



Ракитский В.Н., Вещемова Т.Е., Чхвиркия Е.Г., Масальцев Г.В.

К вопросу о внесении инсектицида хлорпирифоса в Приложение А Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях (обзор литературы)

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия

РЕЗЮМЕ

Обзор баз данных РИНЦ и КиберЛенинка, а также интернет-ресурсов международных организаций (ВОЗ и др.) и регуляторных агентств стран, представленных в обзоре (Агентство по охране окружающей среды США и др.), с глубиной поиска 2018–2025 гг. выявил разногласия в подходах мировых регуляторов к минимизации потенциальных рисков при применении хлорпирифоса (ХПФС), несмотря на предложение Европейского союза о включении его в список стойких органических загрязнителей (СОЗ) Стокгольмской конвенции после появления новой информации о потенциальной опасности этого соединения для ребёнка в утробе матери. В настоящее время полный запрет ХПФС ввели страны с холодным или умеренным климатом (Канада, ЕС), а также страны-экспортёры, осуществляющие торговлю с ЕС (Вьетнам, Индонезия, Малайзия, Непал, Перу, Таиланд, Турция, Чили, Шри-Ланка). Российская Федерация наряду с США и Австралией входит в список стран, значительно ограничивших применение ХПФС. В сельском хозяйстве Мексики, Китая, Бразилии по-прежнему используется хлорпирифос. Несмотря на финансовую доступность некоторых альтернативных химических средств защиты растений как замены для некоторых сфер применения ХПФС, на рынке нет полного аналога со столь же широким спектром действия, что может сдерживать развивающиеся страны от ограничения или запрета ХПФС до официального его включения в Приложение А Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях, несмотря на потенциальные риски, которые он может представлять для здоровья населения.

Ключевые слова: пестицид; ксенобиотик; хлорпирифос; эпидемиологические исследования; государственное регулирование; фосфорорганические соединения; риски для здоровья; обзор

Для цитирования: Ракитский В.Н., Вещемова Т.Е., Чхвиркия Е.Г., Масальцев Г.В. К вопросу о внесении инсектицида хлорпирифоса в Приложение А Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2025; 104(12): 1733–1740. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-12-1733-1740> <https://elibrary.ru/mrgiml>

Для корреспонденции: Масальцев Глеб Викторович, e-mail: masalcev.gv@fncg.ru

Участие авторов: Ракитский В.Н., Чхвиркия Е.Г. — концепция и дизайн исследования; Вещемова Т.Е., Масальцев Г.В. — концепция и дизайн исследования, сбор и анализ данных литературы, написание текста. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех её частей.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Литературный обзор выполнен в рамках отраслевой программы Роспотребнадзора «Научное обоснование национальной системы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, управления рисками здоровью и повышения качества жизни населения России» (2021–2025 гг.).

Поступила: 13.10.2025 / Принята к печати: 02.12.2025 / Опубликовано: 15.01.2026

Valerii N. Rakitskii, Tatiana E. Veshchemova, Elena G. Chkhvirkiya, Gleb V. Masaltsev

On the issue of adding the insecticide chlorpyrifos to Appendix A of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (literature review)

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation

ABSTRACT

The Russian Science Citation Index and CyberLeninka, as well as the Internet resources of international organizations (WHO, etc.) and regulatory agencies of the countries listed in the review (US Environmental Protection Agency, etc.) with a search depth from 2018–2025 revealed differences in the approaches of global regulators to minimizing potential risks from the use of chlorpyrifos (CPFS), despite the European Union's proposal to include it in the list of persistent organic pollutants (POPs) of the Stockholm Convention after new information emerged about its potential danger to the unborn child. To date, a complete ban on CPFS has been introduced by countries with a cold or temperate climate (Canada, EU), as well as exporting countries trading with the EU (Vietnam, Indonesia, Malaysia, Nepal, Peru, Thailand, Turkey, Chile, Sri Lanka). At the same time, the Russian Federation, along with the United States of America and Australia, have significantly restricted the use of CPFS. The use of chlorpyrifos in agriculture remains unchanged in Mexico, China, and Brazil. Despite the affordability of some alternative chemical plant protection products available for some applications of CPFS, there is no complete analogue with the same broad spectrum of action on the market, which may deter developing countries from restricting or banning CPFS until it is officially included in Annex A of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, despite the potential risks it may pose to the safety of the unborn child.

