

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ГИГИЕНИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА КОМПЛЕКСНОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В СИБИРИ

Е. М. Трофимович, М. А. Креймер

Социально-экономическое развитие восточных регионов страны осуществляется по пути формирования индустриальных территориально-производственных и агропромышленных комплексов (ТПК и АПК), причем в Сибири как основной сырьевой базы страны ведущее место занимают угольные и горнорудные ТПК. Их развитие имеет отраслевой и территориальный аспекты, что на современном этапе характеризуется качественно новыми проявлениями:

Новому уровню гигиенических научных и практических задач оптимизации комплексного водопользования в ТПК, развивающихся и формирующихся на базе месторождений угля и руд, а также в аграрно-промышленных комплексах соответствуют основополагающие принципы системного подхода, который с 70 годов нашего времени утвердился как основной в общей методологии комплексного изучения проблем.

Совершенствование конкретно-научных методов является одним из основных условий качественного и количественного

прогресса в гигиенической системе комплексного водопользования и составной частью практической деятельности гигиенистов и санитарных врачей в ТПК и АПК.

Нами сделана попытка построения обобщенной логической модели и методической схемы исследования системы комплексного водопользования в ТПК и АПК, выявления ведущих элементов систем и подсистем, характеристики их взаимосвязей и формирования научных основ гигиенического прогноза оптимизации водопользования в угольных, горнорудных и агропромышленных регионах с помощью новых конкретно-научных методов. Были разработаны методы количественного выражения природного потенциала самоочищения воды водных объектов, определения антропогенной нагрузки на самоочищающую способность природных вод, количественных и качественных параметров взаимосвязей горнодобывающих отраслей промышленности Сибири и водных объектов как элементов глобальной системы окружающей человека среды. Была решена задача ускоренного гигиенического нормирования перспективных флотационных реагентов в воде водных объектов на основе установления закономерностей изменения гигиенических нормативных параметров в гомологических рядах и алифатических изомерах цепи углеродных атомов [2].

Последовательно решались задачи определения количественных и качественных показателей кумулятивного эффекта, установления патогностических признаков хронической интоксикации флотореагентами теплокровных организмов и математического обоснования токсической нагрузки водного фактора на здоровье населения. В задачу исследований входило научное обоснование принципов гигиенического скрининга населения ТПК и АПК. Для выявления механизмов влияния химических соединений техногенной природы на функцию почек и состояние водно-солевого обмена у детского населения при хроническом действии водного фактора были разработаны методы малых водных и водносолевых нагрузок, приемлемые для проведения массового углубленного медицинского обследования населения [1, 2].

Разработаны научные основы гигиенического картографирования в системе комплексного регионального водопользования. Выполнена разработка гигиенических карт состояния водных объектов в ТПК Сибири [2].

Объектами исследований были избраны Кузбасский, Западно-Сибирский ТПК, Южно-Якутский угольный комплекс, КАТЭК и реки, используемые одновременно ТПК и АПК.

Были изучены условия формирования и эффективность очистки сточных вод угольных шахт и разрезов, углеобогатительных фабрик, горнообогатительных комбинатов, животноводческих комплексов и других объектов. Установлено влияние производственных сточных вод предприятий угольной промышленности, ГОКов и животноводческих комплексов на санитарное состояние водных объектов и условиях водопользования населения. Проведено углубленное медицинское обследование детей в возрасте 7—11 лет в пунктах наблюдения и контроля в Кузбасском ТПК.

Изучена динамика санитарного состояния рек Оби и ее основных верхних притоков — Алея, Ини, Томи, а также притоков второго порядка этого бассейна — реки Чумыш и ее притоков и реки Чулым и ее притоков, а также рек Лены, Алдана и других водных объектов в исследованных ТПК. Проведено углубленное исследование водных объектов Сибири в ТПК и смежных с ними АПК.

Рассмотрим реализацию принципа системного подхода в гигиене комплексного водопользования на примере одновременного использования рек Сибири в ТПК и АПК.

