

УДК 522

В.Ю. Вишневецкий, Ю.М. Вишневецкий**ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ И ИНЫХ ФАКТОРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ВОДНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ БАСЕЙНА РЕКИ КУБАНЬ**

Проанализировано влияние антропогенных и природно-климатических факторов на изменение водных экологических систем бассейна реки Кубань. Проведенный анализ позволяет видеть совокупность и взаимное усиление негативного антропогенного воздействия в результате регулирования стока рек бассейна без учёта санитарно-экологической значимости и их сверхнормативного загрязнения. Установлено, что в наибольшей степени от различных видов антропогенного воздействия страдают малые реки при их определяющей роли в сборе водного стока в бассейне реки Кубань. Представлены рекомендации для решения проблем охраны биоразнообразия и окружающей среды.

Водная экологическая система; бассейн реки Кубань; экологический попуск; антропогенное воздействие.

V.Yu. Vishnevetsky, Yu.M. Vishnevetsky**THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC AND OTHER FACTORS TO CHANGE WATER ENVIRONMENTAL SYSTEMS KUBAN RIVER BASIN**

This paper analyzes the influence of anthropogenic and climatic factors on the aquatic ecological systems of the Kuban River basin. The analysis allows us to see the set and the mutual enhancement of the negative human impacts from regulatory hundred-ka river basin without sanitary ecological importance and their super-norm-setting pollution. Found that in most of the different types of human impact affects the small rivers in their decisive role in the collection of water flow in the basin of the Kuban River. Recommendations are made to address the protection of biodiversity and the environment.

Aquatic ecological system; the Kuban River basin; environmental flows; human impact.

Общепризнанно, что наиболее адекватным показателем экологического здоровья любого региона является состояние водных экосистем [1].

Водная экологическая система – взаимозависимое единство среды и обитающей в ней биоты (организмов), объединенное эволюционным процессом в конкретном водном объекте [2].

В количественном отношении водные ресурсы России слагаются из статических (вековых) и возобновляемых запасов. Первые считаются неизменными и постоянными в течение длительного времени, возобновляемые ресурсы оцениваются объемом годового стока. Оценка запасов водных ресурсов Российской Федерации приведена в табл. 1 [3].

Таблица 1

Оценка запасов водных ресурсов РФ (данные Росводресурсов)

Ресурсы	Средний многолетний объем (возобновление) км³/год	Статический запас, км³
Речной сток	4 270	-
Озера	532	26 600
Болота	1 000	3 000
Ледники	110	39 890
Подземные воды	869 ²	28 000
Почвенная влага	3 500	-
Всего	8 384	Более 97 000

По данным Росгидромета, возобновляемые водные ресурсы Российской Федерации в 2011 г. составили 4398,7 км³, превысив среднее многолетнее значение более чем на 3,0 %. Большая часть этого объема – 4238,3 км³ – сформировалась в пределах России, и 160,4 км³ воды поступило с территорий сопредельных государств. При этом возобновляемые водные ресурсы речного бассейна Кубани в 2011 г. уменьшились более чем на 7,0 % и составили 12,9 км³ [3].

При оценке состояния поверхностных пресных вод по гидрохимическим показателям использованы следующие классы качества воды: 1-й класс – «условно чистая»; 2-й класс – «слабо загрязненная»; 3-й класс – «загрязненная» («а» – загрязненная, «б» – очень загрязненная); 4-й класс – «грязная» («а», «б» – грязная, «в», «г» – очень грязная); 5-й класс – «экстремально грязная» [3].

В 2011 г. существенных изменений в качестве поверхностных вод бассейна Кубани не произошло. Последние семь лет качество воды оценивалось по классу 3-б (2010 г. – 3-а) [3].

Состояние окружающей природной среды на территории бассейна реки Кубань тесно связано с географическим положением и местными климатическими особенностями.