Keywords: pesticide; xenobiotic; chlorpyrifos; epidemiological studies; government regulation; organophosphorus; health risks; review

For citation: Rakitskii V.N., Veshchemova T.E., Chkhvirkiya E.G., Masaltsev G.V. On the issue of adding the insecticide chlorpyrifos to Appendix A of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (literature review). *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian Journal*. 2025; 104(12): 1733–1740. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-12-1733-1740> <https://elibrary.ru/mrgiml> (In Russ.)

For correspondence: Gleb V. Masaltsev, e-mail: masalcev.gv@fncg.ru

Contribution: Rakitskii V.N., Veshchemova T.E. — concept and design of the study, collection and analysis of literary data, writing the text; Chkhvirkiya E.G., Masaltsev G.V. — concept and design of the study, collection and analysis of literary data, writing the text. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

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

Funding. The study was carried out within the framework of the industry programs of Rosпотребнадзор “Scientific justification of the national system for ensuring sanitary and epidemiological well-being, health risk management and improving the quality of life of the population of Russia” (2021–2025).

Received: October 13, 2025 / Accepted: December 2, 2025 / Published: January 15, 2026

Введение

Хлорпирифос (CAS № 2921-88-2), известный также как хлорпирифос-этил, – фосфорорганический инсектицид широкого спектра действия, впервые поступивший в продажу в 1965 г. и зарегистрированный для применения более чем в 100 странах мира [1] (табл. 1). Хлорпирифос (далее – ХПФС) используется для борьбы с сельскохозяйственными и бытовыми насекомыми-вредителями. В 1990-х годах ХПФС был одним из самых продаваемых пестицидов в мире и в значительной мере заменил стойкие хлорорганические пестициды [2].

Однако в последние пятнадцать лет были получены новые научные данные о его токсичности для человека и окружающей среды, в том числе о потенциальном влиянии на развитие головного мозга у детей, обнаруженные в эпидемиологических исследованиях [1–3]. В связи с этим в июне 2021 г. Европейский союз (ЕС) официально выдвинул предложение о включении ХПФС в список стойких органических загрязнителей (Приложение А к Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях) (далее – Стокгольмская конвенция) [1–4]. 28 января 2022 г. на 17-м заседании Комитета по рассмотрению стойких органических загрязнителей (далее – POPRC) Стокгольмской конвенции было принято решение о том, что ХПФС соответствует критериям отбора, указанным в Приложении D к Стокгольмской конвенции, по его способности к переносу в окружающей среде на большие расстояния и неблагоприятному воздействию на здоровье человека [2].

По прошествии двух лет на 20-м заседании POPRC (23–27 сентября 2024 г.) было принято решение рекомендовать Конференции Сторон рассмотреть возможность включения ХПФС в Приложение А к Стокгольмской конвенции с конкретными исключениями (разрешениями) для производства и использования [2, 5]. Конференции Сторон было предложено разрешить применение ХПФС в составе средств защиты растений (далее – СЗР) для борьбы со следующими вредителями: рисовыми цикадами, рисовыми стебледами и рисовыми листовёртками на рисе, щитовками на citrusовых культурах, подземными личинками на арахисе, подземными жуками на сахарном тростнике, саранчой. В составе ветеринарных препаратов было предложено разрешить использование ХПФС для борьбы с клещами крупного рогатого скота. Дополнительно было предложено оставить разрешённым к применению ХПФС в составе инсектицидных препаратов для защиты древесины фундаментов зданий от сверлильщиков и термитов.

До августа 2025 г. ХПФС ещё не был внесён в список стойких органических загрязнителей, однако с учётом вышесказанного за последние десять лет многие страны мира, в том числе Российская Федерация, ограничили или запретили применение ХПФС на национальном уровне, а также импорт ХПФС-содержащих препаратов, снизили максимально допустимые уровни (далее – МДУ) содержания остаточных количеств пестицидов в продуктах питания [2, 5]. Ниже представлен обзор научных данных, указывающих на определённую опасность ХПФС для здоровья людей, а также актуальный статус государственного регулирования ХПФС в мире.

