

УДК 556.535.8(282.255.47)

*Ю.В. Крашановская**, *Г.Т. Фрумин*****ЭКОЛОГИЧЕСКИ ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В РЕКАХ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН**

* Невско-Ладожское бассейновое водное управление, yulia3885@gmail.com;

** Российский государственный гидрометеорологический университет

*Yu. V. Krashanovskaya, Gr. T. Frumin***ECOLOGICALLY ACCEPTABLE CONCENTRATIONS
OF POLLUTANTS AND NUTRIENTS IN SOME RIVERS
OF AKMOLA REGION OF KAZAKHSTAN**

В статье рассмотрены основные недостатки нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Такие нормативы не учитывают специфику функционирования водных экосистем в различных природно-климатических зонах. Представлены результаты расчетов тремя методами экологически допустимых концентраций (ЭДК) загрязняющих веществ и биогенных элементов в реках Акмолинской области Казахстана. Данное исследование имеет большое практическое значение с точки зрения экологической безопасности развития коммунально-бытовой сферы в указанном регионе.

Ключевые слова: реки Казахстана, качество воды, биогены, загрязняющие вещества, предельно допустимые концентрации (ПДК), экологически допустимые концентрации.

The paper considers the major disadvantages of federal maximum permissible concentrations for water in commercial fishery reservoirs. They do not take into account features of hydro-ecosystems, which vary due to geographical conditions. The results of calculations with the use of three methods of ecologically acceptable concentrations (EAC) of some pollutants and nutrients in some rivers of Akmola region of Kazakhstan are presented.

This study is of great practical importance from the point of view of ecological safety of municipal sector development in the region.

Keywords: rivers of Kazakhstan, water quality, nutrients, pollutants, maximum permissible concentration (MPC), ecologically acceptable concentration.

С переносом столицы Республики Казахстан в город Астану связано усиление техногенной нагрузки на окружающую среду Акмолинской области, включая водные ресурсы. Развитие промышленного и сельскохозяйственного секторов, коммунально-бытовой сферы в регионе отразилось на экологическом состоянии поверхностных водных объектов. Основными загрязнителями рек Акмолинской области являются ливневые стоки с территорий населенных пунктов, а также минеральные и органические удобрения, смываемые талыми и дождевыми водами, что приводит к ухудшению экологического состояния поверхностных водных объектов области – приемников сточных вод. Наблюдается тенденция увеличения

объемов сброса сточных вод, значительную часть из которых составляют недостаточно очищенные и неочищенные сточные воды [2].

По своим климатическим характеристикам территория Актолинской области принадлежит к числу засушливых районов Казахстана. Природные особенности, а прежде всего резкая засушливость климата, не благоприятствуют развитию густой сети рек на территории области. Дефицит водных ресурсов усугубляется их загрязнением. Рациональное использование водных ресурсов области является условием достижения устойчивого экономического роста и улучшения уровня жизни населения.

В казахстанском законодательстве нормативы качества воды основываются на установлении предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, в воде рыбохозяйственных водоемов, в питьевой воде, предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ в природные водоемы, предельно допустимых вредных воздействий на водоемы [9].

В настоящее время система предельно допустимых концентраций (ПДК) подвергается справедливой и аргументированной критике [6]. Наметилась тенденция к оценке состояния водных объектов с точки зрения не потребностей конкретного природопользователя, а с позиций сохранения структуры и функциональных особенностей гидроэкосистемы, так как «необходимо научиться прогнозировать отклик экосистемы в целом на совокупное внешнее воздействие, а не какого-либо ресурсного звена, обуславливающего практический интерес потребителя» [5].

Систематизация основных аргументированных претензий к действующей системе ПДК сводится к следующему [1, 3, 4, 6, 11, 12, 14, 15, 16]:

- концентрация веществ в воде не отражает токсикологическую нагрузку на экосистему, так как не учитывает процессы аккумуляции веществ в биологических объектах и донных отложениях;
- федеральные ПДК не учитывают специфику функционирования водных экосистем в различных природно-климатических зонах и биогеохимических провинциях, а значит, и их токсикорезистентность;
- не учитываются эффекты синергизма, антагонизма, суммации;
- при обосновании ПДК не учитывается разный трофический статус экосистем, сезонные особенности природных факторов, на фоне которых проявляется токсичность загрязняющих веществ;
- прирост таблиц ПДК не поспевает за поступлением новых загрязняющих веществ в водные объекты.

