

УДК 502.5:556

ОЦЕНКА ОТДЕЛЬНЫХ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОД ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ РАЗДОЛЬНАЯ РАЙОНА ГОРОДА УССУРИЙСКА

Горбатенко Л.В.

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, e-mail: glv@tigdvo.ru

Рассматриваются отдельные факторы воздействия, влияющие на формирование качества воды в р. Раздольная: водопользование с забором воды и последующим отведением ее в водные объекты и трансграничный перенос загрязняющих веществ. Приводится комплексная характеристика современного состояния водопользования по данным за 2017 г., включающая оценку сбросов загрязняющих веществ как по абсолютным значениям, так и с использованием условной расчетной характеристики – индекса загрязнения вод. Выявлено, что наибольшее воздействие на воды реки на российской части бассейна имеет место на территории Уссурийского городского округа, в том числе предприятиями центральной части г. Уссурийска. Трансграничное воздействие на воды р. Раздольная значительно выше, чем формируемое на российской части бассейна. Но на участке от государственной границы до г. Уссурийска это загрязнение нейтрализуется за счет разбавляющей способности реки и, возможно, других механизмов. Анализ изменений воздействия во времени показывает, что нет единой динамики как объемов сброса загрязняющих веществ предприятиями российской части бассейна, так и объемов трансграничного их переноса с территории КНР. На этом фоне качество вод р. Раздольная ниже городских очистных сооружений, а также ее притоков, оцениваемое по комплексным показателям, в последние годы практически не улучшается. В реках Комаровка и Раковка вблизи их устьев оно остается стабильно низким, периодически достигая уровня «экстремально грязного». При этом здесь часто регистрируются высокие уровни загрязнения отдельными веществами: азотом нитритным, алюминием, железом, цинком.

Ключевые слова: трансграничный перенос, водопользование, очистные сооружения, качество вод, индексы загрязнения вод, загрязняющие вещества, водоохранные мероприятия

ASSESSMENT OF SOME WATER QUALITY FORMING FACTORS IN THE TRANSBOUNDARY RAZDOLNAYA RIVER

Gorbatenko L.V.

Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, e-mail: glv@tigdvo.ru

Some factors influencing the formation of the water quality in the Razdolnaya River are considered: water use with water intake and its subsequent diversion to water bodies and transboundary transfer of pollutants. The complex assessment of the current state of water use is given based on the data of 2017, which includes an evaluation of pollutant discharges both in absolute values and using the calculated characteristic – the water pollution index. It is revealed that the greatest impact on river waters in the Russian part of the basin takes place in the territory of the Ussuriysky urban district, including by the enterprises of the central part of the city of Ussuriysk. A transboundary impact on the Razdolnaya River is significantly higher than that one formed in the Russian part of the basin. But on the part of the river from the state border to the city of Ussuriysk this pollution is neutralized by the diluting capacity of the river and, possibly, other mechanisms. The analysis of impact changes over time shows that there is no similar dynamics in both the volumes of pollutant discharge by enterprises in the Russian part of the basin and the volumes of their transboundary transfer from the territory of the PRC. Against this background the quality of the waters of the Razdolnaya River is below wastewater treatment plants of the city of Ussuriysk, as well as that of its tributaries assessed by complex indicators, was not improved for the recent years. In the Komarovka and Rakovka Rivers near their mouths the water quality remains consistently low, periodically reaching the «extremely dirty» level. At the same time, the high levels of contamination of some substances such as nitrite, aluminum, iron, and zinc are often registered there.

