

УДК 57.011

Шахин Башар Сулейман*Московский государственный областной университет***СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ
СЕВЕРНЫЙ КЕБИР В РАЙОНЕ ЛАТАКИИ (СИРИЯ)¹**

Аннотация. Представлены результаты наблюдения (январь-май 2013 г.) за уровнем загрязнения реки Северный Кебир вблизи г. Латакия (Сирийская Арабская Республика) по физическим, химическим и бактериологическим характеристикам. Исследование отобранных проб проводилось газохроматографическим экспресс-методом (оценка общей загрязненности органическими соединениями), методом спектрофотометрии (химическая потребность в кислороде), рН-метрией, тест-методами, потенциометрией, кондуктометрией и тест-методами на отдельные загрязняющие вещества. Результаты определения общей суммарной величины органической загрязненности (~12-14 мг/дм³) и химического потребления кислорода (~40 мг/дм³) указывают на неблагоприятную ситуацию на всём протяжении реки от г. Латакия до устья. В тоже время по показателям рН, температуры и окислительно-восстановительного потенциала (Eh) – вода в реке находится в пределах нормы.

Ключевые слова: качество воды, загрязнители поверхностных вод, методы анализа загрязнения воды, Сирия, Северный Кебир (река).

B. Shaheen*Moscow State Regional University***CONTROL OF POLLUTION OF THE GREAT NORTHERN RIVER
NEAR THE CITY OF LATAKIA (SYRIA)**

Abstract. We report the results of observations (January – May 2013) of the pollution level of the Nahr-el-Kebir river near Latakia (Syrian Arab Republic) with allowance for physical, chemical, and bacteriological characteristics. The study of the samples was carried out by means of the rapid method of gas chromatography (evaluation of the overall contamination by organic compounds), spectrophotometric methods (chemical oxygen demand tests), potentiometric methods, pH meters, conductivity meters, and test methods for certain pollutants. The results of determining the overall total value of the organic pollution (~ 12 – 14 mg/dm³) and chemical oxygen demand (~ 40 mg/dm³) indicate an unfavorable situation along the entire length of the river from the city of Latakia to the mouth. At the same time, in terms of pH, temperature, and oxidation-reduction potential (Eh), the parameters of the river water are within the normal range.

Key words: water quality, surface water contaminants, methods of analysis of water pollution, Syria, Nahr-el-Kebir (river).

¹ Первая часть статьи.

© Шахин Башар Сулейман, 2015.

Пресную воду на Земле принято считать возобновляемым природным ресурсом, но эта характеристика становится всё более ограниченной и уязвимой. Как результат постоянно возрастающих потребностей народного хозяйства в водных ресурсах, в состоянии самих водных объектов развиваются масштабные необратимые изменения, что выражается в их загрязнении, истощении и деградации. Объект нашего исследования – река Северный Кебир является одной из важных водных артерий Сирии. Своё начало она берёт в горах Турции, протекает по территории Сирии на протяжении 65 км и вблизи г. Латакия впадает в Средиземное море. Северный Кебир относится к зоне организованного сброса сточных вод, в результате чего наблюдается устойчивая загрязненность воды: превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) может достигать от 10 до 100 раз по одному или нескольким показателям качества воды.

Наблюдения за уровнем загрязнения компонентов окружающей среды по физическим, химическим и бактериологическим характеристикам, выявление источников загрязнения, оценка эффективности мероприятий по защите от загрязнений имеют целью обеспечить заинтересованные организации результатами этих работ и прогнозами о возможных изменениях уровня загрязненности водного объекта. Качество поверхностных вод оценивалось нами в соответствии с российским стандартом¹ контроля над

качеством воды водоемов и водотоков, включая устьевые участки рек, по физическим, химическим и гидробиологическим показателям, с едиными требованиями к построению сети контроля, проведению наблюдения и обработке в рамках общегосударственной системы наблюдений и контроля. Вода из Северного Кебира используется как для приготовления пищи, так и для других хозяйственно-бытовых целей. В связи с этим необходимо было наряду с оценкой санитарно-гигиенических и экологических нормативов, регулирующих качество питьевой воды по отношению к здоровью человека и состоянию экосистем, выявить источники воздействия, выбрать методику определения содержания примесей и установить точность их определения.

