

А. А. ВОЛЧЕК, С. И. ПАРФОМУК, Н. Н. ШЕШКО, Н. Н. ШПЕНДИК

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ И МОНИТОРИНГА  
ВЕЛИЧИНЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТОКА**

*Брестский государственный технический университет,  
г. Брест, Республика Беларусь,  
volchak@tut.by*

*Предложена методика классификации водных объектов по уровню изъятия воды, которая выделяет 3 зоны (Зеленую, Желтую и Красную) и позволяет определять текущую ситуацию на водотоке. Предложенный комплексный подход к оценке экологического стока позволяет принимать оперативные управленческие решения с целью сохранения природного ресурса.*

*Ключевые слова: экологический сток, оценка, водный объект, река, Беларусь.*

Водопотребление Республики Беларусь из поверхностных источников (рек и проточных водохранилищ) составляет более 40 % от общего объема водопотребления [1]. Основное направление использования поверхностных вод — это промышленное водоснабжение, рыбное и прудовое хозяйство, и в незначительной степени орошение. При этом в условиях пересмотра природоохранных подходов требуется всесторонняя оценка предельно допустимой нагрузки на водотоки. Данная оценка должна осуществляться как с учетом антропогенной составляющей, так и с учетом современных изменений климатических условий. Одним из подходов к оценке предельно допустимой нагрузки на водотоки является определение величины экологического стока.

Экологический сток представляет собой минимальную величину речного стока постоянного или переменного в течение года. В общем случае экологически допустимый сток должен учитывать следующие факторы [5]: объем стока должен обеспечивать нормальное развитие гидробионтов. Это достигается поддержанием скорости течения воды в диапазоне 0,25...0,6 м/с [2], а глубина потока не менее 0,1...3 м [4, 7].

Экологически допустимый сток должен учитывать [3, 6]: объем, необходимый для нормального развития гидробионтов; выполнение рекой ее природных функций; внутригодовую изменчивость стока; изменчивость стока по годам.

В период активного развития промышленного производства прошлого века использовалось понятие минимального стока. Однако оно в большей степени было направлено на учет потребности человека в водных ресурсах. Кроме того, минимальное количество воды, поступающей в нижний бьеф, было связано с наличием водопотребителей ниже по течению реки. Естественно, с учетом современного мировоззрения такие предпосылки к оценке минимального стока являются не приемлемыми.

Существующие в настоящее время методы оценки величины экологического стока по большей части оперируют понятием допустимой доли изъятия, которая в свою очередь определяется на основе нормативного коэффициента пропорциональности.

Как указывается в работе [2], размер минимального (экологического) стока принимается как доля минимального среднемесячного стока 95 % обеспеченности (таблица 1) [4]. Кроме того, исходя из рекомендаций [3] объем экологического стока принимается в зависимости от вариации годового стока реки. При значительной изменчивости годового стока экологический сток может доходить по абсолютному значению до минимального годового стока.

**Таблица 1 – Критерии определения экологического стока**

Способ градации	Размер экологического стока	Способ градации	Размер экологического стока
$C_v < 0,25$	Минимальный месячный сток	Ручьи	4 % от минимального 5 суточного стока
$C_v = 0,25 \dots 0,40$	Минимальный меженный сток	Малые реки	20 % от минимального суточного стока
$C_v > 0,40$	Минимальный годовой сток	Средние реки	75 % от минимального месячного стока 95 % обеспеченности

Применение такого рода подходов не позволяет учесть особенности формирования стока конкретной реки. В основе предлагаемой методики лежит предположение, что экологический сток – это вероятное состояние речной экосистемы, при котором не наблюдаются долгосрочные негативные последствия изъятия части водных ресурсов. Таким образом, необходимо оценить гидрологические характеристики водотока в особых условиях. Наиболее обстоятельным для решения данной задачи видится модифицированный метод переноса обеспеченностей [8], который позволяет сохранить статистические параметры стока реки в естественных условиях.

Не менее важной задачей рационального водопользования является задача мониторинга соблюдения хозяйствующими субъектами предельной величины экологического стока. Проведение периодических гидрометрических измерений в различных речных створах, приуроченных к местам забора водных ресурсов дорогостоящее и не всегда эффективное мероприятие. Исходя из этого, необходим простой и экономичный способ контроля уровня воздействия на реки в случае забора воды.

Для анализа и оценки уровня воздействия водопользователей на водный режим рек предлагается введение цветовой индикации. В качестве критерия отнесения к той или иной зоне по уровню воздействия примем соотношение текущего объема изъятия воды предприятием к доступному объему изъятия при различных условиях. Примем три основные зоны (таблица 2).

В качестве инструмента для оперативного контроля и отнесения в ту или иную зону, предлагается использовать демонтируемую градуированную в соответствии с критериями таблицы 2 рейку. Установка данного устройства в мониторинговых створах позволит вести визуальный контроль за состоянием водотока, при этом наблюдателями могут быть не только специалисты, имеющие соответствующую квалификацию, но и граждане, проживающие в данном районе.

**Таблица 2 – Зоны уровня воздействия предприятий на водный режим рек**

Зона	Критерий отнесения
Зеленая зона	Объем изъятия воды не превышает доступный при расчетном экологическом стоке 95 % вероятности превышения
Желтая зона	Объем изъятия воды превышает доступный при расчетном экологическом стоке 95 % вероятности превышения, но меньше критического значения экологического стока, принимаемого как 0,75 от минимального месячного стока 95 % обеспеченности
Красная зона	Объем изъятия превышает максимально допустимый при расчетном критическом значении экологического стока.

