

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2021

Синицына О.О., Пивнева О.С., Турбинский В.В., Морозова Л.Ф., Козырева О.Н., Ряшенцева Т.М., Кириллова Е.А.

О создании баз данных по оценке влияния на органолептический и общесанитарный лимитирующие признаки вредности химических веществ в воде водных объектов

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141014, г. Мытищи, Московская область, Россия

Введение. Информация о величине предельно допустимой концентрации (ПДК (ОДУ – ориентировочные допустимые уровни)) и лимитирующем показателе вредности является важной для анализа опасности химических веществ в воде водных объектов для здоровья населения, служит основой для разработки профилактических мероприятий по обеспечению безопасных условий водопользования населения. Для конкретизации возможных неблагоприятных эффектов влияния химических веществ на гигиенические условия водопользования населения необходимы сведения обо всём спектре воздействий химических веществ на показатели качества воды.

Материал и методы. Объектом исследования служили показатели, характеризующие влияние химических веществ на органолептические свойства воды и общий санитарный режим водоёмов, алгоритмы анализа первичных данных для определения пороговых концентраций по влиянию на запах, окраску, мутность, пенообразование, водородный показатель рН, общий санитарный режим водоёмов – биохимическое потребление кислорода, концентрацию азотистых соединений. Для создания базы данных использовали стандартный аппарат системы управления базами данных (СУБД) – электронные таблицы Excel. Представлен математический аппарат анализа данных, группировки и выбора критических показателей лимитирующих признаков.

Заключение. Использование баз данных позволяет исследовать зависимость «концентрация – эффект», повышает достоверность и точность обоснования пороговой концентрации загрязняющих веществ в воде по влиянию на органолептический и общесанитарный признаки вредности.

Ключевые слова: база данных; лимитирующий признак вредности; показатели лимитирующих признаков воды

Для цитирования: Синицына О.О., Пивнева О.С., Турбинский В.В., Морозова Л.Ф., Козырева О.Н., Ряшенцева Т.М., Кириллова Е.А. О создании баз данных по оценке влияния на органолептический и общесанитарный лимитирующие признаки вредности химических веществ в воде водных объектов. *Токсикологический вестник*. 2021; 29(4): 40-44. DOI: <https://doi.org/10.36946/0869-7922-2021-29-4-40-44>

Для корреспонденции: Пивнева Ольга Сергеевна, научный сотрудник отдела гигиены питьевого водоснабжения и охраны водных объектов ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, г. Мытищи, Московская область. E-mail: pivneva-o@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов:

Синицына О.О. – концепция и дизайн исследования;

Пивнева О.С. – сбор данных, редактирование;

Турбинский В.В. – концепция и дизайн исследования, обработка материала, написание текста;

Морозова Л.Ф., Ряшенцева Т.М. – сбор данных литературы;

Козырева О.Н., Кириллова Е.А. – сбор и обработка материала.

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Поступила в редакцию 08 июня 2021 / Принята в печать 29 июля / Опубликовано 30 августа 2021

Sinitsyna O.O., Pivneva O.S., Turbinsky V.V., Morozova L.F., Kozyreva O.N., Ryashentseva T.M., Kirillova E.A.

On the creation of databases to assess the impact of chemicals on the organoleptic and general sanitary limiting signs of the harmfulness in the water of water bodies

FBES "Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman" of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, 141014, Mytishchi, Moscow region, Russia

Introduction. Information on the maximum permissible concentration (MAC/tentative permissible level) value and the limiting hazard sign is important for the analysis of the hazard of chemicals in the water of water bodies for the health of the population, serves as the basis for the development of preventive measures to ensure safe conditions for water use by the population. For the purpose of specifying the possible adverse effects of the influence of chemicals on the hygienic conditions of water use of the population, information is needed on the entire spectrum of the effects of chemicals on water quality indicators.

Materials and methods. The object of the study was indicators characterizing the effect of chemicals on the organoleptic properties of water and the general sanitary regime of water bodies, algorithms for analyzing primary data to determine threshold concentrations for the effect on odor, color, turbidity, foaming, pH, general sanitary regime of water bodies - biochemical oxygen demand, concentration of nitrogen compounds. To organize the databases, the standard apparatus of the Excel subBD electronic tables was used. The mathematical apparatus of data analysis, grouping and selection of critical indicators of limiting signs is presented.

Conclusion. It is concluded that the use of databases allows to study the relationship "dose – response", increases the reliability and accuracy of substantiating the threshold concentration of pollutants in water by the influence on limiting signs of harmfulness.

