

С учетом того что, масса фрагмента материала мишени (бязи) площадью  $1 \text{ см}^2$  составила  $0,01346 \text{ г}$ , пересчитаем содержание сурьмы в  $1 \text{ см}^2$  материале мишени.

Таблица 2. Содержание сурьмы в материале мишеней ( $X_{cp}$ , мкг/см<sup>2</sup>)

Дистанция выстрела, см	Расстояние фрагмента мишени от центра, мм				
	0-10	10-25	25-50	50-100	100-150
	$X_{cp}/\Delta X$	$X_{cp}/\Delta X$	$X_{cp}/\Delta X$	$X_{cp}/\Delta X$	$X_{cp}/\Delta X$
0	<u>13,73</u>	<u>3,0</u>	<u>0,19</u>	<u>0,0025</u>	<u>0,0010</u>
	4,12	0,9	0,06	0,0007	0,0003
10	<u>15,17</u>	<u>8,52</u>	<u>9,83</u>	<u>1,04</u>	<u>0,096</u>
	4,55	2,56	2,95	0,31	0,029
30	<u>8,67</u>	<u>1,66</u>	<u>2,39</u>	<u>0,39</u>	<u>0,12</u>
	2,60	0,50	0,72	0,12	0,04
50	<u>2,85</u>	<u>0,31</u>	<u>0,29</u>	<u>0,22</u>	<u>0,061</u>
	0,85	0,09	0,09	0,07	0,018
100	<u>0,49</u>	<u>0,06</u>	<u>0,010</u>	<u>0,005</u>	<u>0,004</u>
	0,15	0,02	0,003	0,002	0,001
300	<u>0,18</u>	<u>0,003</u>	<u>0,003</u>	<u>0,0020</u>	-
	0,05	0,001	0,001	0,0006	
500	<u>0,32</u>	<u>0,29</u>	<u>0,006</u>	<u>0,006</u>	<u>0,006</u>
	0,10	0,09	0,002	0,002	0,002
1000	<u>0,019</u>	<u>0,009</u>	<u>0,063</u>	<u>0,025</u>	<u>0,004</u>
	0,006	0,003	0,019	0,007	0,001

Из данных в табл. 2 видно, что метод ИВ обладает чувствительностью, достаточной для определения в материале мишени как фоновых, так и более высоких концентраций сурьмы, являющихся результатом воздействия на мишень газопороховой струи при выстреле.

Проведенные модельные эксперименты показывают, что методика количественного химического анализа мишеней при вольтамперометрическом определении сурьмы на органо-модифицированных электродах могут с успехом использоваться в объектах судебной экспертизы при установлении дистанции выстрела из огнестрельного оружия.

## К ВОПРОСУ О РЕГИОНАЛЬНОМ НОРМИРОВАНИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Суржиков Д.В., профессор каф. экологии и техносферной безопасности\*;  
Мукашева М.А., д.б.н., профессор\*\*; Мукашева Г.Ж., к.б.н., доцент\*\*; Айткулов А.М., к.б.н., доцент\*\*; Тыкежанова Г.М., к.б.н., доцент\*\*; Нугуманова Ш.М., к.м.н., доцент

\*Новокузнецкий институт (филиал)

Кемеровского государственного университета<sup>1</sup>

г. Новокузнецк, Российская Федерация;

\*\*Карагандинский государственный университет им. академика Е.А.Букетова

г. Караганда, Республика Казахстан

Проблема качества водоисточников является предметом постоянного внимания законодательных и исполнительных органов во всех регионах Казахстана, поскольку состояние поверхностных источников централизованного водоснабжения и качество питьевой воды требует константного контроля. Связь эффекта потенциально токсичных веществ, присутствующих в воде со временем характеризуются чередованием периодов стимуляции и угнетения показателей водных объектов. Характер зависимости прослеживается в связи эффекта с концентрацией, где выявляются диапазоны, стимулирующих и угнетающих концентраций.

