

УДК 556.536.(282.256.16)

МОДИФИКАЦИЯ БИОТИЧЕСКОГО ИНДЕКСА ВУДИВИССА ДЛЯ ВОДОТОКОВ БАСЕЙНА ВЕРХНЕГО ИРТЫША

Л.Б. Кушникова

Представлены результаты модификации биотического индекса Вудивисса и разработки модели эталонного створа для водотоков бассейна Верхнего Иртыша.

Река Иртыш – трансграничный водоток и качество ее вод является предметом пристального внимания соседних государств России и Китая. В сложившейся ситуации контроль состояния экосистемы водотоков бассейна Верхнего Иртыша является весьма важной задачей.

Для того чтобы оценить степень загрязнения водоема необходимо иметь достоверную систему оценки качества вод. Одной из известных методик оценки качества вод по гидробиологическим показателям является биотический индекс Вудивисса (БИ) [4]. Однако, опыт применения его в разных странах показал, что, будучи разработанным для малых рек Англии, он применим далеко не ко всем типам водоемов. Большинство исследователей считают, что для широкого использования БИ необходимы специальные работы по модификации его применительно к конкретным регионам, с учетом региональных особенностей донной фауны. Сделано много попыток модифицировать его применительно к различным водоемам.

В бентосе Восточного Казахстана доминируют оксиреофильные виды веснянок, поденок и ручейников, поэтому наиболее подходящим для оценки качества воды в наших реках по составу зообентоса является БИ Вудивисса. В Восточно-Казахстанском центре гидрометеорологии данный индекс используется с 1986 года, однако, опыт его применения показал, что в исходном варианте БИ не всегда пригоден для этих целей. Необходима его модификация с учетом региональных особенностей донной фауны.

Цель работы – модификация БИ Вудивисса и проектирование модели эталонного створа для водотоков бассейна Верхнего Иртыша.

Основные задачи:

- ревизия макрозообентоса водотоков бассейна Верхнего Иртыша и составление банка данных;

- определение индикаторных групп на базе многолетних гидробиологических и гидрохимических исследований водотоков с различной антропогенной нагрузкой (определение пространственно-временной структуры макрозообентоса);

- проведение исследований на водотоках, неподверженных антропогенной нагрузке (Западно-Алтайский государственный природный заповедник) и создание модели «Сообщества макрозообентоса эталонного створа»;

- формирование модифицированной таблицы для расчета БИ;

- приведение в соответствие шкал классности по гидрохимическим и гидробиологическим показателям.

Исследования проводились в рамках деятельности службы гидробиологического контроля качества поверхностных вод в Лаборатории поверхностных вод Восточно-Казахстанского Центра по гидрометеорологии РГП «Казгидромет».

Работа по модификации биотического индекса проводилась в два этапа. В 2000...2004 гг. была проведена ревизия фауны макробеспозвоночных водотоков бассейна Верхнего Иртыша. При обследовании водных биоценозов Восточно-Казахстанской области были охвачены водоемы Западного и Южного Алтая с различной степенью антропогенной нагрузки: Кара Оба, Становая Оба, Ак Оба, Хамир, Бухтарма, Сорвенек, Бельозек, Урунхайка, Каракаба. Зообентос данных водотоков со специфической гидрофауной практически не изучен. Но именно здесь отмечается наибольшее видовое разнообразие и именно модели этих биоценозов могут стать фоновыми. Обследовали реки Иртыш, Бухтарма, Ульба, Оба, Брекса, Тихая, Красноярка, Глубочанка. Также при составлении банка данных были использованы архивные материалы группы гидробиологии ВК ЦГМ за период 1991...1998 гг.

Детальный анализ пространственной и временной структуры сообществ макрозообентоса, учет значений таксономического обилия, частоты встречаемости, индекса Шеннона, динамики значений численности и биомассы послужили основой для формирования «Рабочей шкалы» (табл. 1). При составлении модифицированной шкалы расчета БИ варьировались следующие показатели: число гидробионтов в группе, порядок и состав приоритетных групп, значения биотического индекса.

Полученные при расчете по модифицированным таблицам значения БИ были сопоставлены со значениями ИЗВ. Наиболее сопоставимыми получились качественные характеристики на створах с более стабильной экологической обстановкой (как благоприятной так и неблагоприятной) в

водных экосистемах, где доминантными группами являются оксиреофильные или наоборот таксоны, хорошо переносящие загрязнение. Отмечена большая сходимость ИЗВ с показаниями модифицированного БИ, поскольку зависимость между антропогенным воздействием и откликом биоты носит обратно пропорциональный характер [1].