С целью более эффективного управления и анализа деятельности предприятий Зеленую зону разделим на 2 подзоны:

1 Зеленая зона подзона 1 – объем изъятия воды не превышает доступный при расчетном экологическом стоке 75 % вероятности превышения;

2 Зеленая зона подзона 2 – объем изъятия воды превышает доступный при расчетном экологическом стоке 75 % вероятности превышения, но меньше в случае экологического стока 95 % вероятности превышения.

Для каждой зоны и подзоны рекомендуются действия с целью обеспечения допустимого уровня воздействия на водные объекты хозяйственной деятельности предприятий (таблица 3).

**Таблица 3 – Допустимые уровни воздействия хозяйственной деятельности предприятий на водные объекты по зонам**

Зона	Уровень воздействия на водные объекты
Зеленая зона подзона 1	Уровень воздействия на водные объекты значительно ниже допустимых его значений. Рекомендуется сохранить текущий уровень воздействия без его увеличения.
Зеленая зона подзона 2	Уровень воздействия на водные объекты значительно ниже допустимого, однако в отдельные маловодные и экстремально маловодные периоды может наблюдаться напряженная экологическая обстановка в акватории. Рекомендуется рыбохозяйственным предприятиям разрабатывать план действий для очень маловодных лет.
Желтая зона	Уровень воздействия на водные объекты превышает допустимый. Предприятиям необходимо пересматривать водохозяйственный баланс и, возможно, технологию по выращиванию рыбы.
Красная зона	Критический уровень воздействия хозяйственной деятельности на водный объект. Данный уровень воздействия незамедлительно должен быть снижен, а также должен быть проведен дополнительный анализ деятельности предприятия как в части обоснованности текущего уровня производства продукции, так и возможности вовлечения иных источников водных ресурсов. Данная зона является полностью неприемлемой с точки зрения сохранения водотоков и их экосистем.

Описанные подходы апробированы при реализации НИР «Оценка воздействия рыбхозов, расположенных в бассейне реки Припять, на гидрологический режим водных объектов», который позволил установить фактические уровни воздействия рыбохозяйственных предприятий на водный режим.

Сопоставляя существующие объемы изъятия и рассчитанные величины допустимого изъятия поверхностных вод из исследуемых рек с учетом сохранения экологического стока [8], а также используя предложенное зонирование уровней воздействия рыбохозяйственных предприятий на водный режим рек, получено деление исследуемых рек по зонам в зависимости от степени воздействия на водные объекты, представленное в таблице 4.

**Таблица 4 – Разделение исследуемых рек по зонам в зависимости от степени воздействия на водные объекты**

Зона	Исследуемые реки
Зеленая зона подзона 1	Смердь, Случь, Бобрик, Пина, Филипповка, Вислица, Птичь
Зеленая зона подзона 2	
Желтая зона	Ясельда, Лань, Морочь, Тремля
Красная зона	

Представленная методика классификации водных объектов по уровню изъятия воды позволяет на интуитивно понятном уровне определять текущую ситуацию на водотоке. При переходе рек из Зеленой зоны в Желтую по уровню изъятия поверхностных вод предприятиям необходимо предпринимать компенсирующие мероприятия по снижению последствий такого перехода и по возможности стараться находиться в Зеленой зоне (подзона 1 или подзона 2). Следует также отметить, что Красная зона является полностью неприемлемой с точки зрения сохранения водотоков и их экосистем.

Таким образом, предложенный комплексный подход к оценке экологического стока и методе его контроля позволяет принимать оперативные управленческие решения с целью сохранения данного природного ресурса.

### Список литературы

1 Павлович, Н. Питыевые подземные воды: вчера, сегодня, завтра / Н. Павлович // Строительство и недвижимость [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа: <http://www.nestor.minsk.by/sn/2004/22/sn42212.html> – Дата доступа: 24. 04. 2015.

2 Владимиров, А. М. Принцип оценки экологического стока рек / А. М. Владимиров, Ф. А. Имамов // Вопросы экологии и гидрологические расчеты. – СПб., 1994.

3 Ланцова, И. В. Малые реки / И. В. Ланцова, Г. В. Тулякова // Тольятти: ИЭВБ, 2001.

4 Ткачев, Б. П. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы / Б. П. Ткачев, В. И. Буланов. – Новосибирск, 2002.

5 Маркин, В. Н. Внутригодовое распределение экологического стока малых рек / В. Н. Маркин // «Природообустройство и рациональное природопользование – необходимые условия социально-экономического развития России» (сборник научных трудов). – Москва : МГУП, 2005.

6 Оценка влияния рыбхоза «Селец» на сток реки Ясельда / А. А. Волчек [и др.] // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2022. – № 1(127). – С. 86–96.

7 Рэкі і каналы // Беларуская Савецкая Энцыклапедыя : у 12 т. Т. 12: БССР / гал. рэд. П. У. Броўка. – Мінск: Беларуская Савецкая Энцыклапедыя, 1975. – С. 30–32.

8 Волчек, А. А. Оценка трансформации водного режима малых рек Белорусского Полесья под воздействием природных и антропогенных факторов (на примере р. Ясельда) / А. А. Волчек, С. И. Парфомук // Водное хозяйство России. – 2007. – № 1. – С. 50–62.

A. A. Volchak, S. I. Parfomuk, N. N. Sheshko, N. N. Shpendik

### METHODOLOGY OF ASSESSMENT AND MONITORING OF ENVIRONMENTAL RUNOFF

*Brest State Technical University  
Brest, Republic of Belarus,  
volchak@tut.by*

*Abstract. A methodology for classifying water bodies by the level of water withdrawal is proposed, which identifies 3 zones (Green, Yellow and Red) and allows determining the current situation on the watercourse. The proposed integrated approach to the assessment of ecological runoff makes it possible to make operational management decisions in order to preserve the natural resource.*

*Keywords: ecological runoff, assessment, water body, river, Belarus.*