

ОЦЕНКА НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ РАЙОНА ОЗЕРА ПОЯНХУ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ГРУНТОВЫХ ВОД НИТРАТАМИ

В.В. Дребот

Научный руководитель инженер-исследователь ПНИЛ ГГХ НОЦ «Вода»

Е.А. Солдатова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия

Район исследований находится в северной части провинции Цзянси (юго-восточный Китай), и является частью водосборного бассейна оз. Поянху, самого большого пресного озера Китая. Ресурсы водоёма обеспечивают жизнедеятельность порядка десяти миллионов человек, проживающих в непосредственной близости от озера. Грунтовые воды района исследований используются местным населением как в хозяйственно-бытовых, так и в питьевых целях [4]. Кроме того, район исследований является ключевой национальной производственной базой получения риса, масла, хлопка и рыбы. В связи с широким распространением сельскохозяйственной деятельности в непосредственной близости от оз. Поянху подземные воды неглубокого залегания на этой территории испытывают значительную антропогенную нагрузку. Одним из основных загрязняющих компонентов здесь является нитрат-ион, поступающий в грунтовые воды как в результате сельскохозяйственной деятельности, так и с бытовыми сточными водами [6].

Нитрат-ион характеризуется повышенной токсичностью для живых организмов и негативно воздействует на состояние здоровья человека. Нитраты способны преобразовываться в нитриты под действием фермента нитратредуктазы, а те, в свою очередь, вступая в реакцию с гемоглобином крови, приводят к окислительным реакциям в организме. В итоге образуется метгемоглобин, неспособный переносить кислород, что приводит к нарушению дыхания клеток. Также нитраты вызывают развитие вредной микрофлоры кишечника, что способствует попаданию токсинов в организм и интоксикации. Кроме того, они могут негативно воздействовать на активность обменных процессов в человеческом организме и угнетать его иммунную систему, понижают его устойчивость к отрицательному воздействию факторов окружающей среды: при избытке нитратов чаще возникают простудные заболевания, а сами болезни протекают длительно [1]. В связи с этим исследование возможного воздействия нитратов, поступающих с питьевой водой, на организм человека является весьма актуальной задачей для территории района оз. Поянху. В настоящей работе осуществлена оценка рисков развития неканцерогенных эффектов при поступлении нитратов в организм человека с питьевой водой.

В работе использованы данные опробований грунтовых вод, проведенных в период с 2011 по 2015 гг. Результаты исследования химического состава показали, что подземные воды района оз. Поянху в основном являются ультрапресными (минерализация менее 200 мг/л) и умеренно пресными (минерализация 200–500 мг/л) [2], и характеризуются средней величиной минерализации 183 мг/л. Значения показателей pH варьируют от 4,5 до 7,7. Среднее значение водородного показателя подземных вод района исследований составляет 6,2. Отличительной особенностью изучаемых подземных вод является значительное содержание соединений азота – нитратов, нитритов и иона аммония. Концентрация нитрат-иона изменяется от 0,1 мг/л до 206 мг/л, при среднем значении 17,9 мг/л. Содержания NH_4^+ варьируют в пределах от 0,05 мг/л до 6,4 мг/л при среднем значении 0,1 мг/л. Концентрации NO_2^- изменяются от 0,01 мг/л до 4,29 мг/л при среднем значении 0,02 мг/л [5].

Методика исследований.

В настоящее время процедура оценки риска является главным механизмом моделирования и согласования управленческих решений любого уровня во всех государствах мира, а также международных организациях. Согласно Руководству по оценке риска Р. 2.1.10. – 1920–04 [3], «оценка риска для здоровья человека – это количественная и/или качественная характеристика вредных эффектов, способных развиваться в результате воздействия факторов среды обитания на конкретную группу людей при специфических условиях экспозиции. Экспозиция, в свою очередь, определяет взаимодействие организма с химическим веществом. Полученная стандартизованная во времени и массе тела экспозиция называется «поступление». Расчет поступления предполагает количественное установление экспозиций для каждого химического вещества при определённых путях воздействия».

Средняя суточная доза при пероральном потреблении химических веществ с питьевой водой рассчитывалась по следующей формуле:

$$I = \frac{C \times V \times EF \times ED}{BW \times AT \times 365},$$

где I – среднесуточная доза поступления химического вещества в течение жизни, мг/(кг × день); C – концентрация вещества в воде, мг/л; V – величина водопотребления, л/сут; ED – продолжительность воздействия, 30 лет; EF – частота воздействия – 350 дней/год; BW – масса тела человека, 70 кг; AT – период усреднения экспозиции – 30 лет; 365 – число дней в году [3].

Оценка риска развития неканцерогенных эффектов проводилась на основе расчёта коэффициента опасности по формуле:

$$HQ = \frac{I}{RfD},$$

где RfD – референтная (безопасная) доза, которая для нитратов, согласно руководству [3], составляет 1,6 мг/(кг × день).