Пункты наблюдения, где были собраны данные о качестве воды, включали шесть створов:

№ 1 – 2 км вверх по течению реки от источника загрязнения;

№ 2 – 1 км вверх по течению реки от источника загрязнения;

№ 3 – в зоне промышленного загрязнения;

№ 4 – на расстоянии 1 км от зоны последнего сброса сточных вод вниз по течению реки;

№ 5 – в устье реки;

№ 6 – у плотины им. 16 Октября.

Глубина реки местами достигает 6 м и в створе водного объекта в зависимости от ширины зоны загрязнения и условий перемешивания природных

СССР по стандартам от 19.03.1982 г. № 1115 и введен в действие с 01.01.1983 г.) Стандарт не распространяется на контроль качества вод водоемов и водотоков, используемых для конкретных целей водопользования, и на экспедиционные обследования.

¹ Межгосударственный стандарт [ГОСТ 17.1.3.07-82]: «Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков» (утв. Постановлением Госкомитета

и сточных вод может быть несколько вертикалей, поэтому было исследовано два горизонта – 0,3 м и 1,0 м от поверхности. Отбор проб проводился в соответствии с российскими стандартами¹ и делился на разовую (простую) и смешанную пробы [2]. Разовую получали однократным отбором требуемого количества воды в данный момент времени и в данном месте; смешанную пробу – смешиванием простых проб, взятых одновременно в различных местах (усреднение по объёму) или в одном месте через определенные промежутки времени (усреднение по времени). Сосуды и устройства для отбора проб должны отличаться химической устойчивостью к исследуемой воде – стеклянные, эмалированные, фарфоровые и пластмассовые с широким горлом и вместимостью, обеспечивающий забор требуемого для анализа количества воды.

Отбор проб из реки и их исследование проводились в период с 30 января по 30 мая 2013 г. Отбор проб проводился систематически по трем точкам для каждого из шести указанных створов. По аналогии [3] была принята классификация основных загрязнителей поверхностных вод (см. рис.). Присутствие в речной воде смеси различных групп вредных органических и неорганических веществ (нередко на уровне следовых количеств, до ~1 мкг/дм³) дополнительно осложняло использование методов аналитической химии. Задача определения загрязнений в водных экосистемах, когда в пробе нахо-

дится смесь различных органических и неорганических соединений, требует для своего решения значительных временных затрат даже при наличии хорошо оборудованных аналитических лабораторий с высококвалифицированным персоналом.

Контроль качества воды в реке Северный Кебир осуществлялся по показателям:

общего состояния водоема (температура, цветность, мутность, рН, окисляемость);

степени антропогенной нагрузки (хлориды, сульфаты, аммоний, нитраты, нитриты, фосфаты, железо, БПК – биохимический показатель кислорода);

эффективности системы очистки сточных вод (жёсткость, кальций и магний);

токсикологического контроля (показатель лимитирует токсическое действие загрязняющих веществ на биологические организмы) [1].

Исследуемым показателям соответствовали использованные методы анализа (см. табл. 1). В настоящее время наиболее широкое применение в процессе мониторинга при анализе микропримесей органических и неорганических соединений находят спектральные и хроматографические методы. Всё большее применение находят атомно-абсорбционная и эмиссионная (флуоресцентная) спектрометрия, позволяющие определять различные химические элементы в неорганических матрицах с пределами обнаружения при абсолютных содержаниях до 10⁻¹⁴ мг/л [4]. При этом газовая и жидкостная хроматография являются самыми распространёнными и высокоэффективными методами. Оперативность,

¹ Государственный стандарт РФ [ГОСТ Р 51592-2000]: «Вода. Общие требования к отбору проб» (принят Постановлением Госстандарта России от 21.04.2000 г. № 117-ст и введен в действие с 01.07.2001 г.)