Гидрографическая сеть бассейна Кубани представлена как естественными водными объектами (реки, озера, ледники), так и антропогенными (водохранилища, пруды). Бассейн реки имеет резко выраженную асимметричную форму. Почти вся его площадь образована левыми (южными) притоками, стекающими с горной части Главного Кавказского хребта (рис. 1). В бассейне Кубани протекает более 14 тыс. средних и малых рек. Преобладающая часть – самые малые, длиной менее 10 км, на которые приходится более 95 % от общего числа и 63 % от общей длины. Рек средних, длиной более 101 км, всего 25, или 0,1 % от общего числа, 11,4 % от общей длины. Сток Кубани и ее притоков зарегулирован 15 водохранилищами с суммарным объемом 3 675 млн м³ и площадью 641,7 км².

Распределение озер по высотным зонам в бассейне реки Кубани таково, что наибольшее их число сосредоточено на высоте от 2000 до 2800 м над уровнем моря. Основная часть горных озер расположена в пределах Главного и Бокового хребтов. Всего насчитывается 617 озер площадью 1 771 км², в том числе: горных и предгорных – 291, с площадью несколько больше 20 км²; плавневых и дельтовых – 326 с площадью 1751 км². [4–6].

В бассейне р. Кубань насчитывается 408 ледников общей площадью 280 км². Практически все ледники располагаются на Главном Кавказском хребте и его северных отрогах. С ледников берет начало основное количество истоков рек – притоков р. Кубани. Самый крупный ледник в бассейне р. Кубань находится на вершине горы Эльбрус. Площадь его составляет 144 км². Значительную роль в питании рек играют воды, образующиеся от таяния ледников и снежников высокогорной зоны, обуславливающие высокое и продолжительное летнее половодье, сток которого составляет 50–80 % годового. Кратковременные дождевые паводки придают волне половодья гребенчатый вид. Термический режим рек бассейна определяется высотным положением и различием питания: дождевое, снеговое и ледниковое. От ледниковых истоков до нижней границы бассейна талые воды пробегают за 1–1,5 суток на гребне половодья и за 2–2,5 суток в межень. Глубокий врез речных долин и их преимущественное меридиональное направление препятствуют значительному прогреву воды, поэтому влияние талых снеговых и ледниковых вод ощущается во всех створах бассейна [4–7].



Рис. 1. Гидрографическая сеть бассейна р. Кубань

Из огромного количества физико-химических факторов, влияющих на водное население водоемов, сравнительно немногие имеют ведущее экологическое значение. К таким факторам относятся физико-химические свойства самой воды и грунта, растворенные и взвешенные в воде вещества, температура и свет, а в последнее время – загрязнение водоемов, вызванное деятельностью человека.

Экосистема реки Кубань и её притоков в целом представляет собой сложный комплекс, характеризующийся разнообразием региональных, высотных и ландшафтных образований, подвергающихся весьма ощутимому антропогенному воздействию.

По высоте над уровнем моря, с учётом антропогенного воздействия, бассейн реки Кубань можно разделить на 4 основные зоны:

- ◆ I – высокогорную, свыше 1500 м над уровнем моря;
- ◆ II – горную, от 700 до 1500 м;
- ◆ III – предгорную и низкогорную, от 200 до 700 м;
- ◆ IV – равнинную, до 200 м.

Физико-химические свойства самой воды и грунта, растворенные и взвешенные в воде вещества, температура и свет (абиотические факторы), а также состав водной флоры и фауны, накопление их массы (биотические факторы) и их взаимодействие в реках бассейна реки Кубань меняются кардинальным образом от истоков к устью.

Характерным для химического состава вод бассейна реки Кубань является тенденция нарастания минерализации и усложнение их химического состава в пространстве от ледников и снежников вниз по течению. В период половодья минерализация воды в реке Кубань повышается от 30 мг/л в верховьях до 300 мг/л в среднем течении, затем снижается к устью до 150–250 мг/л, при этом отличается широким диапазоном варьирования показателей температуры и прозрачности воды, скорости ее течения, концентрации в воде кислорода и биогенных солей, а также видового состава биоты [8].