Цель исследования – изучить проблему использования ХПФС и провести анализ его применения в мире для принятия управленческих решений в области государственного регулирования на территории Российской Федерации с учётом возможного предложения о включении ХПФС в список стойких органических загрязнителей Стокгольмской конвенции. Поиск информации выполнен в базах данных SpringerLink, Scopus, Medline, Google Scholar, РИНЦ и КиберЛенинка, а также на интернет-страницах международных организаций (ВОЗ и др.), регуляторных агентств представленных в обзоре стран (EFSA, EPA и др.). Глубина поиска данных по государственному регулированию ХПФС и ХПФС-метила – 2018–2025 гг.

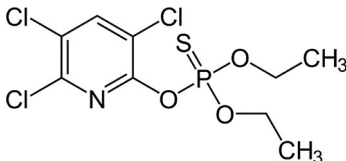
Эпидемиологические данные, указывающие на потенциальную опасность хлорпирифоса для здоровья ребёнка в утробе матери

Эпидемиологические данные, указывающие на связь между воздействием ХПФС во время раннего развития нервной системы и неблагоприятными последствиями для здоровья человека, были получены из трёх когортных исследований, проведённых в США [6–18].

В 2011 г. Колумбийский центр по охране окружающей среды для детей (CCSEN) опубликовал результаты исследования Rauh V. и соавт. изучавших потенциальную связь между уровнями ХПФС в пуповинной крови плода и дефицитами развития нервной системы [6]. В исследовании, начатом в 1997 г. с целью оценки эффектов пренатального воздействия загрязняющих веществ в окружающей среде на исходы родов, нейрокогнитивное развитие, а также проканцерогенные повреждения среди матерей и новорождённых из общин меньшинств в Нью-Йорке, приняли участие 535 беременных некурящих женщин 18–35 лет [6–12]. В рамках исследования авторы также провели магнитно-

Таблица 1 / Table 1

Хлорпирифос
Chlorpyrifos

Параметр Parameter	Описание Characteristic
Общепринятое название Common name	Хлорпирифос Chlorpyrifos
Название международного союза теоретической и прикладной химии (IUPAC) IUPAC name	O,O-Диэтил-O-(3,5,6-трихлор-2-пиридинил)фосфотиоат O,O-Diethyl-O-3,5,6-trichloro-2-pyridinyl phosphorothioate
Регистрационный номер реестра Chemical Abstract Service (CAS) CAS Registry number	2921-88-2
Молекулярная формула Molecular formula	C ₉ H ₁₁ Cl ₃ NO ₃ PS
Молекулярная масса Molecular mass	350.59 г/моль g/mol
Двухмерная структурная формула 2-D structural formula	

резонансную томографию 40 детям (возраст 5,9–11,2 года), чтобы выяснить, повлияло ли внутриутробное воздействие ХПФС на морфологию мозга [6]. У детей в группе с высоким воздействием ХПФС были зарегистрированы многочисленные морфологические отклонения от нормы, в том числе увеличенные структуры головного мозга: верхнюю височную долю, заднюю среднюю височную долю и нижние постцентральные извилины, верхнюю лобную извилину, прямую извилину, клиновидную извилину, предсердие верхней теменной доли вдоль медиальной стенки правого полушария. У этих детей также наблюдалось истончение лобной и теменной коры, при этом толщина коры была обратно зависима от концентрации ХПФС в пуповинной крови.

Данное когортное исследование было начато, когда ХПФС ещё был разрешён в США для использования в жилых помещениях. К концу 2001 г. любое использование ХПФС в жилых помещениях было запрещено [12, 13], что привело к разнице экспозиционных уровней в когорте. Это позволило Rauh V. и соавт. (2015) провести последующее исследование состояния детей из той же когорты в возрасте 11 лет, которые подвергались воздействию ХПФС только в раннем возрасте ($n = 271$). Исследователями были оценены их неврологическое развитие и двигательные функции. У детей, подвергшихся воздействию ХПФС, были установлены значительная связь с тремором в доминантной руке ($p = 0,015$), тремором в любой руке ($p = 0,028$), тремором в обеих руках ($p = 0,027$) и пограничная связь с тремором в недоминантной руке ($p = 0,055$) [12].

