

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ, СВЯЗАННОЙ С УПОТРЕБЛЕНИЕМ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Рой И.А., Пляцук Л.Д.

*Факультет технических систем и энергоэффективных технологий
Сумского государственного университета*

Безопасность в питьевом водоснабжении включает систему взаимосвязанных составляющих, которые в совокупности обеспечивают техническую, санитарно-гигиеническую и экологическую безопасность [1]. Последняя направлена на создание условий надежной безопасности жизни и деятельности человека через управление опасностями, которые вызваны неудовлетворительным состоянием окружающей среды. Качество воды в водных объектах выступает источником опасности, а система водоснабжения является комплексом технологий и процессов, обеспечивающих защищенность здоровья человека. Открытым остается вопрос о подходе к оценке уровня экологической безопасности питьевой воды, подаваемой населению.

При решении подобной задачи особый интерес представляет исследование этого вопроса с точки зрения экологической безопасности систем питьевого водоснабжения, где существенную роль играет оценка техногенной нагрузки факторов человеческой деятельности на среду обитания человека, которая базируется на показателях степени изменения здоровья человека, с учетом причинно-следственных взаимосвязей [2].

В последнее время все чаще появляются разработки и рекомендации, в которых осуществляется переход от существующей системы оценки качества питьевой воды по принципу «соответствует – не соответствует» к возможности установления количественных и качественных характеристик последствий негативного воздействия на здоровье факторов, обусловленных экологическим состоянием источников питьевого водоснабжения и низкой эффективностью работы станций водоподготовки. В основе подобных мероприятий лежит оценка потенциального риска, которая определяется как вероятность проявления нарушения здоровья или наступления смерти человека, обусловленных действием экологического фактора в течение длительного времени:

$$Risk = 1 - \exp\left(\left(\frac{\ln(0,84)}{ПДК \times K_s}\right) \times C\right), \quad (1)$$

где C – средняя годовая концентрация веществ в питьевой воде, которые поступают в организм человека в течение длительного времени, мг/дм³; $ПДК$ – предельно-допустимая концентрация веществ в воде, мг/дм³; K_s – коэффициент запаса.

Длительное поступление в организм человека загрязняющих веществ общетоксического характера на уровне малых концентраций имеет однотипное неспецифическое воздействие и приводит к проявлению одинаковых клинических симптомов. Поэтому заключительным этапом оценки риска развития нарушений в состоянии здоровья человека является расчет суммарного риска от влияния всех примесей, которые являются потенциальными токсикантами:

$$Risk_{\text{сум}} = I - (I - Risk_1) \cdot (I - Risk_2) \cdot (I - Risk_3) \cdot \dots \cdot (I - Risk_n) \quad (2)$$

где $Risk_{\text{сум}}$ – суммарный риск для здоровья человека; $Risk_1 \dots Risk_n$ – риск для здоровья от воздействия отдельной примеси.

Для анализа получаемых величин риска используется ранговая шкала по пяти диапазонам, таблица 1.

Таблица 1 – Характеристика уровней риска

Величина риска	Уровень опасности	Описание
< 0,05	приемлемый	отсутствуют неблагоприятные медико-экологические тенденции
0,05 – 0,16	вызывает беспокойство	возникает тенденция к росту неспецифической патологии
0,16 – 0,50	опасный	возникает достоверная тенденция к росту неспецифической патологии при появлении единичных случаев специфической патологии
0,50 – 0,84	чрезвычайно опасный	возникает достоверный рост специфической патологии при появлении значительного числа случаев специфической патологии, а также тенденция к увеличению смертности населения
0,84 – 1	катастрофический	загрязнения окружающей среды перешло в иное качественное состояние (появление случаев хронического отравления, изменение структуры заболеваемости, достоверная тенденция к росту смертности и др.)

Преимуществом использования показателя $Risk$ является оценка вероятности развития угрозы для жизни или здоровья человека, или жизни и здоровья будущих поколений. Однако он имеет ряд недостатков:

- получаемые величины рисков не позволяют прогнозировать последствия;
- уровни рисков имеют широкие границы, что не дает возможности качественно сравнивать между собой величины рисков, которые имеют близкие значения;
- расчет осуществляется без учета половых и возрастных различий у населения;

показатель $Risk$ является малоинформативным для количественной и качественной оценки показателей безопасности питьевой воды, эффективности используемых методов очистки, целесообразности запланированных мероприятий.

Необходимость перехода к количественной оценке риска обусловлена тем, что использование показателя $Risk$ и диапазоны, в которых он меняется, позволяют лишь в первом приближении утверждать о наличии опасности и ее ориентировочном уровне. С целью решения указанных недостатков мы рекомендуем использовать подход, основанный на оценке риска развития нарушений в состоянии здоровья человека с учетом возможных потерь.

В основу подхода легла количественная оценка риска развития угрозы жизни или здоровью человека в виде показателя *DALY*, который широко используется на международном уровне в целях анализа и распространения информации относительно имеющих потерь или сравнения заболеваний, которые привели к ранней смерти, потери здоровья или инвалидности с учетом региональных, возрастных и половых отличий населения.

