

## Литература

- 1 Трофимов, В. Т. Экологическая геология / В. Т. Трофимов, Д. Г. Зилинг. – Москва : ЗАО «Теоинформмарк», 2002. – 415 с.
- 2 Сергеев, Е. М. Проблемы инженерной геологии в связи с охраной и рациональным использованием геологической среды / Е. М. Сергеев // Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология. – 1987. – № 5. – С. 77–86.
- 3 Ясовеев, М. Г. Экология урбанизированных территорий: учеб. пособие / М. Г. Ясовеев. – Минск : Новое знание, 2015. – 293 с.
- 4 Губин, В. Н. Экология геологической среды: учеб. пособие / В. Н. Губин, А. А. Ковалев, С. А. Сладкопепцев, М. Г. Ясовеев. – Минск : БГУ, 2002. – 120 с.
- 5 Охрана окружающей среды в Республике Беларусь / Статистический сборник. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2018. – 228 с.
- 6 Гарецкий, Р. Г. Основные проблемы экологической геологии / Р. Г. Гарецкий, Г. И. Каратаев // Геоэкология. – 1995. – № 1. – С. 34–41.
- 7 Государственный водный кадастр (временные ряды сводных данных) [Электронный ресурс] / РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов». – Минск, 2019. Режим доступа : <http://www.cricuwr.by>. – Дата доступа : 25.04.2020.

УДК 502.175:502.3(476.2)

*Е. Н. Ковалёв*

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ИНДЕКСОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК**

*Работа посвящена сравнительному анализу применения двух методик для оценки качества воды и экологического состояния малых рек. В качестве индексов использовали индекс загрязнения воды (ИЗВ) и комбинаторный индекс загрязненности воды (КИЗВ). Исследования проводили в течение 2017–2019 гг. на восьми реках Гомельской и одной – Могилевской областей. Установлено, что для исследованных малых рек Беларуси наиболее точным и репрезентативным является применение ИЗВ – полученные при его расчете результаты согласуются с данными Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.*

Малые водотоки – основной тип водных объектов Республики Беларусь. По численности они составляют 93 % всех водотоков нашей страны. Однако большинство из них не охвачены сетью мониторинга, на них не проводятся регулярные гидрохимические и гидробиологические исследования. Кроме того, к настоящему моменту исследователи не обладают единой системой или методикой определения степени загрязнения и экологического состояния водотоков, применяют различные индексы, порой кардинально отличающиеся друг от друга. Анализ публикаций последних лет показывает, что наиболее часто используются индекс загрязнения воды (ИЗВ), комбинаторный индекс загрязненности воды (КИЗВ) и др. Особенно актуальное в последнее время установление экологического статуса водоемов и водотоков по рекомендациям Водной Рамочной Директивы ЕС применяется не так широко ввиду использования новых подходов и критериев, обязательного требования проведения гидробиологических исследований, различий в понятийном аппарате, типизации и классификации водных объектов, экологических законодательствах, стандартах качества воды, стран ЕС и Республики Беларусь и т. д.

Цель данной работы – сравнить два метода определения экологического состояния и класса качества воды и выявить наиболее приемлемый из них для применения при исследованиях на малых водотоках Республики Беларусь.

Работа содержит результаты исследований, проведенных в разные сезоны 2017–2019 гг. на девяти малых реках Республики Беларусь: восьми реках Гомельской (Уза, Журбица, Терюха, Грабовка, Липа, Столбунка, Неначь, Безымянный ручей) и одной (Бобруйка) – Могилевской областей. Все реки используются в целях рекреации, испытывают влияние поверхностного стока, 6 из них принимают сточные воды (хозяйственно-бытовые, производственные) и др.

На основе данных, полученных при гидрохимических исследованиях, оценивали качество воды и экологическое состояние водотоков путем применения двух индексов – ИЗВ и КИЗВ.

В основе расчета ИЗВ [1] лежат среднегодовые концентрации шести ингредиентов. Обязательными из них являются концентрации растворенного в воде кислорода и легкоокисляемых органических веществ (величина БПК<sub>5</sub>), еще четыре ингредиента выбираются в зависимости от приоритетности превышения предельно допустимой концентрации для поверхностных водных объектов [2]. В большинстве случаев в качестве этих ингредиентов выступали железо общее, фосфор фосфатный, нефтепродукты, марганец, реже – аммоний-ион, медь, цинк и др. Класс качества и степень загрязнения воды устанавливали по таблице 1.4 [1].