Бассейн рассматривается как ландшафтная система с взаимосвязанными звеньями (почва, вода, донные отложения, живые организмы). Элементы ландшафта, представляющие начальные, наиболее высоко расположенные звенья, геохимически автономны, и поступление в них загрязняющих веществ ограничено, за исключением поступления их из атмосферы. Такие элементы ландшафта характерны для I и II зон бассейна. В этих зонах отсутствуют крупные промышленные и коммунальные предприятия. Сельское хозяйство представлено в основном отгон-

ным животноводством, а вырубка леса ограничена. Сток рек не зарегулирован. Горные озера и ледники не подвержены антропогенному воздействию. Большую часть территории занимают заповедники, заказники и другие особо охраняемые природные территории (ООПТ). Основной и наиболее динамично развивающийся вид экономической деятельности – рекреация. Влияние антропогенных факторов на экосистемы водных объектов минимальное, а к изменениям природно-климатических факторов гидробионты в достаточной степени адаптировались. Экосистемы устойчивы и не нуждаются в каких-либо мероприятиях.

Элементы ландшафта, образующие более низкие ступени геохимической системы, представляют собой гетерономные элементы, которые наряду с поступлениями загрязняющих веществ из атмосферы получают часть загрязняющих веществ из более высоко расположенных звеньев ландшафтно-геохимического каскада. Образующиеся на водосборе загрязняющие вещества за счет миграции в природной среде рано или поздно попадают в водные объекты, преимущественно с поверхностным и грунтовым стоками, постепенно накапливаясь в них [8].

Комплекс мероприятий по усилению режима использования рек бассейна Кубани существенно сказался на их гидрологическом режиме, при этом наибольшее влияние оказали переброска части вод реки Кубань через Невинномысский (1948) и Большой Ставропольский (1967) каналы (рис. 2) и создание Краснодарского водохранилища на участке среднего течения реки. Расход воды в реке Кубань в 1968–1975 гг. сократился на 38 %. Забор воды каналами отразился на характере стока по всей длине Кубани вплоть до ее устья. Из притоков р. Кубани изменения стока произошли на реках Маруха, Аксаут и Малый Зеленчук, после введения в строй в 1999 г. Зеленчукского канала, и на реках Белая и Пшиш, после сооружения канала БелГЭС в 1953 г. [7].

В последние годы в связи с нарастающими объемами сельскохозяйственного производства все большую значимость приобретает проблема загрязнения природных вод стоком с полей, лесов, животноводческих угодий. Условно загрязнение этим видом стока можно разделить на 3 группы:

- 1) биогенные вещества, поступающие в реки и водоемы в результате вымывания из почвы;
- 2) ядохимикаты (пестициды, инсектициды, гербициды, дефолианты и др.), смываемые с полей или распыляемые с самолетов;
- 3) продукты водной эрозии почв, включающие в себя органические и неорганические вещества, а также ядохимикаты.

Эти вещества попадают в водоемы и водотоки без какой-либо очистки, а потому имеют высокую концентрацию различных загрязнителей. При таких концентрациях для большинства свободноплавающих организмов условия в экосистемах становятся близкими к летальным.

Наиболее негативно воздействуют на надземные и подземные воды свалки. В местах складирования отходов формируются антропогенные водоносные горизонты, превышающие по уровню загрязнения все существующие техногенные образования в подземной гидросфере. Основной источник поступления загрязнителей в подземные горизонты грунтовых вод – уникальный по своей токсичности фильтрат, формирующийся в аэробных условиях в толще свалки в результате процессов сбраживания, гумификации органического вещества. В фильтрате присутствуют ионы аммония и хлора, в высокой концентрации макрокомпоненты, содержание которых составляет несколько грамм на 1 литр, тяжелых металлов (цинк, свинец, никель, хром, кадмий и другие). В фильтрате формируются органические соединения смешанных рядов, ароматические, ациклические и карбонильные соединения всех классов опасности [4–5, 9].



Рис. 2. Усть-Дзегутинский гидротехнический узел

Промышленность бассейна представлена нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслями, предприятиями машиностроения, электроэнергетики, топливной, химической, лесной, деревообрабатывающей и пищевой промышленностью. Значительную опасность представляют газодымовые соединения (аэрозоли, пыль и т. д.), оседающие из атмосферы на поверхность водосборных бассейнов и непосредственно на водные поверхности. Они образуются при сжигании твердых бытовых отходов на мусоросжигательных заводах и от выбросов предприятий теплоэнергетики и заводов по производству удобрений.