В июле 2018 г. Агентство по охране окружающей среды Калифорнии (CalEPA) опубликовало «Окончательную оценку токсичного загрязнения воздуха хлорпирифосом. Характеристика риска сноса при применении, пищевой и совокупной экспозиции для населения, проживающего в жилых помещениях» (англ.: Final Toxic Air Contaminant Evaluation of Chlorpyrifos Risk Characterization of Spray Drift, Dietary, and Aggregate Exposures to Residential Bystanders), в которой были рассмотрены результаты других эпидемиологических исследований воздействия ХПФС на население [14]. CalEPA пришло к выводу, что результаты когортного исследования СССЕН [6–12] вместе с двумя другими когортными исследованиями влияния фосфорорганических соединений при применении в помещениях, проведёнными Центром оценки здоровья матерей и детей Салинаса (CHAMACOS) [15, 16] и Центром исследований окружающей среды и здоровья детей и профилактики болезней «Гора Синай» [17, 18], продемонстрировали связь воздействия применения ХПФС в помещениях и на открытом воздухе на плод во время беременности с неблагоприятными исходами неврологического развития у детей, в том числе с изменениями морфологии мозга, задержкой когнитивных и двигательных функций, нарушениями внимания и тремором [14, 19].

Важно отметить, что не все исследователи признали значимость вышеуказанных данных для оценки риска неблагоприятного влияния ХПФС на население. Например, комплексный анализ результатов эпидемиологических и токсикологических исследований опасности ХПФС, проведённый Mink P.J. и соавт. (2012) [20], показал отсутствие каких-либо выраженных ассоциаций, демонстрирующих зависимость «воздействие – ответ», которые наблюдались бы более чем в одном из четырёх рассмотренных когортных исследований (когортное исследование СССЕН [6–12]). По мнению исследователей, неблагоприятные ассоциации, зарегистрированные в остальных исследованиях [15–18]), не были ни особенно сильными, ни точными, о чём свидетельствуют общие закономерности сходных средних значений показателей неблагоприятных исходов при разных уровнях воздействия, бета-коэффициенты регрессионных уравнений, близкие к нулевому значению, и относительно высокие стандартные ошибки в некоторых полученных результатах [20].

Современное состояние государственного регулирования хлорпирифоса в мире

Сегодня ХПФС используется в мире преимущественно в сельском хозяйстве на пищевых и кормовых культурах, на непищевых культурах, а также в составе ветеринарных препаратов для скота. В меньшей степени ХПФС применяют в жилых помещениях и помещениях промышленного назначения для защиты людей от вредоносных насекомых. Текущее производство ХПФС осуществляется в основном в Китае, Индии, Соединённых Штатах Америки (США) и ЕС и оценивается примерно в 50 000 т/год [1].

В Европейском союзе ХПФС долгое время был одним из наиболее широко используемых пестицидов. В 2019 г. Европейское агентство по безопасности пищевых продуктов (EFSA) завершило запланированную переоценку ХПФС и пришло к выводу, что вещество не соответствует критериям продления регистрации. EFSA констатировало, что невозможно установить какую-либо безопасную дозу или уровень воздействия ХПФС на человека, следовательно, не может быть определён допустимый дневной уровень потребления, позволяющий с уверенностью исключить потенциальное негативное воздействие ХПФС и его близкого аналога хлорпирифос-метила (CAS# 5598-13-0, далее – ХПФС-метил) [21].