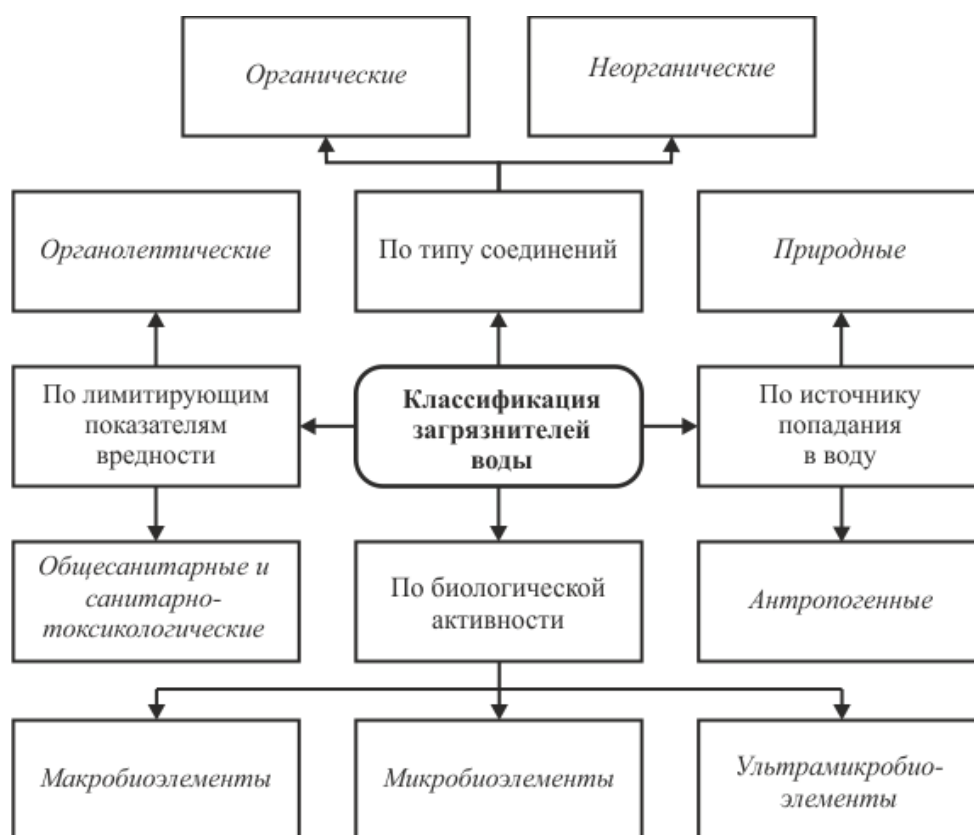


Рис. Классификация основных загрязнителей поверхностных вод

высокая чувствительность и возможность автоматизации являются отличительной чертой методов газовой хроматографии. Кроме того, газовая хроматография позволяет работать в интервале температур (от -180 до 800 °С) и широко используется при определении пестицидов, удобрений, лекарственных препаратов и др. Во многих странах газовая хроматография утверждена на федеральном уровне и предназначена для контроля качества воды [5-6]. Не уступает газовой хроматографии жидкостная хроматография (ЖХ), причём в плане автоматизации подготовки и забора проб она может оказаться даже более перспективной.

При оценке состояния водных экосистем широкое применение находят такие обобщённые показатели, как биохимическое (БПК) и химическое (ХПК) потребление кислорода. Однако большинство стандартных методик для проведения анализа требует больших временных затрат (от 2-х до 20-ти суток), дорогих реактивов, квалифицированного персонала и оборудованных лабораторий. Для повышения эффективности экспресс-мониторинга, оперативного выявления причины появления загрязнений, разработки рекомендаций по снижению уровня их воздействия на водный объект и

Таблица 1

Исследование показателей среды

№ пп	Исследуемые показатели	Методы исследования
1	Водородный показатель (рН); содержание катионов: кальций (Ca^{2+}), магний (Mg^{2+}), натрий (Na^+), калий (K^+), катионы аммония (NH_4^+), железо ($\text{Fe}_{\text{общ}}$), медь (Cu^{2+}), цинк (Zn^{2+}) и сумма тяжёлых металлов; содержание анионов: сульфатов (SO_4^{2-}), фосфатов (PO_4^{3-}), нитритов (NO_2^-), нитратов (NO_3^-); ХПК.	Спектрофотометрия, рН-метрия
2	Сумма органических соединений ($\text{C}_8 - \text{C}_{12}$)	Газохроматография
3	БПК ₅ , содержание: фосфатов (PO_4^{3-}), сульфатов (SO_4^{2-}), нитритов (NO_2^-), катионов аммония (NH_4^+), меди (Cu^{2+}), катионов железа (Fe^{3+}), цинка (Zn^{2+}) и суммы тяжелых металлов	Тест-методы
4	Окислительно-восстановительный потенциал, E_h	Потенциометрия
5	Удельная электропроводность	Кондуктометрия

ликвидации негативных последствий необходимо максимально сократить время получения данных мониторинговых исследований.