*Ключевые слова:* водный объект, химические вещества, концентрация, загрязнение вод, эпидемиологические исследования, заболеваемость.

Сейчас очевидно, что загрязнение вод до экологически опасного уровня различными веществами является постоянно действующим фактором, влияющим на жизнедеятельность организмов, на процессы переноса и трансформации вещества и энергии в водных экосистемах [1]. Все это, в конечном счете, влияет на благосостояние и здоровье человека. Любое вещество в избытке способно оказывать токсическое действие на организм. Каждая группа организмов и каждый уровень биоорганизации при токсическом воздействии имеют свою собственную специфику изменений, однако, существует единый принцип регулирования, который предполагает существование сходных закономерностей токсического действия, присущих разным уровням организации биологических систем [2, 3, 4]. Одна из закономерностей заключается в чередовании состояний угнетения и стимуляции активности биологической функции. Данная закономерность имеет место во времени и в ряду концентраций. А.Ф. Карпевич выделяет по эффекту на водные организмы диапазоны концентраций обеспечения, стимулирования, экологической валентности химического вещества, которые формируют концентрационную зависимость эффекта, где элементы фазности играют важную роль при решении практических задач экотоксикологического нормирования [2].

Мониторинг качества воды показал, что поверхностные воды характеризуются достаточно сильным химическим загрязнением, поскольку в этот источник поступают хозяйственно-бытовые и производственные стоки значительного числа промышленных предприятий, мелких производств и коммунальных хозяйств Карагандинской области [5]. Для вод в летнюю межень характерны экстремальные величины концентрации химического загрязнения. В зимний период, характерен дефицит растворенного кислорода и наибольшая минерализация. Лидирующая роль в создании подобной ситуации в регионе принадлежит техногенному загрязнению водных объектов, главным образом предприятиями угольной промышленности [6]. Проведенный ретроспективный анализ качества питьевой воды показал, что в 2012 г. число проб водопроводной воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, составило 23,4%.

К числу приоритетных химических веществ, загрязняющих воду систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения промышленных городов Карагандинской области, отнесены: медь, железо, марганец, мышьяк, хлор, кадмий, которые обнаруживаются в питьевой воде за счет сброса в водоем промышленных и бытовых стоков, а также в процессе водоподготовки и транспортирования питьевой воды потребителю [7].

Анализ качества водопроводной воды в городах Карагандинской области, показал, что количество веществ 1 - 2-го классов опасности в питьевой воде было самым высоким в городе Темиртау и включало 4 ингредиента (мышьяк, кадмий, нитриты, фтор), в городе Балхаш и Сарань по 2 ингредиентам, причем для этих городов общими ингредиентами были кадмий, нитриты. Эти вещества в питьевой воде являются приоритетными, обладающими общетоксическим действием (коэффициент опасности более 1). При анализе результатов лабораторных исследований водопроводной воды крупных городов Карагандинской области за 2010 - 2012 гг. установили наиболее характерные неорганические вещества в питьевой воде: железо, марганец, нитраты и другие вещества в количествах, превышающих ПДК.

Наибольший удельный вес нестандартных проб питьевой воды отмечался по содержанию железа (56,8%), что связано в основном с водоподготовкой и транспортировкой воды потребителю, причем высокая доля проб водопроводной воды, не соответствующей гигиеническим нормативам по содержанию указанных ингредиентов в 2010 г., наблюдалась в крупных промышленных городах области – Темиртау и Балхаш [8].

По данным ученых, вода с повышенным содержанием железа (от 1 до 5 мг/л) может оказывать неблагоприятное влияние на кожные покровы человека, вызывая сухость и зуд. Исследования указывают на связь между содержанием железа и уровнем общей заболеваемости и заболеваниями органов пищеварения. В водопроводной воде города Темиртау, зарегистрированы значительные превышения гигиенических нормативов по содержанию железа (до 19,6 ПДК). К более опасным для человека химическим веществам относят алюминий (его соединения), причем более токсичными являются соединения, содержащиеся в питьевой воде. При анализе данных мониторинга по городам области (по содержанию алюминия в пробах воды) установили незначительное содержание областного показателя по содержанию остаточного алюминия в воде [9].