Заключение EFSA было подготовлено на основании результатов изучения нейротоксического действия на развивающийся организм теплокровных животных (у детёнышей крыс наблюдали снижение высоты мозжечка при поступлении в организм ХПФС, которое не может быть объяснено подавлением ацетилхолинэстеразы у их матерей), эпидемиологических данных, свидетельствующих о связи между воздействием ХПФС/ХПФС-метила в период развития и неблагоприятными исходами развития нервной системы, а также общего анализа опубликованной литературы по ХПФС. Эксперты EFSA заключили, что ХПФС-метил на основе имеющегося набора токсикологических данных может, как ожидается, соответствовать критериям классификации 4 как соединение, токсичное для репродуктивной системы (с пометкой «REPRO 1B, H360D. Может нанести вред ребёнку в утробе матери»), в соответствии с критериями, изложенными в Регламенте (ЕС) № 1272/2008 [21, 22]. В дополнение было решено, что описанные выше три когортных исследования, проведённые в США [6–18], а также другие общедоступные эпидемиологические данные научной литературы [23–32] поддерживают гипотезу о возможном неблагоприятном воздействии ХПФС на развитие человека из-за нейротоксического эффекта при дозах ниже тех, которые вызывают 20%-е ингибирование ацетилхолинэстеразы. При этом в соответствии с утверждённой в ЕС системой Европейское химическое агентство (ЕХНА) будет нести ответственность за окончательное решение по классификации хлорпирифоса. Однако по состоянию на 23 июля 2025 г. на официальном сайте ЕХНА на информационной странице, посвящённой ХПФС, указано, что это вещество всё ещё проходит оценку соответствия критериям классификации как «Стойкое, способное накапливаться в биологических объектах, токсичное соединение», а также как «Стойкое органическое соединение», но окончательный вердикт не вынесен [21, 33].

Опираясь на заключение EFSA, Еврокомиссия отказала в продлении регистрации ХПФС. 6 декабря 2019 г. государства – члены ЕС большинством голосов одобрили проекты регламентов о непродлении разрешения на действующее вещество ХПФС; официальные регламенты Комиссии (ЕС) 2020/18 и 2020/17 были приняты 10 января 2020 г. [34]. С января 2020 г. в ЕС запрещена продажа и применение пестицидов на основе ХПФС: государства-члены отозвали все национальные регистрации препаратов, а после короткого переходного периода были запрещены любая их реализация и использование [35]. Таким образом, с апреля 2020 г. ХПФС полностью выведен из обращения в ЕС, максимально

допустимые уровни содержания остаточных количеств ХПФС (МДУ) в пищевых продуктах установлены на уровне предела количественного определения (0,01 мг/кг), запрещён импорт в ЕС продукции, содержащей следы ХПФС [36].

После отказа в продлении регистрации ХПФС производители Ascenza Agro, SA (Португалия) и Industries Afrasa, SA (Испания) пытались оспорить данное решение в суде ЕС, но безуспешно. В октябре 2023 г. Общий суд Европейского союза (по общей юрисдикции) отклонил иск компаний, поддержав законность общеевропейского запрета (на примере близкого аналога – ХПФС-метила), и подтвердил, что решение о непродлении разрешения на применение ХПФС-метила было обосновано доказательствами его опасности [37].