Перечисленные, а также некоторые другие недостатки не отвергают необходимость оценки состояния водных объектов по ПДК, но свидетельствуют о потребности в разработке новых подходов. Каждый водный объект представляет собой единую экосистему, поэтому задачу охраны вод следует решать с научно-обоснованных экологических позиций. Иными словами, обобщая представленный материал, мы неизбежно приходим к выводу об экологической целесообразности регионального регламентирования антропогенной токсикологической нагрузки на водные экосистемы. Для каждой экосистемы должны быть выявлены собственные

критерии качества природной среды, зависящие от экологического резерва данной экосистемы и от экологических возможностей региона [8].

В июле 1985 г. Верховный Совет СССР после рассмотрения вопроса об охране природы в нашей стране принял постановление, в котором, в частности, Государственному комитету СССР по гидрометеорологии и другим министерствам и ведомствам было поручено провести в 1986–1990 гг. комплекс научных исследований с целью перевода всей системы государственного контроля загрязнения окружающей среды на экологическую основу. Было предложено разработать принципиально новый подход к нормированию антропогенных воздействий, основанный на экологическом нормировании техногенных загрязнений различных элементов географической оболочки. Экологическое нормирование призвано ограничить антропогенные воздействия рамками экологических возможностей и нацелено на оптимизацию взаимодействия человека с природой и использования возобновляемых природных ресурсов.

Основным критерием при определении допустимой антропогенной нагрузки является отсутствие снижения продуктивности, стабильности и разнообразия экосистемы. Гибель отдельных организмов в этом случае не представляется критической.

В связи с изложенным цель данного исследования заключалась в оценке экологически допустимых концентраций (ЭДК) загрязняющих веществ и биогенных элементов в основных реках Акмолинской области Республики Казахстан.

Материалы и методы исследования

В работе были рассмотрены 7 водотоков (5 рек, 1 канал и 1 ручей), протекающих в Акмолинской области Республики Казахстан: Есиль, Нура, Ак-Булак, Сары-Булак, Жабай, ручей Беттыбулак, канал Нура-Есиль.

Первичные данные для анализа были заимствованы из ежегодников химической лаборатории государственного предприятия «Центр гидрометеорологического мониторинга» РГП «Казгидромет», входящего в состав Министерства экологии и охраны окружающей среды Республики Казахстан. Для установления экологически допустимых концентраций металлов были использованы три варианта расчетов:

$$\text{ЭДК}_1 = C_{\text{CP}} + 2\sigma \quad [10]; \quad (1)$$

$$\text{ЭДК}_2 = \text{ВК} + 1,5(\text{ВК} - \text{НК}) \quad [5]; \quad (2)$$

$$\text{ЭДК}_3 = C_{\text{CP}}(1 + \sigma/C_{\text{CP}}) \quad [7], \quad (3)$$

где C_{CP} – средняя концентрация металла за рассматриваемый период; σ – среднеквадратическое отклонение; ВК – верхняя квартиль распределения; НК – нижняя квартиль распределения.

Для математико-статистической обработки данных использовались табличные процессоры Excel и Surfer 8.

С.А. Патиным был разработан биогеохимический подход к нормированию ПДК тех химических элементов, которые являются одновременно и естественными микрокомпонентами состава воды, и распространенными антропогенными примесями в морских экосистемах [13]. Каждый из таких компонентов среды

должен иметь свой биологически допустимый (толерантный) для гидробионтов диапазон концентраций в воде, в пределах которого организмы, их сообщества и популяции располагают возможностями оптимальной реализации своих физиологических, экологических и других функций. Количественная оценка верхнего биогеохимического порога экологической толерантности ($ЭДК_1$) проводится по формуле (1).

Согласно Д.Г. Замолодчикову, современные статистические методы предоставляют возможность при достаточно большом наборе данных определить значения, «выпадающие» из данного распределения [7]. Верхнюю границу «выпадающих» значений, рассматриваемую как экологически допустимый уровень ($ЭДК_2$), можно найти по уравнению (2). Верхняя граница «выпадающих» значений рассматривается как экологически допустимый уровень для тех факторов, с возрастанием значений которых связано ухудшение экологического состояния.