На территории г. Латакия располагается около шестисот предприятий, загрязняющих воду в реке Северный Кебир, прежде всего, нефтехимической, пищевой и легкой промышленности. Сбросы этих предприятий, загрязняя водные экосистемы, отрицательно сказываются как на здоровье населения, так и на экологическом состоянии окружающей природной среды. Анализ литературных данных по мониторингу на реке Северный Кебир в окрестностях города Латакия за 2011-2012 гг. показал существенное ухудшение качества воды в реке по ХПК, аммонийному азоту, тяжелым металлам, нефтепродуктам и другим показателям.

Формирование химического и бактериологического состояния водной экосистемы в значительной степени происходит под влиянием природ-

ных и антропогенных факторов. Существенное значение при этом имеет способность экосистем адаптироваться к определенным условиям. Но если природные воздействия можно каким-либо образом учесть, предусмотреть и принять необходимые меры к преодолению возникающих проблем, то в случае антропогенных загрязнений ситуация вполне может выйти из-под контроля и привести к необратимым изменениям. На первом этапе исследования были проведены физические, химические и бактериологические анализы воды (табл. 2).

В [1-3] было показано, что при загрязнении водных объектов органическими веществами наиболее информативной, с точки зрения газовой хроматографии, является полоса $\text{C}_8 - \text{C}_{12}$, которая позволяет судить не только о суммарной величине загрязнителей органического происхождения, но и с высокой степенью надежности выявляет каждую из примесей, которая требует немедленного лабораторного исследо-

Результаты физического, химического и бактериологического анализов воды р. Сев. Кебир

Таблица 2

Дата взятия пробы		№ створа	Температура пробы, °С	Реакция среды, рН	Жесткость, ммоль/л	Кальций (Ca ²⁺), мг/л	Магний (Mg ²⁺), мг/л	Натрий (Na ⁺), мг/л	Калий (K ⁺), мг/л	Хлориды (Cl ⁻), мг/л	Сульфаты (SO ₄ ²⁻), мг/л	Нитраты (NO ₃ ⁻), мг/л	Нитриты (NO ₂ ⁻), мг/л	Фосфаты (PO ₄ ³⁻), мг/л	Аммоний (NH ₄ ⁺), мг/л	Число кишечной палочки в 100 мл пробы
30.05.2013 г.	30.03.2013 г.															
		1	16,1	7,9	6,9	150	50	190	13	5,3	370	12,5	0,159	0,296	0,5	210
		2	15,7	8,0	6,6	130	65	180	10,7	7,8	428	11,4	0,203	0,346	0,41	195
		3	16	8,2	6,8	160	60	230	11,7	10	480	13,17	0,222	0,357	0,0	240
		4	16,3	7,7	5,6	75	57	175	9,3	40	395	7,35	0,324	0,351	0,104	214
		5	15,9	7,53	5,7	80	50	130	8,9	50,0	305,0	5,8	0,371	0,353	0,671	2400
		6	13,8	8,3	5,2	56	38	27	1,2	20	66	1,2	0,083	0,000	0,078	20
		1	15,3	8,1	6,7	140	83	170	7,9	130	289	1,9	0,287	0,183	0,273	170
		2	14,8	7,8	6,5	127	96	162	8,1	119	321	2,3	0,314	0,217	0,05	456
		3	15,1	7,7	6,6	136	74	160	9,8	125	335	2,5	0,392	0,267	0,372	2400
		4	16,2	7,9	8,2	294	743	579	38	113	178	9,8	0,149	0,673	0,278	40
		5	17	8,5	9,4	320	984	680	40	*	*	11,02	0,090	0,754	0,070	30
		6	12,9	8,42	5,5	40	48	28	1,3	15	96	3,718	0,059	0,000	0,031	12
		1	24,2	7,9	5,6	48	57	89	5,1	38	159	2,9	0,171	0,172	0,001	86
		2	21,9	7,5	5,8	57	46	76	4,9	51	148	3,0	0,073	0,169	0,018	68
		3	25,4	8,01	6,0	60	60	88	4,6	40	165	3,1	0,088	0,192	0,002	100
		4	25,1	8,2	6,1	63	56	92	5,1	48	178	2,9	0,207	0,298	0,169	70
		5	27,5	8,18	6,0	60	60	97	5,3	50	185	2,8	0,226	0,308	0,200	80
		6	26,5	8,59	5,2	56	38	32	1,5	30	76	0,126	0,000	0,000	0,000	20