ТПК и АПК как функциональные системы имеют различные системообразующие элементы. В ТПК это, в основном, промышленные объекты и естественные водоемы, а в АПК — сельскохозяйственные объекты и искусственные водотоки. Однако, основным единым для ТПК и АПК системообразующим элементом в гигиене водопользования является население. Именно гигиенические критерии водопользования населения были приняты за основу в исследовании и сравнении взаимосвязей между разнородными элементами ТПК и АПК для научного прогноза оптимизации санитарных условий комплексного водопользования. При этом были применены новые гигиенические методы конкретно-научных исследований.

Бассейн р. Оби с притоками Иртышом и Томью уже в настоящее время имеет определенный антропогенный фон. В пределах Кузбасского ТПК вода р. Томи соответствует гигиеническим требованиям на выбор источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения на участке выше г. Междуреченска, а р. Оби — выше г. Барнаула. В сложившейся водно-санитарной ситуа-

ции ТПК оказались расположенными друг за другом вниз по течению рек.

Гипотетически забор воды из реки в постоянном створе может создать стабильный фоновый уровень качества воды в искусственном водотоке за счет полного исключения фактора разбавления.

Установлено, что при низком природном потенциале самоочищения рек процесс самоочищения воды в искусственных водотоках не будет иметь решающее значение в улучшении ее качественного состава и свойств.

Если искусственные водотоки планируется использовать как источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, то при постоянном уровне загрязнения исходной воды создание наиболее благоприятной водно-санитарной ситуации за счет вариирования местоположения новых населенных мест на искусственных водотоках будет исключено. В результате практически все объекты, планируемые к развитию по трассе искусственных водотоков между ТПК и АПК по водно-санитарной ситуации, будут «привязаны» к створу отъема воды из естественного водного объекта. В связи с этим могут возникнуть новые функциональные связи в системе водопользования, и ТПК будут оказывать существенное влияние на развитие агропромышленных комплексов. АПК как водопользователь окажется в большой зависимости от уровня мероприятий по охране водных объектов в ТПК.

Создание искусственных водотоков может расширить регион, входящий в сферу бассейнов рек. В конечном итоге это может привести к объединению разных бассейнов. При этом возрастет значение межбассейнового принципа комплексного использования и охраны водных ресурсов. Социально-экономическое развитие регионов, охватывающих бассейны естественных рек, будет влиять на интенсивность социально-экономического развития регионов в бассейнах искусственных водотоков.

АПК и ТПК могут развиваться по самостоятельным экономическим и социальным планам. Однако, вопросы санитарной охраны водных объектов у них будут общими. Общность задач определяет необходимость комплексного прогноза водопользования. Если принять прогноз за научное обоснование

санитарной ситуации, которая может сложиться в реальной перспективе, то наиболее важными для прогноза будут определение антропогенной нагрузки на водные объекты и влияние водного фактора на здоровье населения.

В качестве модели прогноза водопользования населения можно принять Кузбасский ТПК. В настоящее время в Кузбассе сложилась ситуация, при которой Новокузнецкий, Прокопьевско-Киселевский и Кемеровский промузлы оказывают влияние на условия водопользования населенных мест, расположенных на р. Томи ниже по течению. В качестве модели пунктов водопользования будущих АПК был взят г. Юрга, централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение которого осуществляется из р. Томи на 100 км ниже г. Кемерова.

В настоящее время контроль за санитарным состоянием водных объектов осуществляется путем определения широкого круга санитарных показателей и гигиенических нормативов состава и свойств воды. Эти показатели отражают санитарное состояние водных объектов в анализируемый момент времени. Но только по величине любого контролируемого показателя еще нельзя прогнозировать развитие событий. Прогноз связан с необходимостью получения интегральных показателей, отражающих общую антропогенную нагрузку на водный объект и нагрузку водного фактора на здоровье населения.