В нашем случае *DALY* представляет собой сумму лет нормальной (здоровой) жизни, которые могут быть потеряны в результате ранней смерти *YLL*, и лет, которые могут быть потеряны через неудовлетворительное состояние здоровья *YLD* (длительность заболевания, ремиссии или инвалидности). Последнее зависит от вида заболевания, тяжесть которого оценивается согласно уровням тяжести *DW*, представленных в «Global Burden of Disease Study 2010 (GBD 2010) Disability Weights».

$$DALY_i = \underbrace{Risk \cdot L}_{YLL} + \underbrace{Risk \cdot DW \cdot (L - YLL)}_{YLD} \quad (3)$$

где *L* – период, в течение которого ожидается негативное воздействие, года; *DW* – тяжесть заболевания, по которому ведется расчет; *Risk* – вероятность проявления нарушения здоровья или наступления смерти человека.

Прогнозирование последствий в виде *DALY* и выбор величины *L* предполагается осуществлять при условии, что при сохранении имеющегося уровня опасности в системе водоснабжения человек определенного возраста в течение ожидаемого остатка жизни будет постоянно подвергаться опасности при употреблении питьевой воды. При расчетах *YLD* величину *L* принимаем равной средней ожидаемой продолжительности жизни, скорректированной на величину *YLL*.

При расчетах *DALY* необходимо принимать во внимание различие в продолжительности жизни мужчин и женщин, что дает возможность проводить более точные расчеты и составлять детальные прогнозы. Подбирая величину *L*, можно проводить расчеты *DALY* для различных возрастных групп.

Расчет *DALY* проводится с учетом индивидуального риска, а именно количества лет *DALY_i*, которые один человек может потерять, подвергаясь опасности при употреблении питьевой воды. С учетом индивидуальных потерь *DALY_i* и общего количества человек в одной возрастной группе может быть рассчитана суммарная величина потерь *DALY_s*, которая описывает общее количество лет, которые могут быть потеряны в данной возрастной группе при сохранении имеющегося или прогнозируемого уровня опасности:

$$DALY_s = N \cdot DALY_i \quad (4)$$

где *N* – количество людей, которые находятся в зоне риска.

Таким образом, использование показателя *DALY* дает ряд преимуществ:

- Выполняется количественная оценка уровня экологической безопасности систем водоснабжения.
- Становится возможным прогнозирование ожидаемых потерь при сохранении уровня опасности, связанного с потреблением питьевой воды.
- Позволяет прогнозировать потенциальные последствия в тех случаях, когда изменения в состоянии здоровья населения имеют латентный период или симптомы заболевания малозаметные на фоне общего состояния организма.

- Расчет *DALY* можно проводить по отдельным примесям или группам примесей в воде, которые могут вызвать различные по характеру нарушения здоровья.

- Показатель *DALY* является эффективным инструментом для планирования мероприятий, выполнение которых приведет к повышению уровня экологической безопасности питьевого водоснабжения, и оценки их эффективности.

- В дополнение к объективным аспектам вероятности, тяжести и продолжительности заболевания во внимание принимаются аспекты, оказывающие существенное влияние на вид последствий и их тяжесть, но не имеющие прямого отношения к здоровью: социальные, культурные, экономические и политические.

- Показатель *DALY* определяет тяжесть последствий с учетом различий между группами населения, региональных особенностей проживания и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Василенко С.Л. Екологічна безпека систем водопостачання міст: методологія вивчення та управління: автореф. дис ... д-ра техн. наук: 21.06.01 / С.Л. Василенко. – Харків: Б.в., 2007. – 36 с.

2. Насонкіна Н.Г. Підвищення екологічної безпеки систем питного водопостачання: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / Н.Г. Насонкіна. – Донецьк, 2006. – 40 с.

3. Mathers C.D. National Burden of Disease Studies: A Practical Guide. Edition 2.0. Global Program on Evidence for Health Policy / C.D. Mathers, T. Vos, A.D. Lopez, J. Salomon, M. Ezzati. – Geneva: World Health Organization, 2011.

УДК 322

ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ В РЕГИОНЕ

Селюжцкая Т.В.

Факультет экономики и управления Гродненского государственного университета имени Янки Купалы

В процессе производственно-хозяйственной деятельности предприятия оказывают определенное воздействие на окружающую природную среду, загрязняют ее. Это воздействие в свою очередь изменяет окружающую среду, и предприятию приходится функционировать в загрязненной окружающей среде, что вызывает определенные дополнительные затраты и потери, которые и являются экономическим ущербом от загрязнения окружающей среды.

Понятие ущерба от экономических нарушений или от загрязнения окружающей природной среды не получило достаточно завершеного оформления в отечественной литературе по эколого-экономической тематике. На наш взгляд, наиболее глубоко оно было изучено Е.В. Рюминой в ряде научных работ. Она обращает внимание на то, что ущерб возникает только в экономической системе, и отмечает, что в отечественной литературе отождествляются понятия экономического ущерба, ущерба окружающей среде