Keywords: transboundary transfer, water use, water treatment plants, water quality, water pollution index, water protection measures

Особенность геоэкологических исследований, отражающих процессы взаимодействия человека и природной среды, заключается в необходимости постоянного отслеживания различных параметров и характеристик этого взаимодействия. Это обусловлено изменяющимися интенсивностью и структурой влияния хозяйственной деятельности на различные компоненты среды. В частности, подобные оценки не-

обходимы для трансграничных бассейнов, к которым относится река Раздольная, образующаяся на территории КНР слиянием двух рек Сяосуйфэньхэ и Дасуйфэньхэ. Общая площадь водосбора реки составляет 16 830 км², из которых около 6820 км² является территорией РФ. Российская часть бассейна расположена на территории Уссурийского городского округа (ГО) и трех муниципальных районов (МР) – Ок-

тябрьского, Надеждинского и Михайловского, причем лишь незначительная часть последнего входит в бассейн и поэтому при оценке показателей не рассматривается. Данное исследование проведено в развитие экологического диагностического анализа, выполненного ранее для трансграничного бассейна р. Раздольной [1], по данным которого к концу 1990-х гг. экологическое состояние реки Раздольная и ее притоков Комаровка и Раковка в районе г. Уссурийска оценивалось как очень загрязненное.

Цель исследования: оценка качества вод р. Раздольная и отдельных факторов, влияющих на его динамику.

Материалы и методы исследования

В данной статье рассматриваются следующие факторы, оказывающие влияние на формирование качества речных вод: трансграничный перенос и точечные источники сброса загрязняющих веществ предприятиями-водопользователями. Приводится комплексная оценка водопользования, загрязняющее воздействие которого проявляется при сбросе загрязненных сточных вод в природные водотоки. Сбросы загрязняющих веществ оцениваются как по абсолютным значениям, так и с использованием условной расчетной характеристики – индекса загрязнения вод. Исследование проведено на основе данных автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов Федерального агентства водных ресурсов, а также данных Росгидромета о загрязнении поверхностных водных объектов в результате трансграничного переноса химических веществ, Приморского управления по гидро-

метеорологии и мониторингу окружающей среды о высоких уровнях загрязнения водных объектов.

Результаты исследования и их обсуждение

Водопользование. В 2017 г. всего из водных объектов на различные нужды водопользователями российской части бассейна было забрано 19,7 млн м³ воды, основная доля – из Раковского водохранилища многолетнего регулирования с полезной емкостью 41,8 млн м³. Более 90% этого объема используется на территории Уссурийского ГО, так как там расположена большая часть производственных предприятий бассейна и основное население. Потери воды при транспортировке незначительны, менее 10%; объемы оборотного водоснабжения составили 13,6 млн м³ (табл. 1).

Основные мощности очистных сооружений расположены в Уссурийском ГО, в 2017 г. они насчитывали 30,9 млн м³, что значительно превышает объемы сточных вод, требующих очистки, при этом нормативно очищенными было сброшено 91% обработанных сточных вод – 10,3 из 11,2 млн м³. В Надеждинском районе объемы сточных вод, требующих очистки, в 2 раза превышали мощность очистных сооружений, а эффективность самой очистки была низкой, вследствие чего без очистки и недостаточно очищенными сброшено 0,55 млн м³ сточных вод. В Октябрьском районе мощность очистных сооружений также в 2 раза ниже объема загрязненных сточных вод, образующихся в результате деятельности водопользователей, и загрязненными сброшено 0,48 млн м³ сточных вод.

Таблица 1

Показатели водопользования за 2017 г., млн м³

Территория	Использовано свежей воды			Потери при транспортировке	Оборотное водоснабжение	Сброс сточных вод всего	Объем сточных вод, требующих очистки	Мощность очистных сооружений
	Всего	в том числе на нужды						
		питьевые и хозяйственно-бытовые	производственные					
Уссурийский	16,9	14,1	2,71	0,77	13,6	11,5	11,3	30,9
Надеждинский	0,92	0,08	0,23	0,18	0,20	0,71	0,55	0,26
Октябрьский	1,12	1,06	0,06	0,08	0	1,35	0,51	0,22
всего	18,9	15,3	3	1,03	13,8	13,6	12,3	31,4

Таблица 2

Сброс загрязняющих веществ в составе сточных вод

Территория	БПК _п , т	Нефть и нефтепродукты, т	СПАВ, кг	Жиры/масла, кг	Фенолы, кг	Al ³⁺ , кг	Fe, кг	Cu, кг	Zn, кг
2017 г.									
Октябрьский	35,6	0,19	1473	–	33,2	–	92,5	38	0,22
г. Уссурийск	345	0,56	984	265	9,62	22,2	1071	1,85	87,1
Надеждинский	68,9	0,19	225	–	1,2	–	220	0,37	0,08
Всего	450	0,94	2683	265	44,1	22,2	1383	40,2	87,4
2010 г.									
Всего	223	2,03	2476	1091	38,7	378	3953	35,3	360

Примечание: «–» – отсутствие.