Для характеристики санитарного состояния водных объектов и влияния водного фактора на здоровье населения используется преимущественно регистрация биологических реакций. Биологические системы реагируют на антропогенное воздействие инерционно, т. е. реакция наступает, если уровень воздействия фактора превышает норму, а возвращение к исходному уровню происходит через определенное время, после прекращения действия фактора. Следовательно, интегральный показатель по своей природе должен отражать кумулятивный эффект. Например, состояние процесса углеродистой стадии самоочищения воды водного объекта оценивается по величине биохимического потребления кислорода (БПК). Каждое цифровое значение БПК характеризует процесс самоочищения в контролируемое время.

Расчет показателя кумулятивной динамической антропогенной нагрузки на углеродистую стадию самоочищения воды водных объектов (ТБПК) проводится по следующей схеме.

По полученной выборке исходных данных за период санитарных наблюдений строится статистический ряд распределения. При этом на оси абсцисс откладываются индексные значения БПК (в ед.), а на оси ординат число случаев (n). Полученное статистическое распределение может быть описано законом распределения и ему найдена функция плотности. Удобство такого представления некоторой совокупности контролируемой величины заключается в том, что по статистическому распределению можно судить о характере явления за исследуемый период.

При этом на полученном статистическом распределении по оси абсцисс можно провести границу нормы (рис. 1). Соотношение полученных двух областей будет показывать степень нагрузки в интервале выше нормы.

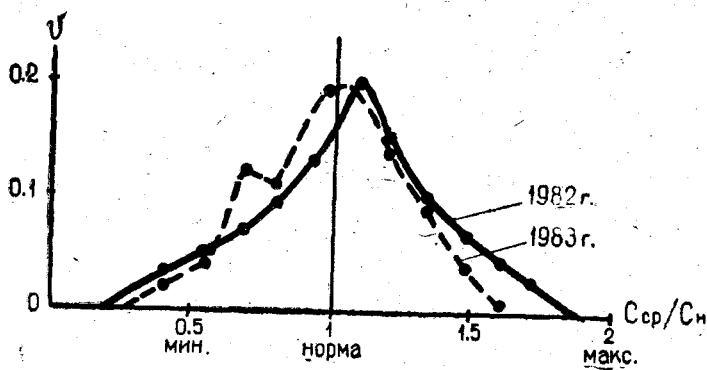


Рис. 1. Статистическое распределение величин БПК₂₀ воды, выраженное в нормированных индексах

Показатель реальной нагрузки на самоочищающую способность водных объектов рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{\text{БПК}} = \frac{\sum_{\text{ПДК}}^{\text{макс.}} C_i \text{ БПК}}{\sum_{\text{мин.}}^{\text{макс.}} C_i \text{ БПК}}$$

При большом числе случаев статистический ряд делится на интервалы. Тогда расчет проводится по формуле:

$$\text{ТБПК} = \frac{\sum_{\text{ПДК}}^{\text{макс.}} \left(\frac{C_{\text{ср}}}{C_{\text{н}}} \cdot V_i \right)}{\sum_{\text{мин.}}^{\text{макс.}} \left(\frac{C_{\text{ср}}}{C_{\text{н}}} \cdot V_i \right)}$$

где C — среднее значение БПК в интервале i ,

V_i — частотный индекс — частное от деления числа случаев в интервале (i) на общее число определений БПК (n_i/N).

Значения ТБПК изменяются в пределах от 0 до 1.

Рассмотрим пример. В створе водоема ежемесячно проводились анализы проб воды на БПК₂₀. В таблице 1 эти значения разнесены по градациям. Для 1982 года в 52 случаях значения БПК₂₀ были выше нормы. Построенное по этим значениям статистическое распределение показывает, что в створе водозабора нагрузка на углеродистую фазу самоочищения в 1982 году составила 0,734, а в 1983 — 0,602. Следовательно, в 1983 г. нагрузка на самоочищающую способность воды снизилась по сравнению с 1982 г. на 18%. Аналогичное статистическое распределение можно построить по годам и сезонам.

