

УДК 556.53: 005.336.2: 574.522: 519.876

СПОСОБ ОТБОРА ПРОБ ВОДЫ С ПРИБРЕЖНОГО ВОДОТОКА КРУПНОЙ РЕКИ

Мазуркин П.М., Гусарева Л.Г.

*Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола,
e-mail: kaf_po@mail.ru*

Изобретение по патенту 2405143 относится к инженерной экологии и может быть использовано при гидрохимических и эпидемиологических исследованиях речной воды на прибрежной территории города или другого населенного пункта, а также при обосновании мероприятий природоохранного обустройства прибрежных территорий крупных рек в черте городов.

Ключевые слова: крупная река, прибрежный водоток, загрязнение, пробы воды

WAY OF SAMPLING OF WATER FROM THE COASTAL WATERWAY OF THE LARGE RIVER

Mazurkin P. M., Gusareva L.G.

Volga State Technological University, Yoshkar-Ola, e-mail: kaf_po@mail.ru

The invention according to the patent 2405143 belongs to engineering ecology and can be used at hydrochemical and epidemiological researches of river water in the coastal territory of the city or other settlement, and also at justification of actions of nature protection arrangement of coastal territories of the large rivers within the cities.

Keywords: large river, coastal waterway, pollution, water tests

Известен способ измерения загрязнения реки отбором проб воды [1], включающий измерение концентрации загрязняющих веществ в различных створах реки и составление таблицы данных замеров. Качество речной воды оценивается по отношению к предельной допустимой концентрации загрязняющего (ПДК) вещества. Недостатком этого способа является то, что результаты измерений загрязнения реки не сопоставляются с самой рекой, то есть с расположением населенных пунктов и других источников загрязнения, находящихся на реке.

Известен также способ измерения загрязнения реки сточными водами отбором проб воды по патенту № 2269775, при котором выбирают на реке створы наблюдений, осуществляют отбор проб воды, их консервацию и подготовку для анализа, затем выполняют анализ и оценку результатов измерений, при этом створы наблюдений принимают поперек реки до одного или группы источников сточной воды, посередине каждого источника и после одного или группы источников сточной воды, причем все три створа располагают в черте города или другого населенного пункта. Недостатком является то, что результаты измерений не соответствуют естественному течению водотока и тем самым каждый водоток реки не получает достоверного картины загрязнения в черте крупного города. При этом не учитываются расстояния между отдель-

ными створами наблюдения и взятия проб воды, что не позволяет изучать динамику загрязнения речной воды вдоль реки.

Технический результат – расширение функциональных возможностей измерений загрязнения крупной реки сточными водами и повышение точности привязки результатов этих измерений к прибрежной территории.

Этот технический результат достигается тем [2], что способ отбора проб воды с прибрежного водотока крупной реки, включающий выбор на реке створов наблюдений, отбор проб воды, их консервацию и подготовку для анализа, затем анализ и оценка результатов измерений, при этом створы наблюдений принимают поперек реки до одного или группы источников сточной воды, посередине каждого источника и после одного или группы источников сточной воды, причем все три створа располагают в черте города или другого населенного пункта, **отличающийся тем**, что на берегу крупной реки выбирают множество крупных источников загрязнения речной воды в черте города или другого населенного пункта, относительно каждого из них намечают створы наблюдений до, в середине и после источника загрязнения, при этом первый створ наблюдений устанавливают до черты города или другого населенного пункта, а последний створ наблюдений определяют за чертой этого же города или другого на-

селенного пункта, затем от первого створа наблюдений измеряют наращивающееся расстояние до последующих вдоль прибрежного водотока крупной реки створов наблюдений, расположенных в черте по крупным источникам загрязнения, а также до и после города или другого населенного пункта, а после проведения анализа проб речной воды на концентрации загрязняющих веществ и оценки соответствия результатов измерений предельно допустимым концентрациям, оценивают результаты измерений в динамике вдоль прибрежного водотока крупной реки в зависимости от наращивающегося расстояния от первого створа до последующих створов наблюдений и взятия проб речной воды.

