

УДК 504.05/.06

**ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ
ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА**

К.Д. Мишина, О.Е. Безбородова, С.Ю. Киреев

Пензенский государственный университет,

kristina_mishina_1998@mail.ru, ot@pnzgu.ru, kaf_ximia@pnzgu.ru

Аннотация. В данной работе рассматривается проблемы загрязнения водоемов в городе Пенза, влияние качества питьевой воды на функциональное состояние организма человека и оценивается эффективность очистки воды для снижения риска возникновения заболеваний у населения.

Ключевые слова: питьевая вода, функциональное состояние организма человека.

Человек на 75–80 % состоит из воды, и она является обязательным условием его жизнедеятельности. Для поддержания жизненной способности человеку необходимо ежедневно восстанавливать водный баланс организма.

Как известно в воде находится большое количество химических элементов содержание, которых необходимо контролировать для поддержания качества питьевой воды. Контроль качества питьевой воды осуществляется согласно СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [6], в нем установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) веществ, которые могут содержаться в питьевой воде и не оказывать негативного влияния на функциональное состояние организма человека. Увеличение содержания загрязняющих веществ в питьевой воде может привести к накоплению их в организме человека и развитию различных заболеваний [3].

Например, избыточное содержание железа в питьевой воде при попадании в организм человека способствует развитию аллергических заболеваний, заболеваний кожных покровов и слизистых, возможны появления болезни крови, почек. Избыточное содержание марганца в питьевой воде может приводить к появлению мутаций у детей и поражению центральной нервной системы [3, 4].

Содержание тяжелых металлов в воде негативно сказывается на организме человека в целом, приводит к задержке развития плода, нарушению костной системы, разрушению тканей и стенок органов. Увеличение концентрации сульфатов, нитратов, хлоридов, аммония приводит к аномальному развитию центральной нервной системы у плода, к образованию злокачественных опухолей, а также к нарушению работы щитовидной железы [4].

Таким образом, благодаря многочисленным данным исследований можно сделать вывод, что увеличении концентрации химических веществ в воде негативно влияет на функциональное состояние организма человека и увеличивает риск возникновения заболеваний. Поэтому необходимо проводить анализ состава питьевой воды с целью контроля ее качества.

На территории г. Пензы и Пензенской области есть предприятия, которые производят сброс очищенных и/или условно очищенных сточных вод в водоемы города и области. Таким образом, в водных акваториях происходит увеличение содержания химических веществ, которые могут влиять на качество окружающей среды и здоровье человека. Для избежания негативных последствий необходимо использовать эффективные методы очистки воды перед ее поступлением к потребителю [1].

Анализируя государственные доклады «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Пензенской области» за последние 5 лет, были выделены основные химические вещества, которые присутствуют в водоемах города Пенза и могут оказывать негативное влияние на здоровье населения [1]. В таблице 1 приведены данные о концентрациях этих веществ в воде до и после ее очистки.

Таблица 1. – Исследуемые химические вещества

№ п/п	Название вещества	ПДК [6], мг/л	Концентрация вещества в воде (до отчистки), мг/л	Концентрация вещества в воде (после очистки), мг/л
1	Алюминий (Al^{3+})	0,5	0,75	0,49
2	Медь (Cu, суммарно)	1,0	3,0	0,95
3	Железо (Fe, суммарно)	0,3	0,39	0,25
4	Сульфаты (SO_4^{2-})	500	68,2	49,31
5	Азот аммонийный	2,0	4,2	1,85
6	Нитриты (по NO_2^-)	3,0	10,5	2,83
7	Нитраты (по NO_3^-)	45	58,6	37,8
8	Кадмий (Cd, суммарно)	0,001	0,0011	0,00085
9	Фториды (F)	1,5	4,5	1,36

Базовым документом с помощью которого проводилась оценка эффективности очистки питьевой воды являются методические рекомендации (МР) 2.1.4.0289-22 «Комплексная оценка эффективности мероприятий по повышению качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения» [5]. Согласно методическим рекомендациям сначала необходимо было определить оценку риска здоровью по каждой группе показателей по формуле (1):

$$G_i = \frac{1}{m} \quad (1)$$

где m – количество всех рассматриваемых показателей в группе.

После это проводили определение доли показателей, относящихся к определенной категории риска, от общего количества показателей группы по формуле (2):

$$w_k = \sum_i G_i \cdot \mu_{ki} \quad (2)$$

где $k = 1, 2, 3, 4, 5$

w_k – доля показателей, относящихся к определенной категории риска, от общего количества показателей группы;

G_i – вес каждого показателя, участвующего в формировании совокупного негативного ответа;

μ_{ki} – значение функции принадлежности каждого показателя качества питьевой воды к k -му шкалированному диапазону риска и его рангу.