Показатель Т БПК комплексно может отражать динамику загрязнения водоема в избранные интервалы времени и интегрально характеризует процесс самоочищения по тесту БПК₂₀. Показатель ТБПК позволяет оценивать весь комплекс профилактических мероприятий и прогнозировать изменения антропогенной нагрузки на самоочищающую способность водных объектов, т. е. может быть использован в управлении процессом оптимизации комплексного водопользования в ТПК и АПК.

Таким образом, при системном подходе гигиенический прогноз оптимального водопользования может идти по пути построения идеальной гипотетической модели, состоящей из дискретных элементов, обоснования надежных показателей и способов их идентификации, контроля и упорядочения в общей системе, а также обоснования альтернативных преобразований в соответствии с генеральной задачей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Возрастные аспекты исследования водно-солевого обмена и функции почек у человека с помощью водной и водно-солевых функциональных проб. (Методические рекомендации) Минздрав СССР. № 11—14/22—6 от 28.12.1983 г. М., 1984.

2. Трофимович Е. М., Гурвич С. М., «Охрана водных объектов при добыче и обогащении руд и углей». — М., Недра, 1985 г.

Пример расчета показателя нагрузки на самоочищающую
способность воды водоема (Т БПК)

БПК _{т0}	Среднее значение интервала, мг/дм ³	Нормативный индекс	1982			1983		
			число случаев	частотный индекс	нормативно-частотный индекс	число случаев	частотный индекс	нормативно-частотный индекс
Интервалы	Сср	Сср/Сн	ni	$\frac{ni}{N} = Vi$	$\frac{Cp}{Cn} \cdot Vi$	ni	Vi	$\frac{Cp}{Cn} \cdot Vi$
1,01—1,4 мин.	1,2	0,4	3	0,0357	0,01428	2	0,0282	0,01128
1,41—1,8	1,6	0,53	4	0,0476	0,02523	3	0,0422	0,0224
1,81—2,2	2,0	0,67	6	0,0714	0,0478	9	0,1267	0,0849
2,21—2,6	2,4	0,8	8	0,0952	0,07616	8	0,1127	0,09016
2,61—3,0 норма	2,8	0,93	11	0,1309	0,1217	14	0,1972	0,1834
3,01—3,4	3,2	1,07	17	0,2024	0,2166	14	0,1972	0,2110
3,41—3,8	3,6	1,2	13	0,1547	0,1856	10	0,1408	0,1670
3,81—4,2	4,0	1,33	9	0,1071	0,1424	7	0,0986	0,1311
4,21—4,6	4,4	1,47	6	0,0714	0,1049	3	0,0422	0,0620
4,61—5,0	4,8	1,6	4	0,0476	0,0762	1	0,01408	0,0225
5,01—5,4 макс.	5,2	1,73	3	0,0357	0,0618			№
Сумма (Σ)	—	—	N=84		Σ=1,0726	N=71		Σ=0,9857

$$T_1 = (0,2166 + 0,1856 + 0,1424 + 0,1049 + 0,0762 + 0,0618) / 1,0726 = 0,734. \quad T_2 = 0,5936 / 0,9857 = 0,602$$

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГИГИЕНЫ В РАЙОНАХ СИБИРИ И СЕВЕРО-ВОСТОКА СТРАНЫ

Актуальные вопросы гигиены в районах Сибири и Северо-Востока страны. — М.: НИИ гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана, 1985, стр. 111.

Сборник подготовлен по материалам Новосибирского научно-исследовательского института гигиены.

В нем представлены результаты гигиенических исследований, выполненных в 1983—1984 гг. В статьях освещаются вопросы, касающиеся гигиенических аспектов охраны труда и окружающей среды в горнодобывающей, угольной и химической промышленности в районах Сибири и Северо-Востока нашей страны.

Ил. 3; табл. 14, список лит. — 66 назв.

Ответственный редактор **Е. М. Горбачев**

Редколлегия: **Д. И. Каганович** (редактор), **А. А. Добринский**,
И. Г. Лемещенко