На крупномасштабной карте отмечают первый и последний створы наблюдений, а затем на местах расположения крупных источников загрязнения в виде городских объектов выбирают другие створы наблюдений, после этого проводят рекогносцировку прибрежной территории реки и обходят водоохранную зону вдоль реки и отмечают на местности перпендикуляры относительно всех створов наблюдения, причем взятие проб речной воды выполняют на местах пересечения этих перпендикуляров с динамической осью прибрежного водотока крупной реки. Для повышения точности изучения динамики загрязнения крупной реки между створами закладывают постоянные створы наблюдения и взятия проб речной воды с закреплением на местности прибрежной территории города или другого населенного пункта геодезических меток и реперов. Количество створов наблюдений между первым и последним створами наблюдения и взятия проб речной воды крупной реки меняют в зависимости от потребности в учете динамики появления новых потребителей речной воды и новых источников сброса в реку сточной воды и других загрязнений от постоянных или временных антропогенных объектов. Для повышения точности оценки экологического состояния прибрежного водотока крупной реки между городами или другими населенными пунктами к последнему створу за чертой изучаемого участка реки дополняют по крайней мере еще один створ наблюдений и взятия проб речной воды перед последующим городом или населенным пунктом.

Для повышения точности оценки динамики загрязнения реки сточными водами измерения на всех створах наблюдений

проводят одновременно. В зависимости от режима функционирования источников загрязнения и сезона года пробы речной воды берут со всех или же только от части множества учтенных створов наблюдений.

Сущность технического решения заключается в том, что створы наблюдений совмещаются с динамической осью прибрежного водотока и пробы речной воды берут на местах пересечения этих линий. Сущность технического решения заключается также в том, что по три створа наблюдений устанавливают относительно каждого крупного источника загрязнения в городе, раскинутого на большую протяженность вдоль крупной реки (до 100 км и более), дополнительно устанавливают до и после городской черты по крайней мере по одному створу наблюдения и взятия проб речной воды. Сущность технического решения заключается также и в том, что при расположении рядом и ниже по течению другого города дополнительно к последнему за городской чертой створу наблюдения выбирают по крайней мере один створ наблюдения перед чертой следующего города или другого населенного пункта.

Положительный эффект достигается тем, что сложная извилистая линия прибрежного водотока совмещается с перпендикулярными к некоторой условно выпрямленной линией этого же водотока линиями створов наблюдения и взятия проб речной воды. Этот эффект многократно увеличится с установкой постоянных створов с помощью геодезических меток и реперов. динамика загрязнения и вклад каждого из крупных источников загрязнения в крупном городе будет понятна и ясна при одновременном взятии проб воды и измерении концентрации загрязняющих веществ по учтенным в момент времени взятия проб речной воды створам.

Новизна технического решения заключается в том, что динамика течения речной воды на прибрежном водотоке крупной реки сопоставляется с динамикой взятия проб речной воды в зависимости от нарастающего расстояния от первого створа до последнего, а также с годичной динамикой динамикой поведения источников загрязнения и самого прибрежного водотока.

Пример. За объект исследования был выбран участок р. Волги на территории Республики Марий Эл от г. Волжск до г. Зеленодольск, который включает в себя ряд крупных предприятий, сбрасывающих в р. Волгу сточные воды (рисунок).