вания образца. Газохроматографическим экспресс-методом [4] проведена оценка общей загрязненности реки Северный Кебир органическими соединениями. Преимуществом этой методики является то, что она позволяет провести анализ суммы органических соединений в течение десяти минут непосредственно на месте отбора пробы без предварительной пробоподготовки.

Определение химической потребности в кислороде (ХПК) выполнялось методом спектрофотометрии (спектрофотометр НАСНDR/2500) с термохимическим разложением пробы

(реактор DRB 200). Пробы были взяты в июне 2014 г. Как следует из результатов определения общей суммарной величины органической загрязненности ($\Sigma(C_8-C_{12})$) воды в реке Северный Кебир вблизи г. Латакия, она составляет приблизительно 12-14 мг/дм³, а химическое потребление кислорода (ХПК) ~40 мг/дм³. Такая неблагоприятная ситуация наблюдается на всём протяжении реки от г. Латакия вплоть до устья. В тоже время по показателям рН, температуры и окислительно-восстановительного потенциала (E_h) – вода в реке находится в пределах нормы (табл. 3).

Таблица 3

Результаты исследований по ХПК, E_h , рН и температуре воды р. Сев. Кебир

№ створа	Место отбора пробы	Исследуемые показатели			
		ХПК, мг/дм ³	E_h	T, °C	рН
1	Два километра вверх по течению от г. Латакия	$\frac{14;20;21}{18,3}$	$\frac{460;500;580}{480}$	$\frac{25,5;25,0;26}{25,5}$	$\frac{7,95;7,85;7,9}{7,9}$
2	Один километр вверх по течению от г. Латакия	$\frac{14;22;22}{19,3}$	$\frac{492;494;496}{496}$	$\frac{25,5;28;27}{26,8}$	$\frac{7,75;7,8;7,85}{7,8}$
3	Зона хозяйственно-бытового и промышленного загрязнения	$\frac{20;46;48}{38}$	$\frac{480;492;504}{492}$	$\frac{25;28,2;26}{26,4}$	$\frac{7,05;7,15;7,1}{7,1}$
4	Один километр от зоны последнего сброса сточных вод	$\frac{30;30;30}{30}$	$\frac{460;484;520}{488}$	$\frac{24;27;26,5}{25,8}$	$\frac{7,95;8,0;8,05}{8,0}$
5	Устье реки	$\frac{40;30;40}{36,7}$	$\frac{470;482;530}{494}$	$\frac{24;23;25}{24}$	$\frac{7,7;8;7,8}{7,8}$
6	У плотины им. 16 Октября	$\frac{20;30;34}{28}$	$\frac{480;488;526}{498}$	$\frac{28;26;27}{27}$	$\frac{8,15;8,2;8,25}{8,2}$

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ:

1. Другов Ю.С., Зенкевич И.Г., Родин А.А. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды, почвы и биосред: практич. рук. / 2-е изд., перераб. и доп. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 752 с.
2. Израэль Ю.А., Абакумов В.А. Об экологическом состоянии поверхностных вод СССР и критериях экологического нормирования // Экологические модификации и критерии экологического нормирования. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – С. 7-18.
3. Методические указания по принципам организации системы наблюдений и контроля за качеством воды водоемов и водотоков на сети Госкомгидромета в рамках ОГСНК. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 40 с.
4. Учеваткина Н.В. Разработка экспресс-метода оценки загрязненности водных объектов и его применение для целей экологического и технологического мониторинга: дисс. ... канд. хим. наук. – М., 2007. – 151 с.
5. Jirka A.M., Carter M.J. Micro Semi-Automated Analysis of Surface and Wastewaters for Chemical Oxygen Demand // Analytical Chemistry. – 1975. – Vol. 47 (№ 8). – P. 1397-1402.
6. Keith L.H. Compilation of EPA,s Samping and Analysis Methods / 2-nd. ed. – Boca Ration, FL: CRC Press, 1996. – 1728 p.