Соединённые Штаты Америки прошли длинный путь судебных и регулирующих баталий вокруг ХПФС за последнее десятилетие. Этот инсектицид был разрешён в США на протяжении десятилетий (с ограничением бытового использования с 2001 г.), однако новые данные о возможном его влиянии на здоровье детей привели к попыткам запрета на национальном уровне. В 2015 г. под давлением общественных организаций и на основе научных оценок Агентство по охране окружающей среды (US EPA) предложило отменить все допуски (англ.: tolerances), то есть признать недействующими все установленные величины МДУ ХПФСа в продуктах питания, принятые в США [19]. Тем не менее принятие окончательного решения затянулось, и в 2017 г. ЕРА приостановило запрет, заявив о недостаточности доказательств, полученных на животных, а также эпидемиологических данных для того, чтобы уверенно констатировать с учётом всех разрешённых применений значимую способность ХПФС влиять на развитие мозга. Это решение было оспорено несколькими штатами и экологическими организациями, началась череда судебных разбирательств [38]. В августе 2018 г. федеральный Апелляционный суд (9-й округ) постановил, что ЕРА нарушило закон, затягивая решение по петиции о запрете, и обязал Агентство начать соответствующие действия [38]. После дальнейших юридических шагов в апреле 2021 г. 9-й окружной апелляционный суд вынес решение (дело *League of United Latin American Citizens (LULAC) v. Regan*), дающее US EPA 60 дней либо на полный запрет ХПФС в пищевых продуктах, либо на модификацию гигиенических нормативов его содержания таким образом, чтобы они обеспечивали безопасность потребителя, без дополнительного сбора данных [38]. В ответ на выдвинутый ультиматум ЕРА приняло решение запретить применение ХПФС на пищевых культурах: 18 августа 2021 г. было объявлено о полном отзыве всех МДУ (tolerances) ХПФС в продуктах питания [39, 40]. Окончательное решение ЕРА, опубликованное в Федеральном реестре (86 Fed. Reg. 48315), вступило в силу 29 октября 2021 г., установив завершение действия всех МДУ к 28 февраля 2022 г. [39]. Однако производители и сельскохозяйственные объединения оспорили запрет ХПФСа: 2 ноября 2023 г. Апелляционный суд 8-го округа (дело *Red River Valley Sugarbeet Growers Ass'n v. Regan*) постановил, что ЕРА при введении полного запрета превысило свои полномочия и действовало поспешно, не предоставив производителям сельскохозяйственной продукции достаточного времени для того, чтобы спланировать переход на альтернативные препараты, а также не оставило возможности частичного запрета ХПФС, хотя в некоторых случаях его применение могло быть допустимым с точки зрения риска для населения. Суд признал решение ЕРА 2021 г. «произвольным и капризным», отменив решение об аннулировании всех МДУ и вернув вопрос в ЕРА на доработку. В результате этого решения запрет ЕРА от 2021 г. был временно снят, и в начале 2024 г. ЕРА вынуждено было по решению суда временно восстановить МДУ ХПФСа в продуктах питания в США [38–40]. Тем не менее Агентство заявило о своей приверженности защите здоровья и уже к концу 2024 г. подготовило новый вариант решения

о запрете: 2 декабря 2024 г. ЕРА предложило вновь отозвать допуски ХПФСа для большинства продуктов, кроме 11 ограниченных случаев использования (на отдельных культурах, в определённых штатах, где риски для здоровья человека были признаны контролируемыми) [41]. Эти оставшиеся 11 разрешённых применений (например, на сое, пшенице, цитрусовых и некоторых фруктах в ограниченных географических регионах) основаны на пересмотре регистрационных данных и добровольных отказах производителей от других применений [41–43]. Ожидается, что после общественных обсуждений в 2025 г. ЕРА утвердит это правило, фактически сохранив весьма ограниченный перечень допустимых применений ХПФС и запретив все остальные.

Наряду с федеральным уровнем важную роль в полном запрете ХПФС сыграли инициативы отдельных штатов США, оказавших давление на федеральное правительство. Некоторые штаты, не дожидаясь решения ЕРА, ввели собственные запреты. Первым штатом, запретившим ХПФС, были Гавайи (запрет вступил в силу с 2019 г.) [44]. В 2019 г. Калифорния, крупнейший аграрный штат, объявила о полном запрете ХПФСа к концу 2020 г., обосновав это рисками для развития детей безопасности окружающей среды. За Калифорнией последовали Нью-Йорк, Орегон, Вашингтон и другие, также приняв меры по запрещению или строгому ограничению использования данного пестицида на уровне своих штатов [41, 45].