Таблица 1

Модифицированная рабочая шкала для определения БИ

Показательные организмы	Видовое разнообразие	Биотический индекс по наличию общего числа присутствующих «групп»				
		0...1	2...5	6...10	11...15	≥ 16
Личинки поденок и (или) веснянок	> 1 вида	-	7	8	9	10
Личинки ручейников	1 вид	5	6	7	8	9
Личинки ручейников	1 вид и >	4	5	6	7	8
Гаммарусы, клопы, жуки	1 вид и >	3	4	5	6	7
Стрекозы, двукрылые (исключая хирономид), пиявки, моллюски	1 вид и >	2	3	4	5	6
Тубифициды и (или) (красные) личинки хирономид	Все выше названные виды отсутствуют	1	2	3	-	-
Макрозообентос отсутствует	Все выше названные виды отсутствуют	0	-	-	-	-

В связи с различием таблиц для определения класса качества вод по биологическим (6 классов) и химическим (7 классов) показателям считаем необходимым привести их в соответствие. То есть оценку класса качества воды по биопоказателям проводить в рамках 7 классов.

Таблица 2

Классификатор качества вод суши по гидробиологическим показателям

Класс вод	Качество вод	Биотический индекс
I	Очень чистые	10
II	Чистые	8...9
III	Умеренно загрязненные	6...7
IV	Загрязненные	4...5
V	Грязные	2...3
VI	Очень грязные	1
VII	Чрезвычайно грязные	0

Согласно Европейской Рамочной Водной Директиве необходимо унифицировать подходы стран ЕС к управлению водными ресурсами и их охране. В связи с данной унификацией была разработана система опреде-

ления экологического качества вод путем использования эталонных створов. Цель создания эталонных створов – установить эталонные значения показателей, по отношению к которым будет определяться экологическое качество воды на створах испытывающих антропогенное влияние [3].

Экологический статус реки или речного бассейна в целом определяется по отношению к эталонным створам. Эталонные створы – одно из необходимых и ключевых понятий в системе мониторинга поверхностных вод. Эталонный створ – участок реки, находящийся под минимальным антропогенным воздействием, гидроморфологические, биологические, физическо-химические характеристики которого максимально приближены к исходному (естественному) состоянию [3].

Существуют два типа эталонных створов: специфические и региональные. Первый тип состоит из створов расположенных вверх по течению от источника загрязнения. Второй тип – это створы, находящиеся в относительно гомогенном регионе со сходными типами местообитаний. Первый тип эталонных створов может быть использован только для ограниченных целей. В то же время этот тип имеет ряд преимуществ по сравнению с региональным. Эти преимущества заключаются в следующем:

- при тщательном выборе различия в местообитаниях сводятся к минимуму;
- загрязнения, которые могут присутствовать на таких створах, всегда учтены.

Подход, основанный на измерениях «вверх-вниз» по течению от источника загрязнений, позволяет определять влияние специфических загрязнителей и увеличивает точность измерений.

Если же необходимо определить экологический статус реки или речного бассейна, используется региональный тип эталонных створов [3].

Перечень специфических эталонных створов был разработан в 70-х годах прошлого столетия и внедрен для мониторинга качества поверхностных вод.

Для разработки региональных эталонных створов были выбраны водотоки Западно-Алтайского государственного природного заповедника – Кара Оба и Ак Оба. Исследования проводились в период открытой воды 2004...2007 гг. Обследованные водотоки горного типа с каменистыми грунтами, высокими скоростями течения и невысокими температурами воды. По гидрохимическим показателям вышеназванные водотоки относятся к гидрокарбонатному классу, вода мягкая. По всем остальным гидрохимическим показателям отклонений от нормы нет [2]. Усредненные гидрологические и гидрохимические данные приведены в табл. 3.

Донные сообщества макробеспозвоночных богаты и разнообразны. В составе биоценоза личинки веснянок, поденок, ручейников, двукрылых, жуки, малощетинковые черви, пиявки.

Разнообразие экологических условий в водоеме обуславливает большое количество видов, входящих в доминирующий комплекс беспозвоночных на различных участках. Комплекс видов-доминантов р. Кара Оба включает следующие виды: веснянки (*Haploperla lepnevae*, *Isoperla mongolica*), поденки (Сем. *Ephemerellidae*, Сем. *Heptagenidae*), ручейники (*Brachicentris subnubilus*, *Dicosmoecus palatus*).

