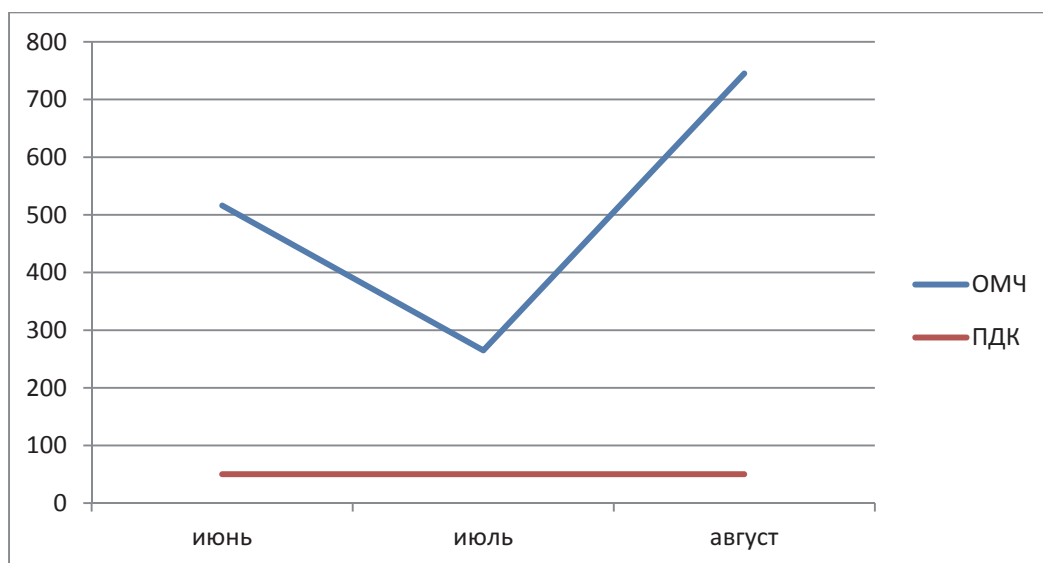


Рис. 6. Диаграмма значений ОМЧ пруда за 2017 год превышающих ПДК



А

Б

Рис. 7. А. Определение общего числа микроорганизмов пруда.
Б. Определение общих и термотолерантных колиформных бактерий пруда

ПДК по общему микробному числу в 10,2 раза, а в пруду около пересечения ул.Ново-Садовая-ул. Аминева превышение ПДК было в 14,9 раз. На основе полученных данных и высоких показателей бактериального загрязнения, которые являются индикаторами антропогенного загрязнения водоёмов, можно сделать вывод, что в условиях урбанизированной территории города Самара водные объекты подвергаются высокой антропогенной нагрузке.

Результаты показали, что комплексная тест-система может эффективно применяться для комплексной оценки загрязнений водоемов урбанизированных территорий. Благодаря проведённым исследованиям водоёмов г.о. Самары было выявлено, что водоёмы оценивались по качеству воды как *грязные* (пруд на ул.Ново-Садовая-ул. Аминева) и *средней загрязнённости* (озёра «Воронежские», река Волга), относились к *поли- и мезосапробным*, что характеризует ослабленную экосистему водоёмов. Кроме того, в условиях высокой антропогенной нагрузки оказалась актуальной проблема их бактериального загрязнения. Следовательно, возрастает значимость исследований направленных на поиск научно обоснованных мероприятий и разработку эффективных методов по снижению бактериального загрязнения и восстановлению водоёмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Самарской области в 2006 году. Экологическая безопасность и устойчивое развитие Самарской области. Вып. 17. Самара: Фонд Социально-экол. реабил. Самар. обл., 2007. 318 с.
2. *Заболотских В.В.* Биоиндикация и биотестирование: лабораторный практикум / В.В. Заболотских, Л.В. Нюхтина, О.В. Бынина. Тольятти: ТГУ, 2011. 135 с.
3. *Заболотских В.В., Васильев А.В.* Мониторинг токсического воздействия на окружающую среду с использованием методов биоиндикации и биотестирования: Монография. Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2012. 233 с.
4. *Иватин А.В.* Бактериопланктон и бактериобентос Куйбышевского водохранилища. Тольятти: ИЭВБ РАН; Кассандра, 2009. 172 с.
5. *Кичигин В.И.* Комплексная оценка качества природных вод / В.И. Кичигин, Е.Д. Палагин // ВСТ. – 2005. №7. С.11.
6. *Корш Л. Е.* Ускоренные методы санитарно-бактериологического исследования воды / Л. Е. Корш, Т. З. Артемов. М. : Медицина. 1978. 272 с.
7. *Куриленко В.В.* Экспресс-оценка токсичности вод на основе биотестирования на примере поверхностных водоемов Санкт-Петербурга / В.В. Куриленко, О.В. Зайцева // Водные ресурсы – 2005. Т.32. № 4. С. 425-434.
8. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы санитарно-микробиологический анализ питьевой воды от 9 февраля 2001 г. МУК 4.2.1018-01
9. *Перегудов Д.Н., Васильев А.В., Заболотских В.В.* Биологические исследования экологического состояния водоёмов г.о. Тольятти / Стратегическое планирование развития городов и регионов. Памяти первого ректора ТГУ С.Ф. Жилкина: IV Международная научно-практическая конференция (Тольятти, 30 июня 2014 года) сборник научных трудов: в 2 ч. /отв. ред. Ю.А.Анисимова. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2014. – Ч. 2. С. 376. (С. 365 – 370). ISBN 978-5-8259-0794-9

10. Региональный экологический мониторинг в целях управления биологическими ресурсами / Под ред. чл.-корр. РАН, профессора Г.С. Розенберга, доктора биологических наук С.В. Саксонова. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 200 с.
11. Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Оценка качества биоиндикаторов // Биоиндикация экологического состояния равнинных рек. - М.: Наука, 2007. - С. 370-380.
12. Селезнев В.А., Селезнева А.В., Рахуба А.В. От мониторинга к регулированию антропогенного воздействия на качество вод водохранилищ Волжско-Камского каскада // Институту экологии Волжского бассейна РАН 20 лет: основные итоги и перспективы научных исследований. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. С. 55-69.
13. Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга. Часть VI: Учебное пособие / Под редакцией проф. Д.Б. Гелашвили. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2006.

EXPRESS-EVALUATION OF ECOLOGICAL STATE AND BACTERIAL POLLUTION OF WATERS OF URBANIZED TERRITORIES ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF SAMARA

© 2017 V.V. Zabolotskikh, A.V. Vasilyev

Samara Scientific Center of Russian Academy of Science

The article is devoted to the problem and analysis of existing methods for monitoring reservoirs on the basis of which was developed a multicomponent test system and an assessment of the ecological status of the reservoirs of the city of Samara.

Keywords: pollution of water reservoirs, monitoring, biodiagnostics, biological testing

Vlada Zabolotskikh, Candidate of Biology, Associate Professor, Research Fellow at the Engineering Ecology and of Ecological Monitoring Department.

E-mail: Vlada310308@mail.ru

Andrey Vasilyev, Doctor of Technical Science, Professor, Head at the Engineering Ecology and of Ecological Monitoring Department. E-mail: avassil62@mail.ru