Воды рек характеризуются высокой цветностью, мутностью, низкими температурными режимами, что значительно затрудняет процессы водоподготовки на очистных сооружениях городов области (коагуляция, обеззараживание) [10]. При низких температурах воды поверхностных источников, гидролиз сульфата алюминия протекает очень медленно и часто не успевает полностью закончиться в процессе коагуляции. Кроме того, в этих условиях образуются очень мелкие хлопья

гидроксида алюминия, большое их количество проходит через загрузку фильтров. В водопроводных сетях жилых домов, а также в емкостях со стоячей водой температура повышается, создаются благоприятные условия для коагулирования и выпадения в осадок гидроксида алюминия, находящегося в воде. Это явление наблюдается при содержании в обрабатываемой воде более  $0,4 \text{ мг/дм}^3$  остаточного алюминия, т. е. содержание алюминия в очищенной воде качественно характеризует протекание процесса коагуляции [11, 12].

Данные экспериментальных исследований качества и биологических свойств речной и питьевой воды Архангельска, проведенные в Северном медицинском университете (Архангельск) с применением методов культур клеток тканей животных, также свидетельствуют об отрицательном влиянии комплекса химических веществ в воде (железо, алюминий, хлор, лигнинные вещества и др.) на рост и развитие клеток тканей почки мышей [13]. На основе расчета индекса опасности, ученые университета установили, что в городе Новодвинске наиболее подвержены общетоксическому действию химических веществ, содержащихся в питьевой воде, нервная, мочеполовая, сердечнососудистая системы, кожа и слизистые оболочки. В Северодвинске основной вклад в общетоксическое действие на указанные системы оказывают алюминий и мышьяк, в Новодвинске - алюминий. Установили, что мышьяк вносит наибольший вклад в развитие патологии нервной и сердечно-сосудистой систем, поражение кожи и слизистых оболочек; алюминий - нервной системы и органов пищеварения, железо - кожи и слизистых оболочек, иммунной системы и систем кровообращения [14].

По мнению известных российских ученых (В. И. Стародубов., Е. Н. Беляев, А. С. Киселев, С. И. Плитман, М. Х. Шрага, Ю. Р. Теддер и др.), существующая в России ПДК алюминия в воде должна быть пересмотрена и снижена [15, 16, 17]. Литературные публикации выше указанных ученых, отмечают, что длительное потребление питьевой воды, содержащей соединения алюминия в концентрации  $5 \text{ мг/л}$  и более, вызывает пролонгирование сроков консолидации костной ткани (в 2 раза), увеличение распространенности анемий (в 7 раз), циститов (в 4 раза), дерматозов (в 2 раза), нарушения психофизиологического статуса, проявляющиеся в снижении объема воспринимаемой и перерабатываемой информации (на 30%), устойчивости внимания (на 29%), способности к переключению внимания (на 55%) и его концентрации (на 92%) [18, 19, 20]. Присутствие алюминия в питьевой воде в концентрациях выше  $0,2 \text{ мг/л}$  (при норме  $0,5 \text{ мг/л}$ ) часто вызывало жалобы потребителей на оседание хлопьев гидрохлорида алюминия в системах распределения, а при концентрации алюминия более  $0,5 \text{ мг/л}$  появлялся горький привкус, ржавые пятна на одежде при стирке и др. При содержании в сточных водах алюминий может оказать вредное влияние на металлические канализационные трубы и на очистные сооружения канализации. Хотя метаболизм алюминия в организме человека изучен еще недостаточно, экологические эпидемиологические исследования ряда авторов связывают поражение мозга именно с алюминием питьевой воды [21]. С ним продолжают связывать некоторые формы микроэлементоза: простое накопление алюминия в центральной нервной системе или хронический "доброкачественный алюминоз" у лиц старше 65 лет, отложение алюминия при болезни Альцгеймера, алюминиевую диализную энцефалопатию, при которой повышенное содержание микроэлемента находится в цитоплазме, а не в ядрах нейронов. Алюминий изменяет активность ряда ферментных систем, способен замедлять развитие тканей, вызывать гемолиз эритроцитов и вытеснять из метаболизма кальций. Установлено, что биоспособность алюминия и его соединений, поступающих с питьевой водой, гораздо выше, чем при поступлении их из других источников. Растворимые в воде соединения алюминия всасываются в проксимальном отделе двенадцатиперстной кишки и желудке и, связываясь с белками, через 24 часа после приема попадают в кровь. Значительная часть алюминия накапливается в тканях (головной мозг, печень, почки, кости). До 50% введенного элемента задерживается в организме. В основном выделение алюминия осуществляется через кишечник и почки [22, 23, 24].