Отличительной чертой рассмотренного подхода к экологическому нормированию допустимых уровней нагрузок на экосистемы является то, что анализу подвергается воздействие антропогенных факторов на реальные экосистемы, причем основой для такого анализа служат интегративные характеристики экосистем – экологические модификации.

Согласно В.Н. Маркину и Е.В. Горбачевой, при проведении природоохранных мероприятий важно сохранить водный объект в состоянии, близком к естественному, с соответствующей способностью к самоочищению [10]. Очевидно, что естественное состояние водного объекта сохранится в случае изменения концентрации конкретного вещества в воде в пределах естественного среднеголетного диапазона изменения концентраций, т. е. при изменении концентраций в пределах наиболее вероятного диапазона для естественных условий. В этом случае расчет $ЭДК_3$ проводится по формуле (3).

Далее были получены средние значения экологически допустимых концентраций загрязняющих веществ и биогенных элементов в реках Акмолинской области ($ЭДК_c$).

Результаты и их обсуждение

Результаты расчетов величин $ЭДК_1$, $ЭДК_2$, $ЭДК_3$ и их средних значений ($ЭДК_c$) приведены в таблице.

Как видно из таблицы, наибольшие значения по всем веществам для всех водных объектов имеют концентрации, рассчитанные по биогеохимическому подходу, разработанному С.А. Патиным [13]. Значения, рассчитанные по подходу Д.Г. Замолодчикова, а также по подходу В.Н. Маркина и Е.В. Горбачевой, в большинстве случаев близки между собой [6, 10].

Рассмотренные методы могут быть использованы для получения экологически допустимых концентраций веществ в реках Акмолинской области. Применение этих методов позволяет получить более объективные результаты по сравнению с федеральными предельно допустимыми концентрациями, так как при расчете учитываются различные природно-климатические условия региона, а также фоновые концентрации элементов в водных объектах.

Величины экологически допустимых концентраций
биогенных элементов и загрязняющих веществ в реках Акмолинской области, мкгЧ

ЭДК	Азот нитритный	Азот нитратный	Аммоний солевой	Фосфаты	Сумма азота	АПАВ	Фосфор общий	Нефтепро- дукты
Есиль								
ЭДК ₁	69,9	1236,2	806,0	164,2	1651,7	443,4	283,5	136,0
ЭДК ₂	27,0	1460,0	315,0	46,0	1625,0	85,0	79,0	120,0
ЭДК ₃	41,5	809,5	480,4	96,0	1090,3	240,2	166,3	91,0
ЭДК _с	46,1	1168,6	533,8	102,1	1455,7	256,2	176,3	115,6
Нура								
ЭДК ₁	104,7	4077,1	796,0	335,0	4521,7	71,4	495,9	164,2
ЭДК ₂	68,0	2236,3	415,0	185,0	2831,4	95,0	240,0	145,0
ЭДК ₃	64,5	2484,3	510,4	210,6	2816,6	52,5	313,2	108,3
ЭДК _с	79,1	2932,5	573,8	243,5	3389,9	73,0	349,7	139,2
Канал Нура-Есиль								
ЭДК ₁	74,7	3990,8	1963,4	88,9	4653,3	70,2	4419,5	141,3
ЭДК ₂	48,0	1635,0	730,0	78,0	2435,0	70,0	117,0	145,0
ЭДК ₃	46,7	2364,4	1172,6	57,8	2868,0	50,7	2310,9	95,0
ЭДК _с	56,5	2663,4	1288,7	74,9	3318,8	63,6	2282,5	127,1
Акбулак								
ЭДК ₁	56,7	1800,9	848,8	912,2	2231,1	158,0	1493,6	186,5
ЭДК ₂	21,5	1115,0	545,0	398,3	1748,8	88,8	532,9	145,0
ЭДК ₃	34,4	1102,5	538,9	550,0	1423,4	97,9	898,9	122,6
ЭДК _с	37,5	1339,5	644,3	620,1	1801,1	114,9	975,1	151,4
Сары-Булак								
ЭДК ₁	140,3	2125,8	3435,2	496,0	4083,9	210,3	15910,4	287,8
ЭДК ₂	87,0	1515,0	1680,0	325,0	3137,5	140,0	405,0	215,0
ЭДК ₃	88,1	1334,0	2099,8	316,4	2662,3	138,6	8230,8	191,6
ЭДК _с	105,1	1658,3	2405,0	379,1	3294,6	163,0	8182,1	231,4
Жабай								
ЭДК ₁	83,6	1703,5	501,0	250,3	1943,0	73,5	310,1	182,9
ЭДК ₂	45,0	1685,0	470,0	158,5	1790,6	75,6	213,5	170,0
ЭДК ₃	52,2	1141,8	337,6	159,6	1348,7	53,5	202,2	120,1
ЭДК _с	60,3	1510,1	436,2	189,5	1694,1	67,5	241,9	157,7
Ручей Бетгыбулак								
ЭДК ₁	33,3	1877,5	250,0	246,8	1908,8	47,3	321,3	71,2
ЭДК ₂	12,6	1800,0	151,3	14,9	1785,8	35,0	34,3	60,0
ЭДК ₃	19,9	1327,2	157,1	133,0	1374,2	31,7	180,0	46,1
ЭДК _с	21,9	1668,2	186,1	131,6	1689,6	38,0	178,5	59,1