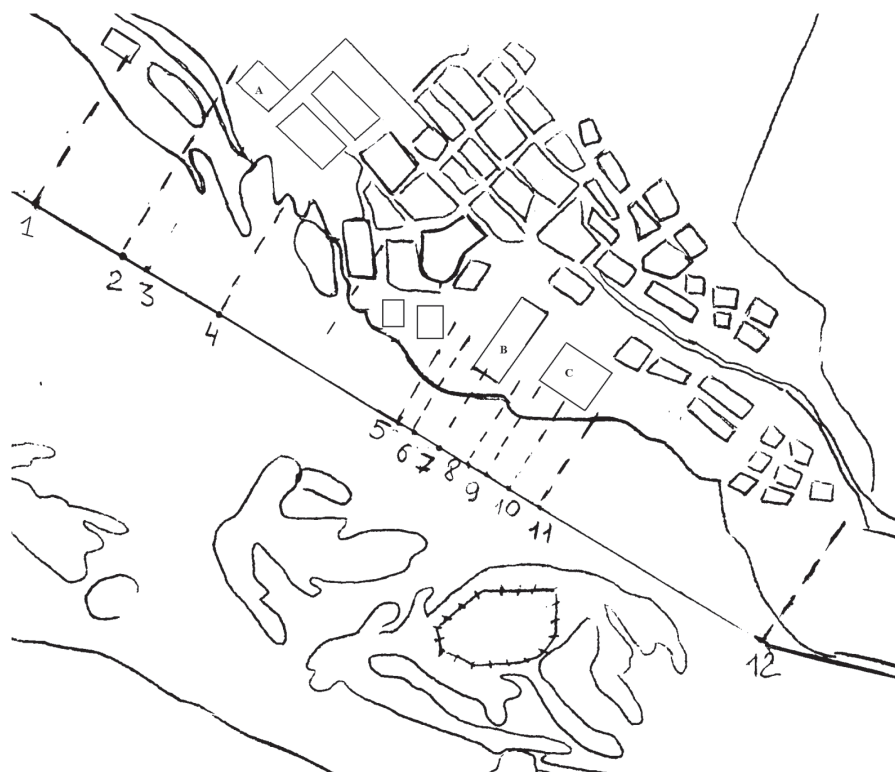
Измерения проводились, начиная с отметки выше г. Волжск и заканчивая началом территории г. Зеленодольск.

Местами взятия проб речной воды были следующие створы:

- 1) выше города Волжск;
- 2) выше ГОС (городские очистные сооружения);
- 3) место сброса ГОС;
- 4) ниже ГОС;
- 5) центр г. Волжск;
- 6) выше ВГДЗ (АО «Волжский гидролизно-дрожжевой завод»);

- 7) место сброса ВГДЗ;
- 8) ниже ВГДЗ;
- 9) выше МЦБК (АО «Марийский целлюлозно-бумажный комбинат»);
- 10) место сброса МЦБК;
- 11) ниже МЦБК;
- 12) ниже города Волжск.

Отбор проб воды. Отбор проб из реки Волга в городе Волжск осуществляется сотрудниками Центра госсанэпиднадзора в составе двух человек, один из которых непосредственно отбирает пробу, другой – для подручной помощи.



Карта-схема створов наблюдений для взятия проб речной воды в прибрежной зоне на левой стороне реки Волга до, в черте и после города Волжск Республики Марий Эл: 1 – выше г. Волжска; 2 – выше ГОС; 3 – место сброса ГОС; 4 – ниже ГОС; 5 – центр Волжска; 6 – выше ВГДЗ; 7 – ВГДЗ; 8 – ниже ВГДЗ; 9 – выше МЦБК; 10 – МЦБК; 11 – ниже МЦБК; 12 – ниже г. Волжск

Сотрудники передвигаются на транспортном средстве Центра госсанэпиднадзора, в установленной последовательности вдоль реки отбирая пробы речной воды. По данным журнала наблюдений, предоставленного для статистического моделирования, первое взятие пробы было выполнено 12.01.1988 г., последнее взятие пробы речной воды было 13.06.2008 г. Временной период равен 20 годам, что позволило выявить биотехнические закономерности динамики загрязнения реки в каждом створе наблюдений, включая и период социально-экономического кризиса.