Общество стандартов США причисляет соединения алюминия, содержащиеся в питьевой воде и сточных водах, к числу сильно ядовитых веществ. По степени токсичности они приравнены к мышьяку, никелю, меди. По данным зарубежных авторов [25, 26, 27], для человека токсическое действие при приеме внутрь оказывает доза уксуснокислого алюминия  $0,2 - 0,4 \text{ мг}$  на  $1 \text{ кг}$  массы тела, алюмокалиевых квасцов -  $2,9 \text{ мг/кг}$ .

Надо отметить, что токсичность алюминия может возрастать и в зависимости от других показателей качества воды, например, как жесткость. Токсичность алюминия увеличивается при его поступлении в организм в составе питьевой воды, характеризующейся низкими показателями жесткости (менее  $1,5 \text{ мг-экв/л}$ ).

В последние годы появились сведения, что сочетанное действие таких микроэлементов, как бор,

марганец, алюминий, способствует развитию кариеса зубов и дефицит солей в питьевой воде может усиливать всасывание токсикантов, а их избыток замедляет этот процесс [28, 29, 30]. Алюминий дает отдаленные биологические эффекты и в комплексе с марганцем, железом и гуминовыми соединениями ухудшает органолептические свойства воды. Постоянное воздействие химических компонентов водной среды в комплексе с другими факторами (атмосферный воздух, почва, растения) обуславливает формирование своеобразного комплекса первичной заболеваемости. Химические компоненты питьевой воды (алюминий, хлор, мышьяк, марганец, свинец, кадмий и др.), являясь факторами риска, увеличивают вероятность возникновения самых разнообразных болезней, в особенности те агенты, которые оказывают кумулятивное токсическое, канцерогенное, тератогенное, мутагенное, аллергическое, политропное действие.

За последние годы в целом по Карагандинской области отмечается увеличение распространенности ряда заболеваний сердечно-сосудистой, мочеполовой, нервной систем, кроветворных органов, новообразований и др.

Обзор данных заболеваемости населения региона в целом по всем классам болезней показал, что территориями максимального риска, где частота заболеваемости статистически значимо превышает уровень заболеваемости по Карагандинской области в целом, являются крупные города: Темиртау, Балхаш [31]. В структуре первичной заболеваемости всех групп населения области за многолетний период наибольший удельный вес имели болезни органов дыхания, а также новообразования, болезни мочеполовой системы, самые высокие уровни заболеваемости по этим классам болезней были зарегистрированы среди населения вышеуказанных городов.