Несмотря на то, что на российской части территории бассейна общая мощность очистных сооружений значительно превышает потребности в очистке загрязненных сточных вод, в водотоки сбрасывается большое количество загрязняющих веществ (ЗВ) (табл. 2). Большинство из них относятся к 3 и 4 классу опасности веществ (умеренно и малоопасные для человека согласно [2]). Сброс некоторых ЗВ, в частности нефтепродуктов, жиров, алюминия, железа и цинка, значительно снизился за период 2010–2017 гг. из-за сокращения производства или полного закрытия отдельных предприятий. Однако объемы сброса органических веществ, СПАВ, фенолов и меди увеличились, что может быть обусловлено ухудшением работы очистных сооружений из-за их возрастающего износа. Кроме указанных, в р. Раздольная сбрасываются также бор, марганец, нитраты, нитриты, азот аммонийный, сульфаты, хлориды.

Для отражения общей антропогенной нагрузки в результате сброса всего комплекса загрязняющих веществ использован условный расчетный показатель – индекс загрязнения стоков (ИЗС). Он представляет собой объем воды, требуемый для разбавления концентраций ЗВ в сточных водах до уровня нормативных значений (в данном случае использованы ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения). Величины ИЗС для Надеждинского, Октябрьского районов и Уссурийского ГО составляют 369, 503 и 2003 млн м³ по данным за 2017 г. Самыми крупными загрязнителями бассейна являются предприятия г. Уссурийска – ЗАО УМЖК «Приморская соя» и ООО «Приморский сахар», имеющие собственные очистные сооружения, а также МУП Уссурийск-Водоканал. Весь объем сбрасываемых жиров связан с объ-

емами производства продукции и работой очистных сооружений предприятия «Приморская соя».

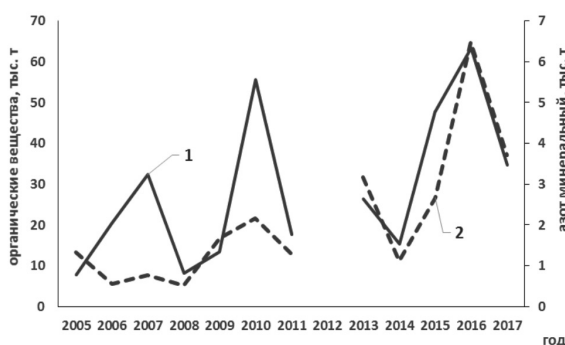
Трансграничный перенос. Значительная доля ЗВ привносится на территорию бассейна Раздольной с территории КНР. До 2009 г. в воде Раздольной в пункте мониторинга на границе РФ – КНР определялись дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ), один из самых опасных инсектицидов, и хлорорганический пестицид гексахлорциклогексан (ГХЦГ). Первый согласно требованиям к воде питьевого назначения [3] относится к веществам 2-го класса опасности, один из изомеров второго, гамма-ГХЦГ, – 1-го класса. Объемы привноса каждого из этих веществ в 2005–2011 гг. составляли 1–5 кг/год. Также со стоком Раздольной на территорию РФ поступают органические вещества, кремний, медь, железо, цинк, никель, хром, нефтепродукты, фенолы и др. [4]. Например, за период с 2005 по 2017 г. привнос цинка составлял от 13 до 121 т, нефтепродуктов – от 10 до 48 т в год (рис. 1), что превышает объемы этих ЗВ, сбрасываемые всеми зарегистрированными водопользователями Приморского края и тем более российской части бассейна (табл. 3).

