

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ СО РАН  
ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ ИМ. В.Б. СОЧАВЫ СО РАН  
ТОМСКИЙ ФИЛИАЛ ИНСТИТУТА НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ  
И ГЕОФИЗИКИ СО РАН  
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН «ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ СУШИ»  
АЛТАЙСКОЕ РЕГИОНАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

# **«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДЫ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ»**

**Материалы Третьей всероссийской конференции  
с международным участием  
24-28 августа 2010 г.**

*г. Барнаул – 2010*

## ФАКТОРЫ И ПОКАЗАТЕЛИ САМООЧИЩЕНИЯ РЕКИ ОБИ

*Кириллов В.В., Безматерных Д.М., Яныгина Л.В.,  
Третьякова Е.И., Кириллова Т.В. Котовщиков А.В.,  
Ермолаева Н.И., ИВЭП СО РАН, г. Барнаул, vkirillov@iwep.asu.ru*

## THE FACTORS AND CHARACTERISTICS OF SELF-PURIFICATION FOR OB RIVER

*Kirillov V.V., Bezmaternykh D.M., Yanigina L.V.,  
Tret'yakova E.I., Kirillova T.V., Kotovshchikov A.V.,  
Ermolaeva N.I., IWEP SB RAS, Barnaul, vkirillov@iwep.asu.ru*

*На основе гидрологических, гидрохимических и гидробиологических данных, в том числе полученных в 2009 г. комплексной экспедицией ИВЭП СО РАН, установлено, что река Обь в период открытой воды на всем протяжении течения характеризуется высокими потенциалом и интенсивностью самоочищения.*

*The hydrological, hydrochemical and hydrobiological data, including the field research results of IWEP SB RAS in 2009, were analysed. High potential and rate of self-purification along the full length of Ob River during ice-free period were determined.*

Самоочищение вод – совокупность природных процессов, направленных на восстановление экологического благополучия водного объекта [3]. Факторы самоочищения, показатели его интенсивности и эффективности можно разделить на три группы: физические, химические и биологические.

К физическим факторам самоочищения водоемов относятся: разбавление (уменьшение концентрации загрязнителей вследствие перемешивания и диффузии), ультрафиолетовое излучение Солнца (дезинфицирующий эффект), температура воды и седиментация взвешенных веществ. Физические факторы самоочищения зависят от гидрологических свойств водного объекта, главным образом от расхода воды, при этом минимальный потенциал самоочищения наблюдается в меженный период и в маловодные годы.

Из химических факторов самоочищения водоемов первостепенное значение имеет окисление органических и неорганических веществ. Химическое самоочищение в основном определяется окислительными свойствами растворенного в воде кислорода.

Для оценки биологического потенциала самоочищения исследуют состав и уровень развития гидробионтов, пространственное распределение и динамику биоценозов, продуктивность и благополучие водных экосистем, характер и степень экологических модификаций.

Реки как системы выноса с территории продуктов водной и ветровой эрозии а также отходов человеческой деятельности делокализуют влияние естественных и антропогенных факторов на гео- и гидросистемы. Кроме общепринятого разделения рек на участки по морфометрическим и гидрологическим признакам уместно рассматривать и генезис качества воды вдоль по течению. Неоднородность характеристик и наибольшие изменения физических характеристик, химического состава воды и биоценозов по длине реки наблюдаются в случае, когда река пересекает различные природные зоны, то есть преимущественно у рек, текущих в меридиональном направлении [1]. Ярким примером такой реки является главный водоток Западной Сибири – река Обь, которая по величине нормы годового стока, согласно [2], на всем протяжении относится к категории

«большие».

В соответствии с методикой выявления гидравлического фактора самоочищения определяются два показателя: условия самоочищения поверхностных вод за счет трансформации загрязняющих веществ и интегральные условия самоочищения поверхностных вод [7,8].

Первый показатель рассчитывается путем пространственного сопоставления данных по среднесезонным температурам воды за три летних месяца и интенсивности перемешивания воды. Интенсивность перемешивания рассчитывается на основе подразделения рек: равнинные (абсолютные высоты до 500 м) – слабая интенсивность перемешивания; предгорные – средняя; горные (абсолютные высоты свыше 1000 м) – сильная.