Конечный эффект токсического воздействия химических веществ, присутствующих в воде, следует рассматривать как итог взаимодействия одновременно протекающих процессов интоксикации и компенсаторно-адаптивных реакций организма. Интенсивность нарастания деструктивных изменений в организме со временем при интоксикации должна быть более или менее пропорциональна концентрации действующего агента в окружающей среде [32]. Эти процессы на исходном этапе включают инактивацию ферментов, первичные нарушения молекулярных структур клеток, нарушения проницаемости биомембран. При поражении в биосистеме активизируются процессы, направленные на компенсацию возникающих нарушений. Эта компенсаторная реакция запаздывает во времени по отношению к нарастанию деструктивных последствий этого воздействия, но возрастает интенсивнее и имеет предельный уровень, определяемый свойствами и состоянием системы. Компенсаторные реакции могут включать выведение и обезвреживания ксенобиотиков, элиминацию и компенсацию молекулярных повреждений, и последующие перестройки физиологических процессов [33, 34, 35]. В результате этого организм переходит на новый уровень активности. При таком подходе результирующий эффект в каждый конкретный момент может соответствовать разности между уровнями химического воздействия и ответа организма. При воздействии химического вещества в малой концентрации первичные деструктивные изменения со временем могут быть не только полностью компенсированы, но функция даже может временно стимулироваться [36]. Явление стимуляции отмечалось в санитарно-гигиенических исследованиях при действии токсикантов и других факторов окружающей среды. После выхода объёма деструктивных изменений за пределы компенсаторного потенциала системы опять в ней преобладает дальнейшее возрастание видимых проявлений эффекта [37, 38, 39, 40].

Вышеизложенное свидетельствует о том, что большинство научных публикаций, в которых рассматривается влияние качества воды на состояние здоровья населения, сосредоточено в специальных изданиях медико-профилактического профиля и малодоступно широкому кругу специалистов. В работах отечественных авторов в основном уделяется внимание эпидемиологическим исследованиям [38, 39, 40, 41, 42, 43, 44], в которых подчеркивается роль воды как фактора передачи возбудителей кишечных и вирусных инфекций. Публикации о гигиеническом влиянии ряда химических веществ на качество питьевой воды и состояние здоровья населения Карагандинской области немногочисленны. Данные мониторинга свидетельствуют, что 96% проб водопроводной воды в крупных городах Карагандинской области соответствуют требованиям гигиенических нормативов по содержанию исследуемых химических веществ.

#### Литература:

1. Мокиенко А.В. Обеззараживание воды: о необходимости взаимосвязанного анализа и решения фундаментальных и прикладных проблем. – Гигиена и санитария. – 2014.- №1. - С. 15-19.
2. Мукашева М.А., Айткулов А.М., Тыкежанова Г.М., Нугуманова Ш.М., Нурлыбаева К.Р. Биогеохимические особенности и экологические аспекты Центрального Казахстана. - Вестник