Однозначной динамики привноса ЗВ со стоком с территории КНР нет: за период 2005–2017 гг. снизился объем нефтепродуктов – с 270 до 29 т, увеличились объемы органических веществ, азота и меди, все это происходило в период повышения стока реки (рис. 1).

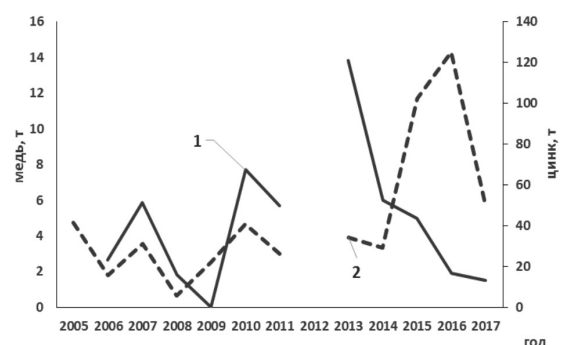
На фоне вышеописанной динамики сброса загрязняющих веществ российскими предприятиями и трансграничного их переноса качество вод р. Раздольная и ее притоков в местах контроля государственной наблюдательной сети Росгидромета, оцениваемое по комплексному показате-

лю – удельному комбинаторному индексу загрязнения вод (УКИЗВ), практически не улучшается. Одна из причин заключается в особенностях расчета этого индекса, учитывающего не только превышения фактических концентраций веществ в речной воде над нормативными их значениями, но и повторяемость этих превышений. Также имеет значение диффузное загрязнение с водосборной поверхности, которое не поддается контролю.

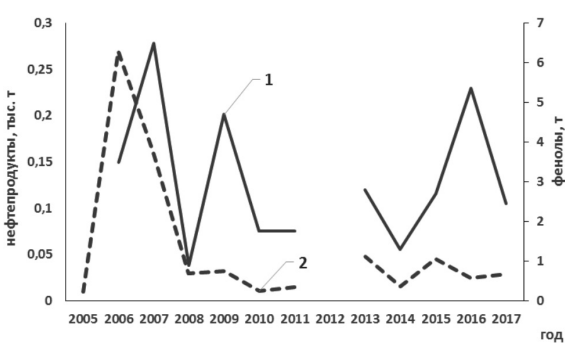
В конце 1980-х гг. качество воды в створах у с. Новогеоргиевка и в 2 км выше г. Уссурийска характеризовались согласно [5] классом качества 2 «слабо загрязненные», а в 0,5 км ниже города – классом 3 «загрязненные». В последние же более чем 10 лет качество воды здесь ухудшилось, а в реках Комаровка и Раковка вблизи устья оно остается стабильно низким, периодически достигая уровня «экстремально грязного» (табл. 4, рис. 2).



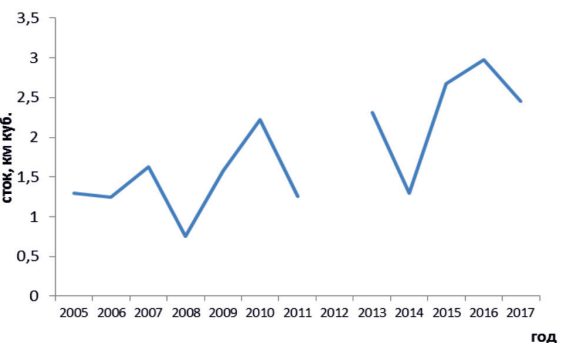
а) органические вещества (1) и минеральный азот (2), тыс. т



б) цинк (1) и медь (2), т



в) фенолы (1) и нефтепродукты (2), т



г) сток реки, км³

Рис. 1. Трансграничный перенос загрязняющих веществ на территорию Приморского края со стоком р. Раздольная (Составлено по: [4])