Перед началом отбора проб воды следует подготовить необходимое оборудование: бутылки из прозрачного, бесцветного, химически стойкого стекла (или бутылки и другие сосуды из полиэтилена) с притертой стеклянной или резиновой пробкой. Пробы речной воды, содержащие крупные примеси, в особенности смешанные пробы, отбирают в банки или канистры с широкими горлами. Используемую для проб речной воды посуду следует предварительно тщательно вымыть. Для мытья стеклянных и полиэтиленовых бутылок применяют

концентрированную соляную кислоту или хромовую смесь. Полное обезжиривание достигается путем пропаривания перевернутой посуды водяным паром. Остатки использованного для мытья реактива должны быть полностью удалены тщательной промывкой бутылей обыкновенной питьевой водой, добываемой в г. Волжск из артезианских скважин. Затем посуду ополаскивают дистиллированной водой. Прежде чем взять пробу речной воды, посуду следует ополоснуть несколько раз отбираемой водой. Бутыли, наполненные пробой воды, нужно надписать с указанием номера створа наблюдения. В записи следует указать вид и происхождение воды, точное место отбора, день и час отбора. Усредненную пробу протекающей воды берут в местах наиболее сильного течения, лучше всего в фарватере течения.

Рекомендуется избегать отбора проб стоячей речной воды перед плотинами, в подпорах, в изгибах и т.д. Пробу берут под поверхностью воды, лучше всего в верхней трети общей глубины (приблизительно 20-80 см под поверхностью).

Анализ проб воды. Пробы речной воды доставляются в санитарно-гигиеническую лабораторию не позднее, чем через два часа после отбора, где проводят физико-химические анализы свойств воды. Результаты анализа заносят в таблицу журнала первичных данных.

Качество воды природных источников определяют по наличию в ней веществ неорганического и органического происхождения и характеризуют различными физическими и химическими показателями. Наибольшая мутность и цветность воды наблюдалась в весенний (паводковый) период, в этот период также имеется наибольшее содержание в воде взвешенных веществ. Это обусловлено присутствием в весенне-летний период большого количества нерастворенных и коллоидных веществ неорганического и органического происхождения. Также происходит поступление в реку поверхностного стока. Для выявления причин загрязнения речной воды для технических нужд города определяются хлориды, азот аммонийный, нитриты, нитраты, сульфаты, железо общее. Немаловажное значение имеют органолептические свойства воды: запах и привкус, цветность, мутность, жесткость.

Опорными пунктами для территориальной ориентации створов наблюдений для

взятия проб речной воды были городская очистная станция (ГОС), АО «Волжский гидролизно-дрожжевой завод» (ВГДЗ) и АО «Марийский целлюлозно-бумажный комбинат» (МЦБК), так как именно они являются главными источниками загрязнения речной воды Волги.

Методика закладки створов наблюдений. Опуская перпендикуляры от намеченных источников загрязнения по линии прохождения лаборанта к берегу реки (пунктирные линии на рис. 1), определяют створы наблюдений по взятию проб речной воды. В натуре желательно закладывать геодезические метки, столбы и другие ориентиры. Далее по карте определяют расстояния L (м) между отдельными линиями створов наблюдений. При этом измерения расстояний выполняют по линии прибрежного водотока, условно показанного на рис. 1 продольной линией. При каждом взятии проб речной воды желательно добрать на лодке до этой линии динамической оси прибрежного водотока.

Чтобы определить по карте расстояние между точками местности, надо измерить на ней расстояние между этими точками в сантиметрах и умножить полученное число на масштаб. В данном случае в картах-схемах, как правило, неизвестен масштаб, но при этом знаем, например, точное расстояние между точками 5 и 7 на местности, равное 482 м. Аналогичным образом в натуре определяют расстояния между перпендикулярами от берега к линии прибрежного водотока.

Далее определим наращивающееся расстояние от первого створа наблюдения, который принимают за нулевое значение, до последующих створов суммированием расстояний между створами наблюдений. Полученные данные занесли в таблицу.

В таблице добавляем расстояние от начального створа наблюдений ниже города Волжск, находящейся на территории Республики Марий Эл, до начала территории города Зеленодольск Республики Татарстан. Таким образом, мы определили длину исследуемого участка левобережья реки Волга в 13,24 км.