КИЗВ определяли в соответствии с методикой, предложенной в [3]. Метод состоит из пяти этапов. На первом из них для каждого гидрохимического показателя определяли кратность превышения его концентрации в воде водотока над предельно допустимой концентрацией вещества в поверхностных водных объектах (ПДК) –  $K_i$ . На втором этапе устанавливали количество случаев превышения ПДК –  $N_i$ . Третий этап заключался в расчете общего оценочного балла ( $B_i$ ) путем произведения  $K_i$  и  $N_i$ . На четвертом этапе выбирали загрязняющие вещества, для которых величина  $B_i$  была установлена в пределах 11 и более, и определяли их качестве лимитирующих показателей загрязненности (ЛПЗ). Методикой предусмотрены случаи отсутствия ЛПЗ, и они указаны в шкале. Завершающий этап состоял в суммации общих величин  $B$  всех гидрохимических показателей, по которой затем находится величина КИЗВ. По этому итоговому значению устанавливается класс загрязненности воды (таблица 2.5 [3]).

Установлено, что оба индекса, рассчитанные по результатам гидрохимических исследований, в целом отражают степень урбанизации на водотоки: их значения повышаются в реках, подверженных влиянию сточных вод (рисунок 1). Средние многолетние значения ИЗВ изменяются в пределах 1,51–2,04, однако в отдельные годы они выходили за эти пределы – 1,33–2,18. По установленным значениям Грабовку, Терюху, Журбицу, Столбунку, Липу, Неначь, Безымянный ручей можно охарактеризовать как «умеренно загрязненные» (III класс качества), а Бобруйку, Узу – как «загрязненные» (IV класс качества) водотоки.

Величины КИЗВ за трехлетний период исследований составляют 2,2–6,1. По рассчитанному индексу реки Грабовка, Терюха, Журбица, Столбунка, Липа соответствуют категории «загрязненные» (III класс качества), а Неначь, Безымянный ручей, Бобруйка, Уза – категории «грязные» (IV класс качества).

Полученные результаты на основе расчета ИЗВ согласуются с данными Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [4], в соответствии с которыми исследованные нами реки не являются «грязными», тогда как расчет КИЗВ показал завышенные его значения и не всегда объективное отнесение водотоков к определенному классу качества. Например, ранее по результатам НСМОС РБ [5] р. Уза относилась к «умеренно загрязненным» или «загрязненным», но, несмотря на

отмечающуюся на ней напряженную экологическую обстановку, ее не относили к категории «грязная». Теперешнее улучшение качества воды реки тем более не позволяет отнести ее к указанной категории. Однако полученная величина КИЗВ необъективно характеризует реку как «грязную».

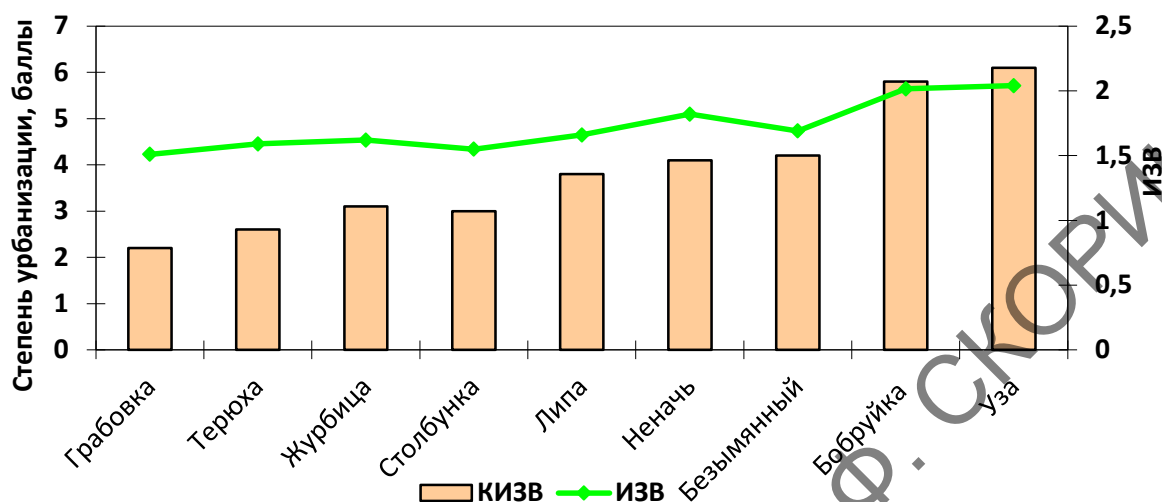


Рисунок 1 – Изменение величин ИЗВ и КИЗВ в исследованных водотоках

В качестве примера приведем расчет обоих индексов для р. Уза на основе одних и тех же величин гидрохимических показателей.