Расчет величины риска для каждой группы показателей с учетом их долевого вклада в формирование всех видов негативного ответа осуществляется по формуле (3):

$$R_K = \sum_{k=1}^5 \bar{R}_k \cdot w_k \quad (3)$$

где R_K – значение величины риска для групп показателей с учетом их долевого вклада в формирование всех видов негативного ответа;

\bar{R}_k – середина каждого диапазона шкалы значений риска здоровью, обусловленного воздействием каждой группы показателей;

w_k – доля показателей, относящихся к определенной категории риска, от общего количества показателей группы.

После это рассчитывали совокупный риск по всем группам показателей по формуле (4):

$$R = \frac{1}{\bar{V}_g} \sum_{p=1}^5 R_g \cdot V_g \quad (4)$$

где R_g – значение величины риска для каждой группы показателей с учетом их долевого вклада в формирование всех видов негативного ответа;

V_g – весовой вклад группы в совокупный риск;

\bar{V}_g – средний весовой вклад групп в совокупный риск.

Затем по полученным значениям совокупного риска проводили расчет эффективности снижения риска здоровья, полученного изменением качества питьевой воды в результате проведенных мероприятий по повышению качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения, по формуле (5):

$$\mathcal{E} = \frac{R_{до} - R_{после}}{R_{до}} \cdot 100 \% \quad (5)$$

где \mathcal{E} – эффективность снижения совокупного риска в результате проведенных мероприятий по повышению качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения, %;

$R_{до}$ – среднее значение совокупного риска возникновения негативного эффекта, формируемого качеством питьевой воды, до проведения мероприятий;

$R_{\text{после}}$ – среднее значение совокупного риска возникновения, формируемого качеством питьевой воды, после проведения мероприятий.

Расчет на основе [5] был реализован в программном обеспечении «Комплексная оценка эффективности мероприятий по повышению качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения». В ходе проведения исследования с помощью данного программного обеспечения была проведена оценка реализации повышения качества питьевой воды центрального водоснабжения путем проведения мероприятий по очистке воды до ее поступления к потребителю.

Из исследуемых веществ были выявлены вещества, которые по расчету параметров риска были отнесены к рангу выше 2-ого и вносят значительный вклад в нарушение здоровья человека. К данным веществам относятся: алюминий, железо, кадмий, фтор, медь, нитраты и нитриты. Аммонийный азот и сульфаты вносят незначительный вклад в нарушение функционального состояния организма человека, поэтому их значения не учитываются.

После этого, основываясь на значениях концентрации исследуемых веществ и их весового вклада в тяжесть возможных нарушений здоровья населения, был произведен расчет совокупного риска исследуемой воды до и после проведения очистки, а также определена эффективность произведенной очистки воды до ее подачи жителям города Пенза (табл. 2).

Таблица 2. – Совокупный риск

Совокупный риск R		Эффективность (Э), %	Степень эффективности
Сценарий 1 (до)	Сценарий 2 (после)		
0,2388	0,1809	24,25	умеренная

Таким образом, из полученных данных видно, что риск возникновения нарушений функционального состояния организма человека после произведенной очистки был снижен, степень эффективности произведенной очистки считается умеренной.

Качество состояния питьевой воды влияет на функциональное состояние организма человека и оказывает как положительное, так и отрицательное влияние. Загрязнение воды является главной проблемой современности, а ее эффективная очистка основной задачей. Так как в зависимости от степени очистки питьевой воды происходит снижение риска возникновения заболеваний у населения.

Список использованных источников

1. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Пензенской области в 2019 – 2023 году». Пенза, 2020 – 2024.
2. Дахова Е.В., Целых Е.Д. Влияние состава питьевой воды на состояние некоторых систем организма человека // Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ». 2015. Т.6. № 4. С.446–451.
3. Иванов С.В., Федорова Э.Л., Темиров Э.Э. Влияние качества воды на здоровье населения // Медицинские науки. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 3. С. 186–189.
4. Маркова Е.О., Корякина Ю.П., Фаращук Н.Ф., Киган М.А. Влияние химических веществ питьевой воды на здоровье населения // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2023. № 1. С. 239–249. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-himicheskikh-veschestv-pitievoy-vody-na-zdorovie-naseleniya> (дата обращения: 10.09.2024).
5. Методические рекомендации (МР) 2.1.4.0289-22 «Комплексная оценка эффективности мероприятий по повышению качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения» (01.06.2022 г.).
6. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" (01.03.2021г.).