Keywords: *database; limiting sign of harmfulness; indicators of limiting signs of water*

For citation: Sinitsyna O.O., Pivneva O.S., Turbinsky V.V., Morozova L.F., Kozyreva O.N., Ryashentseva T.M., Kirillova E.A. On the creation of databases to assess the impact of chemicals on the organoleptic and general sanitary limiting signs of the harmfulness in the water of water bodies. *Toksikologicheskii vestnik (Toxicological Review)*. 2021; 29(4): 40-44. DOI: <https://doi.org/10.36946/0869-7922-2021-29-4-40-44> (In Russian)

For correspondence: *Olga S. Pivneva*, Researcher of the Department of Hygiene of Drinking Water Supply and Protection of Water Bodies of the FBES Federal Scientific Center for Hygiene named after F.F. Erisman Rospotrebnadzor, 141014, Mytishchi. E-mail: pivneva-o@mail.ru

Information about authors:

Sinitsyna O.O., <https://orcid.org/0000-0002-0241-0690>

Pivneva O.S., <https://orcid.org/0000-0002-4310-6724>

Turbinsky V.V., <https://orcid.org/0000-0001-7668-9324>

Morozova L.F., <https://orcid.org/0000-0002-5895-2616>

Kozyreva O.N., <https://orcid.org/0000-0003-3046-9646>

Ryashentseva T.M., <https://orcid.org/0000-0003-0899-3505>

Kirillova E.A., <https://orcid.org/0000-0002-5232-6390>

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The study had no sponsorship.

Author contribution:

Sinitsyna O.O. – the concept and design of the study;

Pivneva O.S. – data collection, editing;

Turbinsky V.V. – the concept and design of the study, processing of the material, writing a text;

Morozova L.F., Ryashentseva T.M. – collection of literature data;

Kozyreva O.N., Kirillova E.A. – the collection and processing of the material.

All authors – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Received: June 8, 2021 / Accepted: July 29, 2021 / Published: August 30, 2021

Введение

Гигиеническое нормирование химических веществ в воде осуществляется на основе обязательного учёта лимитирующих признаков вредности: органолептического, токсикологического и общесанитарного. Минимальная из установленных подпороговых концентраций вещества по влиянию на лимитирующие признаки вредности рекомендуется как предельно допустимая концентрация (ПДК) (ОДУ – ориентировочные допустимые уровни) с указанием соответствующего лимитирующего признака вредности [1].

Определение влияния химических веществ сточных вод на органолептические свойства воды и общесанитарный режим водоема является необходимым условием разработки эффективных санитарно-профилактических мероприятий по охране источников водопользования [2–5]. Самоочищение водных объектов представляет собой сложный биологический (биохимический) процесс, обусловленный нормальной жизнедеятельностью биоценоза [6]. Влияние химических веществ в воде на органолептические свойства воды как правило определяется прямой зависимостью при условии достаточной растворимости*. Для прогнозирования возможных эффектов вредного действия химических веществ на условия водопользования необходимы сведения о закономерностях такой зависимости [7], подлежащих компьютерной обработке [8, 9].

Вместе с тем, для целей конкретизации возможных неблагоприятных эффектов влияния химических веществ на гигиенические условия водопользования населения необходимы сведения обо всём спектре воздействий химических веществ на показатели качества воды, которые отсутствуют в справочниках о величинах ПДК (ОДУ). В связи с изложенным, представляется целесообразным публикация не только итоговых значений ПДК (ОДУ), но также и значений пороговых (ПК) и подпороговых (ППК) концентраций химических веществ, влияющих на отдельные показатели лимитирующих признаков вредности, аналитических сведений о характере зависимости «концентрация вещества – эффект». Определение ПК по органолептическому признаку вредности необходимо не только для выбора наименьшего значения для придания ему

статуса ПДК (ОДУ), но и для определения класса опасности.

Таким образом, *цель исследования* заключалась в создании баз данных, позволяющих хранить и систематизировать данные, в зависимости от решаемой задачи формировать экспериментальные данные для характеристики зависимости «концентрация – эффект» по органолептическим признакам воды и показателям общесанитарного режима водоёмов.