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{6} \left( \frac{0,432}{0,135} + \frac{0,125}{0,066} + \frac{0,0061}{0,0035} + \frac{0,0142}{0,01} + \frac{0,0307}{0,023} + \frac{4}{7,65} \right) = 1,69.$$

Значит, это III класс качества воды («умеренно загрязненная»).

$$V_{\text{железо общее}} = 2,83;$$

$$V_{\text{фосфор фосфатный}} = 0,445;$$

$$V_{\text{медь}} = 1,455;$$

$$V_{\text{цинк}} = 0,71;$$

$$V_{\text{марганец}} = 0,67.$$

Таким образом, ЛПЗ отсутствует (нет ни одного  $V$ , равного или более 11).

$$\text{КИЗВ} = 2,83 + 0,445 + 1,455 + 0,71 + 0,67 = 6,11.$$

Значит, это IV класс качества воды («грязная»).

Таким образом, нам представляется наиболее приемлемым и репрезентативным для оценки качества малых водотоков Республики Беларусь применять расчет ИЗВ.

### Литература

1 Грищенко, Н. Д. Геоэкология города: практикум для студентов геогр. фак. спец. 1-33 01 02 «Геоэкология»/ Н. Д. Грищенко, Ю. А. Романкевич. – Минск : БГУ, 2018. – 48 с.

2 Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 30 марта 2015 г. № 13. – Режим доступа : [http://www.pravo.by/upload/docs/op/W21529808\\_1429909200.pdf](http://www.pravo.by/upload/docs/op/W21529808_1429909200.pdf). – Дата доступа : 05.04.2020.

3 Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: учебное пособие / Д. А. Кривошеин и др. – Москва : Высшая школа, 2003. – 344 с.

4 Национальный доклад о состоянии окружающей среды Республики Беларусь : Нац. доклад / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, РУП «Бел НИЦ «Экология». – Минск : Бел НИЦ «Экология», 2019. – 191 с.

5 Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2012 / под общей редакцией С. И. Кузьмина. – Минск : «Бел НИЦ «Экология». – 2013. – 344 с.

УДК 338.48-6:39(476.2-37Ветка)

*Я. С. Мельникова*

### **ТУРИСТИЧЕСКИЙ МАРШРУТ «ЭТНОГРАФИЯ ВЕТКОВЩИНЫ»**

*В статье представлен разработанный туристический маршрут «Этнография Ветковщины» экскурсионно-познавательной направленности. Приведено технологическое описание объектов и технологическая карта маршрута. Для определения востребованности данного маршрута была проведена оценка привлекательности объектов маршрута. Опрос жителей и гостей области разных категорий и возрастных групп показал, что самым известным объектом является Ветковский музей и его экспонаты – старинные иконы.*

Развитие туризма имеет большое значение как для государства в целом, так и для отдельного региона. Культурное самовыражение народа, его история, традиции, обычаи всегда вызывали и вызывают интерес. Природная любознательность туриста в отношении различных уголков мира и населяющих их народов образует один из наиболее сильных побудительных туристских мотивов.

В Ветковском районе Гомельской области сохранилось большое количество этнографических памятников, представляющих повышенный интерес. Главная наша задача – донести до потенциальных туристов информацию об этих ценных объектах, тем самым повысить их уровень знаний населения и популяризировать экскурсионно-познавательное направление этнографического туризма.

*Целью* данной работы является разработка туристического проекта, направленного на развитие этнографического туризма в Ветковском районе экскурсионно-познавательной направленности.

Ветковский район является центром старообрядчества в Республике Беларусь. Старообрядчество (староверие) – это общее название русского православного духовенства и мирян, стремящихся сохранить церковные установления и традиции древней Русской Православной Церкви. Одним из первых пунктов иммиграции староверов была Ветка. Регион также славится сохранившимися традициями ткачества и резьбы по дереву.

Для более глубокого ознакомления с этнографическим туризмом Ветковского района нами был разработан туристический маршрут экскурсионно-познавательной направленности «Этнография Ветковщины» (рисунок 1). Маршрут включает в себя посещение усадьбы Халецких и Войнич-Сеножетских в д. Хальч, особняка купца Грошикова – Ветковский музей старообрядчества и белорусских традиций им. Ф. Г. Шклярова и дома культуры в д. Неглюбка, где расположена постоянно действующая выставка «Неглюбские рушники».