- Карагандинского Государственного Университета. - Серия Биология, Медицина, География. – 2008. - №4(52). - С. 49-52.
3. Унгурияну Т.Н., Новиков С.М. Результаты оценки риска здоровью населения России при воздействии химических веществ питьевой воды. – Гигиена и санитария. – №1. - С.19 – 25.
4. Морозова О.Г. К проекту создания базы данных по качеству воды водоема-охладителя, Березовской ГРЭС-1. 2. Влияние теплового сброса на гидрохимический режим водоема: Прикладная информатика. Проблемы информатизации региона // Материалы четвертой межрегиональной конференции. - Красноярск, 1998. - С.456-463.
5. Суздаева А.Л. Воздействие сброса вод из системы охлаждения АЭС на планктон водоемов // Инженерная экология, №4,- 2001. -С.51-57.
6. Гусева В.П., Чеботина М.Я. Изменение численности, биомассы и химического состава планктона под влиянием системы охлаждения Белоярской АЭС // Экология, №1, 2000. -С.28-35.
7. Мукашева М. А., Тыкежанова Г.М. Современная ситуация со сбросами сточных вод в бассейне реки Нура в пределах Карагандинской области и воды поверхностных водоемов. - Современные наукоемкие технологии. – Материалы общероссийской научной конференции (5-7 июля 2010г.). – Иркутск.– 2010.- №7. - С.80 - 82.
8. Суздаева А.Л. Влияние циркуляционных водных масс АЭС на распределение бактериопланктона в водоемах-охладителях //Водные ресурсы, Т. 28, №3,- 2001. -С.349- 355.
9. Мукашева М.А., Дюсенова С.Б., Дузбаева Н.М., Намазбаева З.И. и др. Физико-химические условия воды в водных объектах (обзор литературы). - Гигиена труда и медицинская экология.- 2007г.- №1 (14). - С. 24-27
10. Иванов А.В., Тафеева Е.А., Давлетова Н.Х. Гигиеническая оценка эффективности реализации концепции по улучшения условий водоснабжения населения юго-восточного Республики Татарстан. – Гигиена и санитария. – №1. - С.54-58.
11. Белецкая Э.Н., Онул Н.М., Главацкая В.И., Антонова Е.В., Головкова Т.А. Индивидуальная биокоррекция экологозависимых состояний у критических групп населения.- Гигиена и санитария. - №1. – 64 - 68.
12. Лисецкая Л.Г., Ефимова Н.В. Результаты биомониторинга цинка у детей Иркутской области. – Гигиена и санитария. - №1. – С.87 -90.
13. Григорьев Ю.И., Ляпина Н.В. Оценка риска загрязнения питьевой воды для здоровья детей Тульской области.- Гигиена и санитария.- 2014. - №3. – С. 14-17.
14. Мукашева М.А., Айткулов А.М. Основы биомониторинга для экологической безопасности населения (натурные и экспериментальные исследования). LAP LAMBERT Academic Publishing. - монография. – 281с.
15. Ключкова Н.В., Коренков И.П., Лашенцова Т.Н. Алгоритм комплексного контроля и радиационно-гигиенической оценки качества подземной питьевой воды в Московском регионе. Гигиена и санитария. - 2013.- №2. – С.23 -25.
16. Егорова Н.А., Букшук А.А., Красовский Г.Н. Гигиеническая оценка продуктов хлорирования воды с учетом множественности путей поступления в организм. – Гигиена и санитария. – 2013. - №2. – С. 26-28.
17. Иванов А.В., Давлетова Н.Х., Тафеева Е.А. Анализ современных представлений о миграции полимерных веществ из упаковки в питьевую воду при хранении и влиянии их на живые организмы. – Гигиена и санитария. - №2. – 2013. – С. 15-16.
18. Мукашева М.А., Тыкежанова Г.М., Нугуманова Ш.М., Кыстаубаева З.Т. Санитарно-гигиеническая характеристика питьевой воды города Темиртау. - Современные наукоемкие технологии. – Материалы общероссийской научной конференции (5-7 июля 2010г.). – М., 2010. - №7. -С.82 – 83.
19. Менцер А.В., Ерастова Н.В., Киселев А.В. Опыт реализации интегральной оценки питьевой воды на показатели химической безвредности в Санкт-Петербурге. – Гигиена и санитария. – №5. – 2013. – С.23-25.
20. Шестопапов Н.В., Шандала М.Г. Химическая безопасность как проблема эпидемиологических неинфекционных заболеваний. - Гигиена и санитария. - №4. – 2013.- С.12-14.
21. Новиков С.М., Шамина Т.А., Хамидуллина Х.Х., Скворцова Н.С., Унгурияну Т.Н., Иванова С.В. Актуальные проблемы в системе государственного регулирования химической безопасности. – Гигиена и санитария. – Гигиена и санитария. - №4. – 2013.- С.3-6.
22. Коньшина Л.Г., Лепнин В.Л. Оценка качества питьевой воды и риска для здоровья населения. – Гигиена и санитария. – 2014. - №3. – С. 9 – 12.
23. Лопатин С.А., Редько А.А., Терентьев В.И. Особенности установки зон санитарной очередности водоисточника. – Гигиена и санитария. – 2014. - №3. – С.21 -23.
24. Рахманин Ю.А., Мальшева А.Г. Концепция развития государственной системы химико-аналитического окружающей среды. – Гигиена и санитария. – 2013. - №6. – С. 3 – 6.
25. Сурмашев Е.В., Корчак Г.И., Михненко А.И., Николаева Н.А., Росада М.А. Требования к качеству воды в Украине и инфекционная заболеваемость с водным путем передачи возбудителей. – Гигиена и санитария. – 2013. - №6. – С.10-13.