Литература

1. *Абакумов В.А., Суценыя Л.М.* Гидробиологический мониторинг пресных вод и пути его совершенствования // Экологические модификации и критерии экологического нормирования; Тр. межд. симпозиума. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – С. 41–51.
2. *Акмолинская область: Энциклопедия.* – Алматы: ТОО «Казахская энциклопедия», 2009. – С. 29–30.
3. *Волков И.В., Заличева И.Н., Ганина В.С. и др.* О принципах регламентирования антропогенной нагрузки на водные экосистемы // Водные ресурсы, 1993. Т. 20. – С. 707–713.
4. *Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г.* Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем. – Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994. – С. 27–29.
5. *Дмитриев В.В.* Экологическое нормирование состояния и антропогенных воздействий на природные экосистемы // Вестник Санкт-Петербургского ун-та, 1994. Сер. 7. Вып. 2 (№ 4). – С. 60–70.
6. *Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т.* Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. – СПб., 2004. – С. 174.
7. *Замолодчиков Д.Г.* Оценка экологически допустимых уровней антропогенного воздействия пресноводные экосистемы // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. XV. – СПб.: Гидрометеоздат, 1993. – С. 214–233.
8. *Израэль Ю.А., Абакумов В.А.* Об экологическом состоянии поверхностных вод СССР и критериях экологического нормирования // Экологические модификации и критерии экологического нормирования; Тр. межд. симпозиума. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – С. 7–18.
9. *Кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 г. № 212-III «Экологический кодекс Республики Казахстан».* Гл. 4. Экологическое нормирование.
10. *Маркин В.Н., Горбачева Е.В.* Оценка допустимой биогенной нагрузки на речные системы со стороны водосборной площади. Режим доступа: <http://msuee.ru/kmirz/Htmls4/Markin/DopBioNagr.htm>
11. *Никаноров А.М., Тарасов М.Н., Трунов Н.М. и др.* Проблема нормирования качества поверхностных вод и натурное экологическое моделирование // Экологическое нормирование и моделирование антропогенного воздействия на водные экосистемы. Вып. 1. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – С. 5–9.
12. *Опекунов А.Ю.* Экологическое нормирование. – СПб.: ВНИИ Океангеология, 2001. – С. 45–46.
13. *Патин С.А.* Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 304 с.
14. *Тимофеева Л.А., Фрумин Г.Т.* Проблемы нормирования качества поверхностных вод // Учен. зап. РГГМУ, 2015, № 38. – С. 215–220.
15. *Фрумин Г.Т.* Оценка состояния водных объектов и экологическое нормирование. – СПб.: Синтез, 1998. – С. 45–53.
16. *Фрумин Г.Т.* Экологическая химия и экологическая токсикология: учеб. пос. – СПб.: РГГМУ, 2002. – С. 107–111.