Так, согласно руководству по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [3], если рассчитанный коэффициент опасности не превышает единицу, то вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни незначительна, и такое воздействие характеризуется как допустимое. Если же $HQ > 1$, вероятность возникновения вредных эффектов у человека возрастает пропорционально увеличению значения этого коэффициента.

Осуществлённые в ходе настоящей работы расчёты показали, что для 19-ти из 131-ой точек опробования значение коэффициента опасности превышает единицу, т.е. существует риск развития неканцерогенных эффектов при поступлении нитратов в организм человека с питьевой водой. Значения полученных индексов опасности изменяются от 0,0017 до 3,53. Максимальный коэффициент опасности зафиксирован в районе водораздела между реками Ганьцзян и Сюшуй, в то время как минимальный относится к району устья р. Ганьцзян.

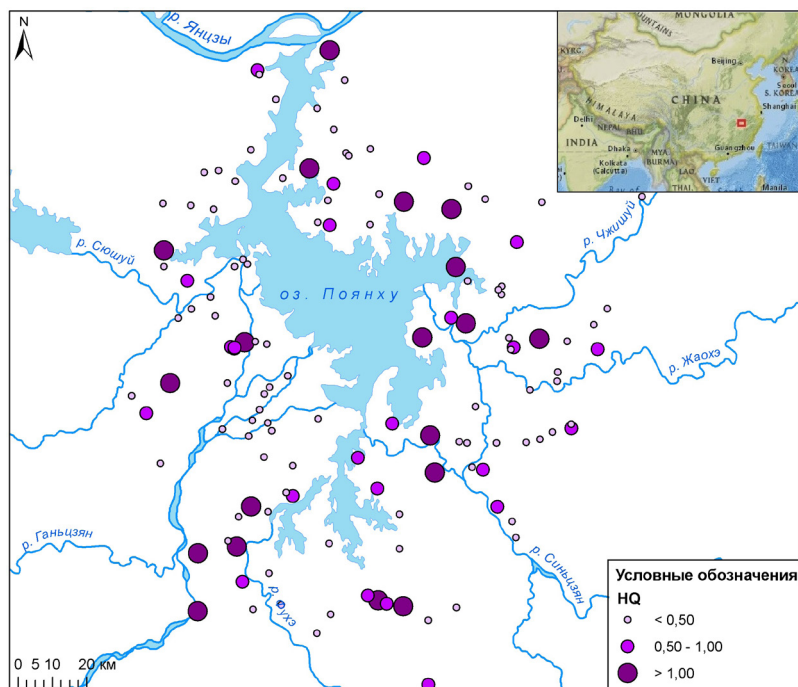


Рис. Распределение коэффициентов опасности (HQ) от воздействия нитратов, содержащихся в грунтовых водах, по территории района оз. Поянху

Полученные значения коэффициента опасности были проранжированы в зависимости от их величины и вынесены на карту (рис.). Точки опробования, индекс опасности в которых превышает единицу, распространены практически повсеместно в районе оз. Поянху. Однако стоит выделить некоторые области, где существует наибольшая вероятность развития неканцерогенных эффектов у населения в связи с потреблением грунтовой воды, загрязненной нитратами. Среди них – левобережье р. Фухэ, район междуречья рр. Синьцзян и Фухэ и устье р. Синьцзян, т.е. преимущественно территории, примыкающие к южной, широкой, части ложа оз. Поянху. Наиболее благополучными районами в отношении риска развития неканцерогенных эффектов, связанных с потреблением нитратов с питьевой водой, можно назвать устье р. Ганьцзян и территорию, относящуюся к северной оконечности оз. Поянху.

Литература

1. Еделев Д.А., Роева Н.Н., Василиевич Н.В., Шарипова С.Г., Воронич С.С. Нитраты как контаминанты-загрязнители растительного происхождения и их специфические особенности // Проблемы региональной экологии. – 2014. – № 1. – С. 128 – 130.
2. Солдатова Е.А., Ван Г., Шварцев С.Л., Гусева Н.В. Химический состав подземных вод водосборной площади озера Поянху (Китай) // Вестник Томского государственного университета. – 2014. – № 389. – С. 235 – 245.
3. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
4. Dong, Yanyan Contingent valuation of Yangtze finless porpoises in Poyang Lake, China : diss. ... Doktor der Wirtschaftswissenschaft / Yanyan Dong. – Leipzig, 2010. – 268 p.
5. Shvartsev S.L., Shen Z., Sun Z., Wang G., Soldatova E., Guseva N. Evolution of the chemical composition in the Poyang Lake catchment, China // Environmental Earth Sciences. – 2016. – Vol. 75 : 1239.
6. Sun Z., Soldatova E.A., Guseva N.V., Shvartsev S.L. Impact of human activity on the groundwater chemical composition of the south part of the Poyang Lake Basin // IERI Procedia : Scientific Journal. – 2014. – Vol. 8. – P. 113 – 118.