Материал и методы

Для создания базы данных (БД) использованы результаты изучения влияния пестицидов и действующих веществ пестицидов на органолептические свойства воды и общесанитарный режим водоема 256 химических веществ (действующих веществ пестицидов и препаративные формы), относящиеся к химическим классам: сульфуронилмочевины, имидазолины, неоникотиноиды, триазолы, фениламиды, дитиокарбоматы, феноксиуксусные кислоты, арилоксипропилаты, авермектины, тетрановые кислоты, ацетамиды, бензимидазолы, карбоксамиды, анилиды, морфолины, пиридинамиды, сульфоанилиды, альдегиды, хлорацетамиды, стробилурины, алифатические спирты, пиридины, карбоматы, амиды и др., которые изучались в различных концентрациях.

Показатели качества воды, на которые исследовалось влияние химических веществ по органолептическому признаку вредности включали: запах при 20 и 60 °С, окраска при высоте 10 и 20 см водного столба, мутность при высоте 10 и 20 см водного столба, пенообразование при 20 и 60 °С. Показатели качества воды по общесанитарному признаку вредности на которые исследовалось влияние химических веществ включали: биохимическое потребление кислорода за 20 сут (БПК₂₀), влияние на процессы нитрификации (аммиак, нитраты, нитриты), количество сапрофитной микрофлоры (ОМЧ).

Изучение влияния пестицидов и действующих веществ пестицидов на органолептические свойства воды проводили на дехлорированной водопроводной воде. Исходные концентрации исследуемых веществ определяли весообъёмным методом. Для приготовления серии исследуемых составов использовали метод последовательного разбавления исходного раствора [1]. В экспериментальных исследованиях по влиянию пестицидов и действующих веществ пестицидов в качестве

* ГОСТ Р 57164-2016 Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200140391> [дата обращения 14.02.2021]

разводящей воды использовали дехлорированную водопроводную воду, в которую добавляли хозяйственно-бытовую сточную воду. Для организации БД использован стандартный аппарат электронных таблиц субБД Excel с алгоритмом расчёта значений среднего (M), стандартной ошибки средней (m). За пороговую концентрацию рекомендуется принимать нижнюю доверительную границу средней величины, которая обеспечивает 95% достоверность [1, 10].

Результаты

Описание структуры БД, количественные показатели это – концентрация действующих веществ, растворённого кислорода, соединений азота, количества микроорганизмов, градусов цветности, см прозрачности, баллов запаха. Качественные показатели включали классы веществ по действию и химическим видам, характер пенообразования, лимитирующий признак.

Создание базы данных сопровождала реализация алгоритмов анализа данных, установленных МУ 2.1.5.720-98 (Методические указания. Обоснование гигиенических нормативов химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно бытового водопользования) – результатов органолептических, санитарно-химических и микробиологических испытаний влияния химических веществ на органолептические свойства воды и общий санитарный режим водоёмов.

Для исследованных веществ экспериментальные данные показали влияние пестицидов и действующих веществ пестицидов на органолептические свойства и процессы самоочищения водных объектов, а для 70% изученных веществ лимитирующим признаком вредности оказался общесанитарный, по влиянию на биохимическое потребление кислорода. В концентрациях пестицидов и действующих веществ пестицидов на уровне пороговых по БПК и ниже не было выявлено влияния на процессы нитрификации и количество содержания сапрофитной микрофлоры. Действующие вещества пестицидов классов имидазола, дитиокарбоматы, карбоматы, трикетоны, диамиды, авермектины, алифатические спирты в основном оказывали влияние на органолептический признак вредности, что составило 30% от изученных веществ.

При определении пороговых концентраций пестицидов и действующих веществ пестицидов по влиянию на запах воды при

20 и 60 °С использовали широкий диапазон значений концентраций от 0,003 до 182 мг/дм³.

Сравнительный анализ влияния нагрева воды от 20 до 60 °С на пороговую концентрацию пестицидов по влиянию на запах воды установил, что для большей части пестицидов нагрев воды не сопровождается изменением их пороговой концентрации. Но вместе с тем у некоторых веществ наблюдалось ожидаемое уменьшение пороговой концентрации при увеличении температуры воды, в то время, как у 5 пестицидов отмечалось парадоксальное увеличение пороговой концентрации по влиянию на запах воды при температуре воды 60 °С по сравнению с температурой 20 °С.

При установлении пороговых концентраций химических веществ по влиянию на биохимическое потребление кислорода было отмечено, что наиболее распространённые значения пороговых концентраций находятся в диапазоне 0,25–5 мг/дм³. При этом чаще встречаемым значением пороговой концентрации по влиянию на БПК являлось 1,0 мг/дм³, а по влиянию на минерализацию азота – 1,0 и 3 мг/дм³.