Анализ полученных результатов показал, что водородный показатель по всему водотоку реки Волга в 2008 году по сравнению с 1988 годом значительно ухудшился. При этом загрязнение перед г. Зеленодольск значительно повышается, превышая ПДК.

Расстояние мест взятия проб от начальной точки

№ створа наблюдений	Место взятия проб речной воды из прибрежного водотока	Расстояние от первого створа наблюдений L , м
1	выше г. Волжск	0
2	выше ГОС	1030
3	ГОС	1380
4	ниже ГОС	2280
5	центр Волжска	3380
6	выше ВГДЗ	4620
7	ВГДЗ	4960
8	ниже ВГДЗ	5310
9	выше МЦБК	5590
10	МЦБК	5930
11	ниже МЦБК	6350
12	ниже Волжска	9104
13	начало г. Зеленодольск	13240

Динамика концентраций вдоль водотока реки Волга. Качество речной воды за период наблюдений (1988-2008 гг.) по всему водотоку сохраняется в основном на уровне от «умеренно загрязненных» (3 класс) до уровня «загрязненных» (4 класс).

Результаты анализов Центра Госсанэпиднадзора в 1988 году показали, что наметилась тенденция к увеличению содержания в речной воде азота аммонийного, но в 2008 году эта тенденция уменьшилась, и содержание азота аммонийного не превышало ПДК. Максимальная концентрация в 1988 г отмечалась ниже ВГДЗ (5310 м) и ниже МЦБК (6350 м).

Наличие в воде азота аммонийного указывает на свежее загрязнение.

Основными источниками поступления в водоёмы ионов аммония являются животноводческие фермы, хозяйственно бытовые сточные воды, сточные воды предприятий пищевой и химической промышленности. Лимитирующий показатель вредности – токсикологический. Соответствующий показатель качества воды, характеризующий суммарное содержание в воде органических веществ, называется биохимическим потреблением кислорода (БПК₅). Таким образом, БПК₅ – количество кислорода в миллиграммах, требуемое для окисления находящихся в 1 л воды органических веществ в аэробных условиях, без доступа света, при температуре воды 20°C, за определенный период в результате протекающих в воде биохимических процессов. Значение БПК₅ в 2008 г. по сравнению с 1988 г. резко увеличилось. Максимальная концентрация БПК₅ в 1988 году отмечалась выше ВГДЗ (4620 м), снижение

наблюдалось ниже ВГДЗ (5310 м). Резкое увеличение концентрации БПК₅ в 2008 году наблюдалось ниже ГОС. Минимальное значение отмечалось выше ГОС.

Предлагаемый способ на примере прибрежной зоны г. Волжск Республики Марий Эл показал, что учет загрязнения отдельных участков реки позволяет оценивать вклад каждого источника загрязнения. Измерение расстояния от первого створа наблюдений выше населенного пункта позволяет определить также интенсивность процесса самоочищения речного прибрежного водотока. А это становится крайне важным для управления водными ресурсами крупных и средних рек. Предложенная и апробированная нами методика оценки вклада источников загрязнения на участке реки по створам наблюдений, закладываемых относительно крупных источников загрязнения города вдоль берега крупной реки, учитывает интегральный эффект действия загрязняющих веществ и процессов самоочищения, осложненный процессами нестационарного перемешивания воды в реке. Для создания количественной модели в виде биотехнических закономерностей необходимы исследования как гидродинамики прибрежного водотока крупной реки, так и по инвентаризация всех точечных и распределенных источников загрязнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Молоков, М.В. Очистка поверхностного стока с территорий городов и промышленных площадок / М.В. Молоков, В.Н. Шифрин. – М., Стройиздат, 1977. – 104 с.
2. Пат. 2405143 Российская Федерация, МПК G 01 № 33 / 18, G 01 N 1 / 00 (2006.01). Способ отбора проб воды с прибрежного водотока крупной реки / Мазуркин П.М., Гусарева Л.Г. (РФ); заявитель и патентообладатель Марийск. гос. тех. ун-т. – №2009133869/04; заявл. 09.09.2009; опубл. 27.11.2010.