Таблица 3

Гидрологические и гидрохимические данные на участках исследования рек Кара Оба и Ак Оба

Показатель	Река	
	Ак Оба	Кара Оба
Характер грунтов	каменистый	каменистый
Температура воды, °С	11,6	11,9
Скорость течения, м/с	1,7	0,8
Глубина, см	40	30
рН	6,8	6,4
Прозрачность	26	26
Цветность	16	26
Запах	0	0
Взвешенные вещества, мг/дм ³	14,8	12,3
Кислород, мг/дм ³	10,0	9,84
Углекислый газ, мг/дм ³	3,08	3,52
БПК ₅ , мг/дм ³	1,87	1,59
% насыщения кислородом	77...87	88...95
Жесткость, мг-экв./л	0,43	0,29
Ca ²⁺ , мг/дм ³	5,9	3,9
Mg ²⁺ , мг/дм ³	1,7	1,2
Нитраты, мг/дм ³	0	0
Цинк, мкг/дм ³	9,8	0
Марганец, мкг/дм ³	11	20
Медь, мкг/дм ³	2,3	1,4

В биоценозах р. Ак Оба доминируют такие виды как *Pteronarcys reticulata*, *Ephemerella triacantha*, *Epeorus pellucidus*, *Dicosmoecus palates*, *Brachicentris subnubilus*.

Большим видовым разнообразием и количественным развитием отличаются личинки поденок – 13 видов. Наиболее многочисленны поденки сем. *Ephemerellidae*. Большинство видов поденок, обитающих в реках Ак Оба и Кара Оба, олигосапробны и живут в чистой воде.

Веснянки являются более требовательными, чем поденки, по отношению к химическому составу поверхностных вод. Это типичные оксифилы и литобионты. Наибольшее количество таксонов веснянок было найдено в биоценозах реки Кара Оба – 8.

Основу донных сообществ беспозвоночных составляют индикаторы чистых вод (оксифильные виды). Наиболее разнообразны представители отряда поденок рода *Ephemerella*. Значения биотического индекса равны 10, что соответствует I классу качества вод – очень чистые. Значения численности изменяются в интервале 0,7...2,1 тыс. экз/м², биомасса от 1,2 до 8,6 г/м². Значения индекса Шеннона-Уивера варьируют незначительно от 1,2 до 1,4. Таким образом, при оценке гидрохимических и гидробиологических характеристик водотоков Западно-Алтайского заповедника их качество определяется как очень чистое, т.е. соответствует понятию «эталонных водотоков».

В результате анализа 72 проб нам удалось смоделировать таксономический состав эталонного створа. Он содержит более 16 таксонов, включая не менее 3 видов личинок веснянок, не менее 5 видов личинок поденок, не менее 3 видов личинок ручейников. В состав макрозообентоса эталонного створа должны входить второстепенные таксоны – личинки двукрылых, пиявки, моллюски, ракообразные, личинки клопов и жуки, олигохеты. Количество и состав второстепенных таксонов может варьировать.

Модель сообщества макрозообентоса эталонного створа предназначена для метрологического обеспечения измерений при оценке качества поверхностных вод по показателям макрозообентоса и контроле погрешности результатов измерений.

На основе проведенных исследований была разработана методика «Воды поверхностные. Оценка качества по показателям макрозообентоса». Данная методика 10 июля 2008 года внесена в реестр Республики Казахстан. Подана заявка на инновационный патент «Способ оценки качества поверхностных вод по показателям макрозообентоса», получена приоритетная справка (регистрационный № 2008/1243.1).

Объективность оценки качества поверхностных вод по модифицированному БИ обеспечивается, во-первых, за счет учета региональной гидрофауны и выбора из таксономического состава групп индикаторов различной степени загрязнения. Во-вторых, расширением шкалы классности по гидробиологическим показателям до уровня шкалы классности по гидрохимическим показателям, что позволит увеличить процент сходимости

сти результатов и прогнозировать специфику химического загрязнения по гидробиологическим показателям.

Данный способ оценки качества вод впервые в Казахстане использует понятия «эталонного створа», что позволяет внедрить в практику гидробиологических исследований качества поверхностных вод мировые стандарты (Европейская Рамочная Водная Директива, 2000 г.) и повысить точность анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов (обзор) //Биол. внутр. вод. – 2000. № 1. – С. 68-82.
2. Государственный водный кадастр Республики Казахстан. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Книга 1. Бассейны рек Иртыш, Ишим, Тобол (верхнее течение). Алматы, 2004. – С. 4-17.
3. Принципы и системы биоиндикации текущих вод / В.П. Семенченко Мн.: Орех, 2004. – 125 с.
4. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. – СПб: Гидрометеоздат, 1992. – 318 с.

Восточно-Казахстанский центр гидрометеорологии, г. Усть-Каменогорск

ЖОҒАРҒЫ ЕРТІС АЛАБЫ АҒЫН СУЛАРЫ ҮШІН ВУДИВИССТІҢ БИОТИКАЛЫҚ ИНДЕКСІН ТҮРЛЕНДІРУ

Л.Б. Кушникова

Вудивисстің биотикалық индексін түрлендірудің нәтижелері және Жоғарғы Ертіс алабы ағын сулары үшін үлгі тұстаманың жасалған моделі ұсынылып отыр.