Обсуждение

Важным отличием БД от других хранилищ, например архивы, является возможность обрабатывать необходимую информацию с последующей систематизацией по определённым задаваемым исследователем условиям [11]. Простые типы информации, представленные в виде чисел и символьных строк, не теряя своей значимости, сегодня могут дополняться графическими изображениями [12–14], что, например, для характеристики влияния на микроорганизмы или биохимическое потребление кислорода важно, потому что возможна разная направленность за пределами пороговых концентраций у разных веществ. Эта БД направлена на государственную регистрацию.

Заключение

Таким образом, публикация электронных БД пороговых концентраций химических веществ по влиянию на свойства воды расширяет представления о возможной их опасности в воде водных объектов; алгоритмы анализа влияния пестицидов на органолептические свойства воды и санитарный режим водоёмов должен предусматривать сопоставление эффектов препаративной формы и отдельно действующих веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обоснование гигиенических нормативов химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно бытового водопользования. МУ 2.1.5.720-98. Москва, 1999.
2. Черкинский С.Н. Санитарные условия спуска сточных вод в водоёмы. 5-е изд., перераб и доп. М.: Стройиздат; 1977, 224.
3. Трофимович Е.М., Гурвич С.М. Охрана водных объектов при добыче и обогащении руд и углей. М.: Недра; 1985, 192.
4. Новиков Ю.В. Сохраняйте чистоту водоёмов. М.: Медицина; 1983, 80.
5. Плитман С.И., Беспалко Л.Е., Ибрагимова И.Т., Кошенков В.Н. К вопросу оптимизации санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения. Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2009; 3: 13-5.
6. БПК. Биохимическое потребление кислорода в водах. Справочник химика 21. Химия и химические технологии. URL: <https://www.chem21.info/info/472204/> [дата обращения 14.02.2021].
7. Огудов А.С., Креймер М.А., Турбинский В.В. Применение дозовой зависимости и показателя ХПК в установлении класса опасности отходов. Медицина труда и экология человека. 2015; 3: 140-6.
8. Ильин В.К., Соловьёва З.О., Скедина М.А., Кривоногов И.А. К вопросу об оперативной диагностике дисбиотических состояний применительно к задачам космической медицины. В кн.: Научное значение трудов К.Э. Циолковского: история и современность. Материалы 55-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. Калуга: 2020; 287-93.
9. Браславская Т.Ю., Тихонова Е.В., Басова Е.В., Проказина Т.С. Развитие базы данных «лесная растительность северной Евразии» в центре по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН. Вопросы лесной науки. 2020; 3(4): 1-23.
10. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. М.: Физматлит; 2006, 816.
11. Кадимагомедов М.А. Значение электронной базы данных на современном рынке. В сб.: Наука XXI века: открытия, инновации, технологии. Сборник научных трудов по материалам V Международной научно-практической конференции. 2019: 60-3.
12. Степных Н.В., Копылов А.Н., Нестерова Е.В., Заргарян А.М., Жукова О.А. Электронная база данных полей для разработки системы удобрений в хозяйстве. В сб.: Агрохимическое обеспечение цифрового земледелия. Материалы Международной научной конференции. Под редакцией В.Г. Сычева. 2019: 77-83.
13. Варфоломеева М.М., Фомина И.В. Пути повышения экологической безопасности химической защиты растений. Техника и оборудование для села. 2018; 9: 22-24.
14. Лапковский Р.Ю., Ивашенко В.А., Резчиков А.Ф. Алгоритм синхронизации данных в системах мониторинга состояния окружающей среды. Математические методы в технике и технологиях. 2018; 2: 89-92.