Таблица 3

Сброс загрязняющих веществ

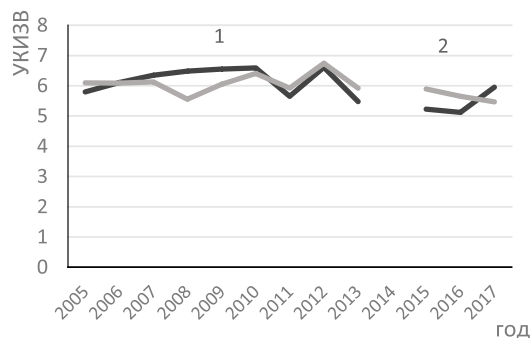
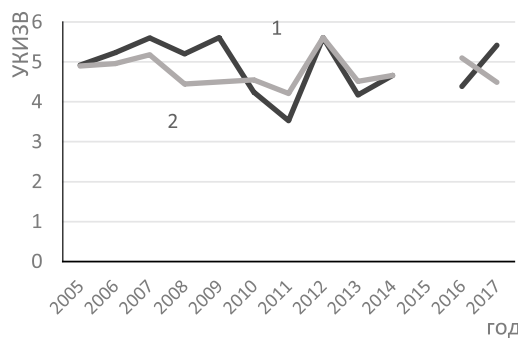
Вещества	С территории КНР	Уссурийский ГО	Приморский край
Органическое вещество по БПК _{полн} , тыс. т	34,8	0,34	4,4
Нефтепродукты, т	29	0,56	49,4
Фенолы, т	2,45	0,01	0,78
Медь, т	5,64	1,85	0,47
Железо, т	769	1,07	35,5
Цинк, т	13,4	0,087	2,27

Таблица 4

Разряды качества вод р. Раздольная

Река – створ/ гт.	1986–96	2006	2007	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
р. Раздольная – с. Новогеоргиевка	2–4	4б	3б	4а	4а	4а	4б	4б	4а	4б	4а
р. Раздольная – г. Уссурийск (выше 2 км)	2–4	4а	4а	4а	4а	4а	3б	4б	4б	4а	4а
р. Раздольная – г. Уссурийск (ниже 0,5 км)	3–4	4б	5	4г	4а	5	4а	4б	4б	4а	4б
р. Раздольная – с. Тереховка	3–4	4б	4в	4б	4а	4в	4а	4б	4б	4б	4а
р. Раковка – 0,05 км выше устья	3–5	5	5	4г	4в	5	4а	5	5	4	4
р. Комаровка – 0,5 км выше устья	4–5	5	4г	5	4в	5	4б	5	4б	4б	4в

Примечание. Источник: составлено по [1, 6].



а) р. Раздольная – г. Уссурийск 0,5 км ниже сброса ГОС (1); р. Раздольная – г. Уссурийск 20 км ниже города в черте Тереховка (2)

б) р. Комаровка – г. Уссурийск 0,5 км выше устья (1); р. Раковка – г. Уссурийск 0,05 км выше устья (2)