Ежегодно в поверхностные водные объекты бассейна р. Кубань сбрасывается более 2500 млн м³ сточной воды, содержащей более 60 тыс. тонн загрязняющих веществ. Основные загрязнители – промышленное производство, орошаемое земледелие, предприятия ЖКХ.

Система бассейна реки Кубань загрязнена рядом химических соединений, включая тяжелые металлы и нефтепродукты. Весьма загрязнены химическими веществами воды притоков Кубани – реки Лаба, Зеленчук и др. Самые распространенные загрязненные участки реки Кубань расположены в районе городов Армавир, Кропоткин и Краснодар, где сконцентрированы производства, широко использующие нефть и нефтепродукты [6–7].

Превышение концентраций железа, меди, марганца над рыбохозяйственными ПДК наблюдалось практически по всей длине водных объектов, максимальные значения концентраций этих веществ в воде составило до 10 ПДКр. и выше. Экстремальные значения меди доходили до 70 ПДКр. [6–7].

Массовый характер приобрело выделение земель под дачи и огороды в пределах прибрежных полос малых рек. Параллельно с устройством многочисленных дамб была уничтожена береговая растительность, а берега практически распаханы до уреза воды. Все это привело к быстрому заилению и обмелению рек. Особую тревогу вызывает загрязнение рек сельскохозяйственными и иными предприятиями с малоэффективными очистными сооружениями или совсем без них. До 30 % вносимых в почву удобрений и других химикатов вымывается и попадает в реки. Реки обмелели, общий объем их стока уменьшился. Прогрессируют процессы заболачивания, засоления, заи-

ления. На заиленных реках развиваются большие площади тростниковых и рогозово-тростниковых сообществ, которые за счет транспирации в 3 раза увеличивают безвозвратные потери воды и приводят к замору рыбы [8].

Загрязняющие вещества попадают в водоемы не только с сосредоточенными сбросами промышленных и сельскохозяйственных предприятий или очистных сооружений городских стоков – значительная доля их поступления обусловлена смывом поллютантов с водосборных территорий. Более того, нередко общая картина загрязнения рек и водоемов бывает сформирована именно рассредоточенными источниками. Причем, в отличие от сосредоточенных стоков, которые хотя бы в принципе могут быть контролируемы и регулируемы, диффузное загрязнение водоемов практически не поддается прямому контролю и ограничению [10].

Зарегулирование стока р. Кубань, растущий объем безвозвратного изъятия вод при возрастающем объеме сброса загрязненных стоков привели к ухудшению экологической обстановки в бассейне, что привело к изменению состава его иктофауны, снижению численности популяций ценных видов рыб и резкому падению промысла. По сравнению с 30–40 гг. XX в. уловы осетровых, рыба, шемаи, судака и тарани в Азово-кубанском районе снизились в настоящее время более чем в 20–25 раз. Длительное действие загрязняющих веществ приводит к упрощению экосистемы, обеднению видового состава животного и растительного мира, а также росту заболеваемости населения и ухудшению качества жизни [11].

Оценивая состояние водных объектов бассейна р. Кубань на основе экосистемного анализа, можно отметить, что в настоящее время большая часть их являются экологически неполноценными, т.е. неспособными выполнять основную функцию – поддерживать сложившееся в результате длительной эволюции биологическое разнообразие и равновесие.

Анализ природных и антропогенных систем в пределах всего бассейна с учетом степени их деградации и загрязнения позволяет заключить, что ландшафтные системы в целом пока еще достаточно динамичны и способны к самовосстановлению при ослаблении антропогенного давления на них, а выполнение хотя бы части предложенных мероприятий будет благоприятствовать их устойчивому развитию и повышению продуктивности их растительных сообществ.