Для выделения классов рек применяется матрица с градацией значений температуры и интенсивности перемешивания воды [7]. Учитывая, что на большей части своего течения (ниже устья Чарыша) р. Обь имеет равнинный характер и среднюю за лето температуру воды около 17 °С, река по этой классификации относится к среднему классу условий самоочищения.

Классы рек по интегральным условиям самоочищения воды выделяются на основе значений расходов воды и условий трансформации загрязняющих веществ. Условия разбавления рассчитываются на основе данных по нормам среднегодовых расходов воды. Для р. Оби начиная от места слияния рек Бия и Катунь, этот показатель составляет более 1000 м<sup>3</sup>/с, что соответствует очень крупным рекам и, следовательно, интегральные условия самоочищения воды р. Оби на всем ее протяжении соответствуют 3 классу – «относительно благоприятные».

Количество растворенного в воде кислорода в реке Оби в период открытой воды соответствует существующим нормативам и свидетельствует о значительном потенциале самоочищения. Однако известно, что в период ледостава на участке реки ниже устья р. Чулыма наблюдаются заморы рыбы, что позволило В.И. Жадину [4] выделить Обь в особый в биогеоценотический тип.

Интенсивность биохимических процессов самоочищения с участием гидробионтов, включая микроорганизмы, напрямую зависит от температурного режима водного объекта. Чем выше температура, тем быстрее протекают процессы самоочищения, что обуславливает неравномерность протекания этого процесса в различные сезоны года. Общую характеристику температурных условий протекания процессов самоочищения дает *Показатель природного потенциала самоочищения воды* (ППС<sub>н,о</sub>), который рассчитывается по формуле:  $ППС_{н,о} = \left(\frac{A}{365}\right) \cdot J$ , где А – число дней в году со среднесуточной температурой воды 16°С и более; J – эмпирический индекс максимальной цветности воды [5]. Показатель природного потенциала самоочищения воды позволяет в универсальной форме оценить интегральные признаки самоочищения и сравнить между собой различные водные объекты, на разных участках реки, а определение этого показателя за ряд лет позволяет выявить его изменения за выбранный расчетный период.

Участок реки Оби протяженностью 1883 км был обследован комплексной экспедицией ИВЭП СО РАН с 21 августа по 8 сентября 2009 г. Пробы р. Оби отбирали на 15 створах: от с. Дубровино (Новосибирская обл.), до п. Карымкары (Ханты-Мансийский АО). Также были исследованы створы в устьевых участках основных притоков Оби: р. Томь, р. Чулым, р. Кеть, р. Васюган, р. Вах, р. Иртыш.

По данным экспедиционных исследований содержание кислорода в воде Оби изменялось от 7,68 до 10,0 мг/л. Значительные изменения цветности (от 11,2 у с. Дубровино до 146 градусов в устье р. Иртыша) и величин перманганатной и бихроматной окисляемости показали увеличение при движении вниз по течению реки количества органических веществ. Величина (ППС<sub>н,о</sub>), составляющая около 0,7 для большей части исследованного участка реки Оби, также как и другие рассмотренные выше показатели, свидетельствует о среднем потенциале ее самоочищения.

Если расширить понятие трофности за пределы его первоначальной формулировки как основы классификации озерных систем, то в реке тоже можно выделить олиго-, мезо- и эвтрофные участки по мере продвижения вниз по течению. Изменение трофности как характеристики уровня развития живых организмов, интенсивности потока вещества и энергии вдоль по реке, происходит по естественным причинам. Но оно может резко сдвигаться как в сторону увеличения (в случае поступления в реку аллохтонных органических и биогенных веществ), так и в сторону уменьшения (в случае поступления токсических и загрязняющих веществ). Вслед за трофностью изменяется и биологический потенциал самоочищения реки.

По результатам экспедиционных исследований 2009 г. наблюдалось изменение состава биоценозов при сохранении уровня развития планктона и бентоса при движении вниз по течению реки.