REFERENCES

1. Substantiation of hygienic standards for chemicals in the water of water bodies for drinking and cultural water use. MU 2.1.5.720-98. Moscow; 1999. (in Russian)
2. Cherkinskiy S.N. Sanitary conditions for the descent of waste water into water bodies [Sanitarnye usloviya spуска stochnykh vod v vodoemy]. 5th ed., Revised and enlarged. Moscow: Stroyizdat, 1977; 224. (in Russian)
3. Protection of water bodies during mining and concentration of ores and coals [Okhrana vodnykh ob'ektov pri dobyche i obogashhenii rud i uglej] / EM Trofimovich, SM Gurvich. Moscow: Nedra, 1985; 192. (in Russian)
4. Keep the reservoirs clean [Soxranayajte chistotu vodoemov] Yu.V. Novikov. Moscow: Medicine, 1983; 80. (in Russian)
5. Plitman S.I., Bepalko L.E., Ibragimova I.T., Koshenkov V.N. On the issue of optimization of sanitary and epidemiological expertise of projects of sanitary protection zones for drinking water supply sources. Vodoohistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie. 2009; 3: 13-5. (in Russian)
6. BOC. Biochemical oxygen consumption in waters. Chemist's Handbook 21. Chemistry and chemical technologies [BPK. Bioximicheskoe potreblenie kisloroda v vodax. Spravochnik khimika 21. Ximiya i ximicheskie tehnologii]. URL: <https://www.chem21.info/info/472204/> [date of treatment 02.14.2021] (in Russian)
7. Ogudov A.S., Kramer M.A., Turbinsky V.V. Application of dose dependence and COD indicator in establishing the hazard class of waste. Medicina truda i e'kologiya cheloveka. 2015; 3: 140-6. (in Russian)
8. Ilyin V.K., Solovyova ZO, Skedina M.A., Krivonogov I.A. On the question of the operative diagnosis of dysbiotic conditions in relation to the tasks of space medicine. In the book: The scientific significance of the works of K.E. Tsiolkovsky: history and modernity. Materials of the 55th Scientific Readings in memory of K.E. Tsiolkovsky [in: Nauchnoe znachenie trudov K.E. Tsiolkovskogo: istoriya i sovremennost'. Materialy 55-x Nauchny'x chtenij pamyati K.E. Tsiolkovskogo]. Kaluga: 2020; 287-93.
9. Braslavskaya T.Yu., Tikhonova E.V., Basova E.V., Prokazina T.S. Development of the database "forest vegetation of northern Eurasia" in the center for problems of ecology and forest productivity of the Russian Academy of Sciences. Voprosy lesnoj nauki. 2020; 3(4): 1-23. (in Russian)
10. Kobzar A.I. Applied mathematical statistics [Prikladnaya matematicheskaya statistika]. Moscow: Fizmatlit; 2006. 816. (in Russian)
11. Kadimagomedov M.A. The importance of an electronic database in the modern market. In the collection: science of the xxi century: discovery, innovation, technology. Collection of scientific papers based on the materials of the V International Scientific and Practical Conference [V sbornike: nauka xxi veka: otkry'tiya, innovacii, tehnologii. Sbornik nauchny'x trudov po materialam V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii]. 2019: 60-3. (in Russian)
12. Stepanykh N.V., Kopylov A.N., Nesterova E.V., Zargaryan A.M., Zhukova O.A. Electronic database of fields for the development of a fertilizer system on the farm. In the collection: Agrochemical support of digital agriculture. Materials of the International Scientific Conference [NAUCHNOE ZNACHENIE TRUDOV K.E. Tsiolkovskogo: ISTORIYA I SOVREMENNOST'. Materialy 55-x Nauchny'x chtenij pamyati K.E. Tsiolkovskogo]. Edited by V.G. Sychev. 2019: 77-83. (in Russian)
13. Varfolomeeva M.M., Fomina I.V. Ways to improve the environmental safety of chemical plant protection. Tehnika i oborudovanie dlya sela. 2018; 9: 22-4. (in Russian)
14. Lapkovsky R.Yu., Ivaschenko V.A., Rezchikov A.F. Algorithm for data synchronization in environmental monitoring systems. Mathematical methods in engineering and technology. MMTT. 2018; 2: 89-92. (in Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Синицына Оксана Олеговна (Sinitsyna Oksana Olegovna), доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заместитель директора ФБУН ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора, г. Мытищи Московской области. E-mail: sinitsynaoo@fferisman.ru

Пивнева Ольга Сергеевна (Pivneva Olga Sergeevna), научный сотрудник ФБУН ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора, г. Мытищи Московской области. E-mail: pivneva-o@mail.ru

Турбинский Виктор Владиславович (Turbinskiy Viktor Vladislavovich), доктор медицинских наук, главный научный сотрудник ФБУН ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора, г. Мытищи Московской области. E-mail: turbinskijv@fferisman.ru

Морозова Любовь Федоровна (Morozova Lyubov Fedorovna), кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФБУН ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора, г. Мытищи Московской области. E-mail: morozovalf@fferisman.ru

Козырева Ольга Николаевна (Kozyreva Olga Nikolaevna), научный сотрудник ФБУН ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора, г. Мытищи Московской области. E-mail: kozirevaon@fferisman.ru

Ряшенцева Татьяна Михайловна (Ryashentseva Tatyana Maximovna), младший научный сотрудник ФБУН ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора, г. Мытищи Московской области. E-mail: rjashentsevatom@fferisman.ru