Наряду с мероприятиями по уменьшению сбросов загрязняющих веществ в водные объекты необходимо кардинально решить вопрос по упорядочению регулирования забора воды, особенно при перераспределении стока рек. Минимальный сброс в основное русло на гидроузлах должен определяться в первую очередь по экологическому принципу. Приоритет при использовании водных ресурсов должен отдаваться экологическим требованиям, а затем по остаточному принципу (или по экономическим соображениям) должны решаться водохозяйственные задачи. Экологический попуск ниже створа регулирования или изъятия воды не может быть постоянной величиной и должен изменяться по величине расходов воды от определенного минимума до максимума, приближаясь в определенных пределах к естественному режиму.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черепов В.М., Новиков Ю.В. Эколого-гигиенические проблемы среды обитания человека. – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2007. – 1076 с.
2. Водный кодекс РФ №74-ФЗ.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2011 году». <http://trn.gov.ru>.
4. Водные ресурсы СССР и их использование, государственный водный кадастр. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 300 с.
5. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – Т. 1. – Вып. 24. – 518 с.

6. Оценка воздействия на окружающую среду по теме «Разработка проекта нормативов допустимого воздействия по бассейну реки Кубань». – М.: ЗАО Производственное объединение «СОВИНТЕРВОД», 2011. – 91 с.
7. Мельникова Т.Н., Комлев А.М. Водоносность рек Северо-Западного Кавказа. – Майкоп: Изд-во Качество, 2003. – 132 с.
8. Борисов В. И. Реки Кубани. – Краснодар, 1978. – 80 с.
9. Вишневецкий В.Ю., Вишневецкий Ю.М. Анализ воздействия загрязняющих веществ на поверхностные водные объекты // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск. "Экология 2009 – море и человек". – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. – № 7. – С. 135-139.
10. Михайлов С.А. Диффузное загрязнение водных экосистем. Методы оценки и математические модели: Аналитический обзор / СО РАН. ГПНТБ. Ин-т водных и экол. проблем. – Барнаул: День, 2000. – 130 с.
11. Абаев Ю.И. Методы рыбохозяйственного использования продукционного потенциала внутренних водоемов Северного Кавказа // Актуальные вопросы экологии и охраны природы водных экосистем и сопредельных территорий: Материалы Межреспубл. научн.-практ. конф. – Краснодар, 1995. – С. 136-138.
12. Вишневецкий В.Ю., Вишневецкий Ю.М. К вопросу влияния гидробионтов на качество воды в водных объектах // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 9 (122). – С. 145-152.

Статью рекомендовал к опубликованию д.г.н., профессор В.В. Анищенко.

Вишневецкий Вячеслав Юрьевич – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: vvu@fer.tti.sfedu.ru; 347928, г. Таганрог, ул. Шевченко, 2, корп. «Е»; тел.: 88634371795; кафедра электрогидроакустической и медицинской техники; к.т.н.; доцент.

Вишневецкий Юрий Михайлович – e-mail: vum09@mail.ru; к.г.н.

Vishnevetsky Vyacheslav Yur'evich – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: vvu@fer.tti.sfedu.ru; 2, Shevchenko street, b. E, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371795; the department of hydroacoustic and medical engineering; cand. of eng. sc.; associate professor.

Vishnevetsky Yury Mikhailovich – e-mail: vum09@mail.ru; cand. of geol. sc.

УДК 534.29: 551.594.25

Н.Н. Чернов, А. Стира, П.С. Голосов

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОТЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ОТ ПРИМЕСЕЙ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ

В настоящее время ультразвук широко применяется в различных отраслях: металлургии, химической и пищевой промышленности, медицине, производстве различного оборудования. Существенную роль ультразвуковые колебания играют и в системах по очистке воды от вредных примесей. Подземные воды, используемые для обеспечения населения питьевой водой, содержат большое количество нерастворимых взвесей, в частности, железа. Использование ультразвуковых колебаний способствует быстрому окислению, укрупнению и осаждению частиц железа и других вредных примесей. На основе решения уравнения для изменения диффузионного потока частиц через акустический и гидродинамический пограничные слои показано, что акустическое поле интенсифицирует процесс осаждения частиц в жидких средах.

Акустическая коагуляция; осаждение примесей; взвешенные частицы; пограничные слои; диффузия.