Исследованный участок средней Оби в период летне-осенней межени 2009 г. характеризовался высоким содержанием хлорофилла *a*: средние по створам значения составили 14-31 мг/м<sup>3</sup>, наиболее часто встречающиеся – 10-20 мг/м<sup>3</sup>, что соответствует мезотрофным и эвтрофным водотокам. Качество воды в соответствии с классификацией [6], по содержанию хлорофилла *a* соответствовало II и III классам (вполне чистая – слабозагрязненная). Пространственное распределение концентрации хлорофилла в Средней Оби было достаточно однородно за исключением створов, расположенных в районе впадения рек Чулым и Иртыш. Повышение уровня развития фитоценозов на этих участках может быть обусловлено поступлением биогенных веществ и фитопланктона с водами притоков. Пределы колебаний, средние и наиболее часто встречающиеся значения концентрации основного фотосинтетического пигмента, полученные в 2009 г., близки к соответствующим показателям в 1999-2001 гг., что свидетельствует о стабильности уровня трофности и состояния экосистемы р. Обь в среднем и нижнем течении.

В 2009 году отмечено существенное увеличение видового богатства (в 2-3 раза), численности и биомассы зоопланктона (на 1-2 порядка) по сравнению с соответствующими показателями в 1999-2001 гг. Изменения индекса сапробности Пантле и Букка в 2009 году (1,56 - 1,73) не вышли за пределы интервала значений для предыдущих исследований.

Бентосные сообщества средней Оби имели низкий уровень развития, что, вероятно, было обусловлено преобладанием подвижных песчаных грунтов. По видовому разнообразию бентосных водорослей, численности и биомассе фитобентоса, а также таксономическому составу зообентоса, встречаемости олигохет и величине индекса Гуднайта-Уитли исследованные участки русла средней Оби можно разделить на два района с границей в месте впадения р. Кеть, это соответствует ранжированию реки по содержанию органических веществ в воде: средние значения перманганатной окисляемости воды р. Обь на участке от Новосибирского водохранилища до устья р. Кеть составили  $3,6 \pm 0,4$  мгО/л, от устья р. Кеть до п. Карымкары –  $17,8 \pm 1,1$  мгО/л.

Таким образом, по условиям самоочищения за счет разбавляющей способности, интенсивности трансформации загрязняющих веществ, температуре и цветности воды, уровню развития планктона и бентоса, а так же по содержанию растворенного в воде кислорода, биогенных и органических веществ, результатам биоиндикации р. Обь в период открытой воды на всем протяжении течения характеризуется высокими потенциалом и интенсивностью самоочищения вследствие взаимодействия физических, химических и биологических процессов. Наблюдается снижение интенсивности самоочищения в подледный период, особенно в условиях поступления с заболоченного водосбора на участке средней Оби вод, обогащенных органическими веществами, что определяет дефицит кислорода и значительные изменения экосистемы реки, включая заморы рыб.

## Литература

1. *Алекин*, Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970.- 444 С.
2. ГОСТ 17.1.1.02-77. Классификация водных объектов.
3. ГОСТ 27065-86. Качество вод. Термины и определения
4. *Жадин В.И.* Жизнь в реках // Жизнь пресных вод СССР/ Под ред. *Е.Н. Павловского и В.И. Жадина*. Т. 3. – М.-Л.: АН СССР, 1950.
5. Гигиенические основы решения территориальных проблем (на примере КАТЭКа) / *А.А. Добринский, Н.Р. Косибород, В.М. Пивкин, Е.М. Трофимович, и др.* – Новосибирск: Наука, 1987. – 249 с.
6. Комплексная экологическая классификация поверхностны вод суши / *О.П. Оксюк, В.Н. Жукинский, П.Н. Брагинский и др.* // Гидробиол. журн. – 1993. – № 4. – С. 62-76.
7. *Скорняков В.А., Даценко Ю.С., Масленикова В.В.* Картографирование условий самоочищения природных вод // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 5. География. – 1997. – №5. – С. 62-66.
8. *Стурман В.И.* Основы экологического картографирования: учеб. пособие. – Ижевск: Изд-во Удм. ун-та, 1995. – 221 с.