Рис. 2. Качество вод в бассейне р. Раздольная по УКИЗВ

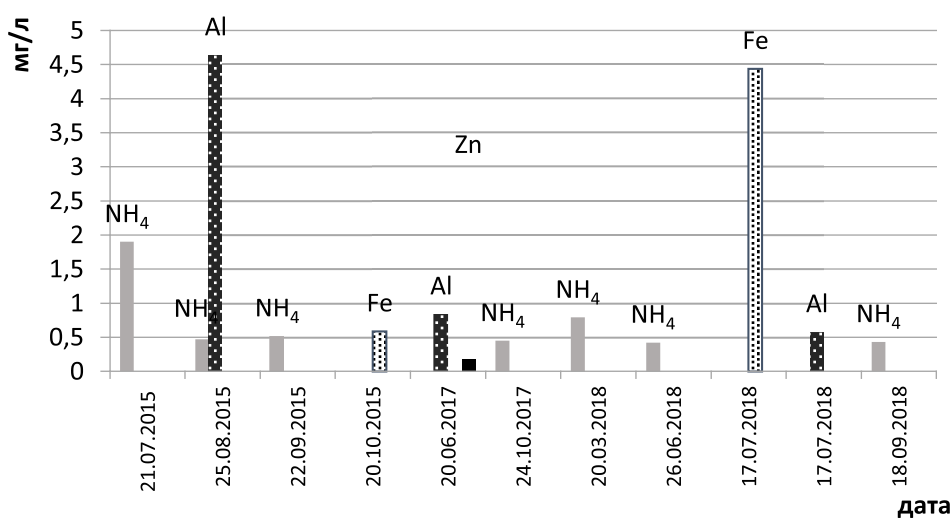


Рис. 3. Уровни высокого загрязнения в р. Раздольная – г. Уссурийск, 500 м ниже сброса канализационных очистных сооружений (КОС)

Каждый год в указанных створах наблюдается высокий уровень загрязнения отдельными веществами, в частности в створе р. Раздольная – г. Уссурийск ниже выпуска сточных вод городских канализационных очистных сооружений (КОС) регистрируются загрязнения азотом нитритным на уровне 21–95 ПДК, алюминием – 14–116 ПДК, железом – 6–44 ПДК и цинком 18 ПДК (рис. 3).

На протяжении многих лет реки Раздольная и ее притоки Комаровка и Раковка входят в краевой перечень водных объектов, требующих первоочередного осуществления водоохраных мероприятий [6].

Выводы

Объемы трансграничного переноса ЗВ с территории КНР со стоком р. Раздольная по большинству веществ выше, чем объем загрязняющих веществ, сбрасываемых водопользователями всего Приморского края и тем более предприятиями на российской части бассейна реки, кроме того, по отдельным веществам за период с 2005 г. эти объемы растут. Однако в створах выше г. Уссурийска и у Новогеоргиевки на границе РФ – КНР такого загрязнения как ниже сброса КОС Уссурийска, а также в р. Комаровка и Раковка не наблюдается, так как самоочищающая способность реки на участке от границы РФ – КНР до г. Уссурийска позволяет нейтрализовать загрязнение. На российской части бассейна в 2017 г. в сравнении с 2010 г. наблюдается рост точечных сбросов легкоокисляемых органических веществ, СПАВ, фенолов и меди. На этом фоне качество вод р. Раздольная в створах 0,5 км ниже г. Уссурийска, у с. Тереховка,

а также притоков Комаровка и Раковка за последние более чем 10 лет не улучшилось.

Список литературы / References

1. Тарасов В.И., Качур А.Н., Сидоренко А.В. Комплексная экодиагностика трансграничной территории (на примере бассейна реки Раздольной). Владивосток: Дальнаука, 2008. 210 с.

Tarasov V.I., Kachur A.N., Sidorenko A.V. Integrated environmental diagnostics of a transboundary territory (using the Razdolnaya River Basin as an example). Vladivostok: Dalnauka, 2008. 210 p. (in Russian).

2. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. ГН 2.1.5.1315-03. М.: Минздрав РФ. 2003. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901862249> (дата обращения: 23.04.2019).

3. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.1074-01. М.: Минздрав России. 2002. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901798042> (дата обращения: 04.03.2019).

4. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2007–2017 годы. М.: Росгидромет, 2018. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.meteorf.ru/product/infomaterials/90> (дата обращения: 15.01.2019).

Overview of the current state and pollution of environment in the Russian Federation for 2005–2017. М.: Roshydromet, 2018. [Electronic resource]. URL: <http://www.meteorf.ru/product/infomaterials/90> (дата обращения: 15.01.2019). (in Russian).

5. РД 52.24.643-2002. Руководящий документ. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293831/4293831806.pdf> (дата обращения: 15.01.2019).

6. Доклад об экологической ситуации в Приморском крае в 2009–2017 гг. Владивосток. [Электронный ресурс]. URL: <https://primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/environment/report-on-the-environmental-situation-1.php> (дата обращения: 11.02.2019).

Report on the environmental situation in Primorsky Krai in 2009 – 2017. Vladivostok. [Electronic resource]. URL: <https://primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/environment/report-on-the-environmental-situation-1.php>. (date of access: 11.02.2019) (in Russian).