В **Канаде** переоценка хлорпирифоса проходила в несколько этапов: в 2000, 2003 и 2007 гг. оценивались риски для здоровья и некоторые экологические риски, а полная экологическая оценка была завершена в 2020 г. На заключительном этапе была обновлена текущая оценка риска для здоровья. Решение о переоценке хлорпирифоса, связанное с экологическим риском (PRVD2019-052 и RVD2020-143), привело к аннулированию разрешений применения ряда регистраций СЗР [46]. 10 февраля 2021 г. Министерство здравоохранения Канады (Health Canada) направило уведомление двум регистрантам оставшихся СЗР, содержащих ХПФС, требуя предоставить дополнительные научные данные с целью завершения обновления запланированной оценки риска для здоровья. К тому времени только продукты этих двух регистрантов подлежали текущей переоценке с позиции риска для здоровья, поскольку все остальные отказались от продления регистрации самостоятельно. Однако регистранты не смогли удовлетворить требования Министерства здравоохранения Канады к данным, в связи с чем правительством был принят график поэтапного вывода оставшихся СЗР, содержащих ХПФС, из обращения, согласно которому последняя дата использования ХПФСа в Канаде на всех видах культур, в том числе рапсе (для борьбы с люцерновой пяденицей) и чесноке (для борьбы с темнотой и краснопинной совкой), была установлена 10 декабря 2023 г. [46].

В **Мексике** дискуссии о ХПФС обострились в контексте общего курса на отказ от потенциально опасных СЗР. В 2020 г. Мексика объявила о поэтапном выводе из оборота глифосата (другого спорного пестицида) к 2024 г., и некоторые местные проэкологические группы требовали принятия аналогичных мер по отношению к ХПФС [47, 48]. Сегодня в Мексике нет полного федерального запрета ХПФС, но его использование сокращается, в том числе на основании результатов локальных исследований, указывающих на его высокое и вызывающее озабоченность содержание в почве, воде и рыбе [49].

В Азии регулирование ХПФС за последнее десятилетие развивалось неравномерно: некоторые страны полностью запретили этот пестицид согласно мировым тенденциям, тогда как другие продолжают его использование с определёнными ограничениями. Особенно заметные изменения произошли в регионе Юго-Восточной Азии.

Вьетнам одним из первых принял меры по запрету ХПФС: в 2019 г. Министерство сельского хозяйства и раз-

вития сельских районов Вьетнама выпустило постановление, исключающее средства защиты растений, содержащие ХПФС, из списка разрешённых. Данное решение утвердило полный запрет ХПФС во Вьетнаме с прекращением импорта и продаж и установлением переходного периода в срок до февраля 2021 г. для использования существовавших в стране запасов СЗР [50, 51].

Таиланд в октябре 2019 г. принял решение отнести ХПФС к запрещённым опасным веществам: запрет вступил в силу с 1 июня 2020 г., предоставив производителям небольшую отсрочку [52, 53]. С 2020 г. в Таиланде полностью запрещены производство, импорт, продажа и применение ХПФС, а с середины 2021 г. установлен нулевой допуск его остатков в продовольствии [54]. Эти шаги были продиктованы как внутренними соображениями (защита фермеров и потребителей), так и внешними. Например, отрасли, ориентированные на экспорт, должны были учитывать, что их продукция не будет приниматься в ЕС при наличии следов ХПФС [36].

По данным некоммерческой организации Toxics Link (Индия), **Индонезия** также присоединилась к числу стран, запретивших ХПФС, исключив с 2019 г. использование этого пестицида на всех сельскохозяйственных культурах [4], однако официальный документ, подтверждающий факт запрета на государственном уровне, не удалось обнаружить в свободном доступе.

Некоторые страны Азии также ввели запреты на использование ХПФС в сельском хозяйстве: **Шри-Ланка** запретила применение с июня 2019 г.; **Малайзия** — с июня 2023 г.; **Турция** — с декабря 2021 г.; **Непал** — с июня 2025 г. [34, 55].

Индия, один из крупнейших производителей и потребителей пестицидов, не вводила полного запрета, но постаралась ограничить применение ХПФС с 2020 г. 18 мая 2020 г. правительство Индии внесло ХПФС в проект списка из 27 особенно опасных пестицидов. Проект постановления (S.O. 1512(E) от 18.05.2020 г.) стал неожиданностью для индийской агрохимической промышленности, поскольку внесённые в него действующие вещества на тот момент составляли почти 40% от общего объёма продаж пестицидов на индийском рынке, при этом некоторые из этих веществ входили в число крупнейших экспортируемых Индией СЗР. Проект постановления, оказывающий негативное влияние на бизнес и экономику, вызвал сопротивление представителей промышленности (были направлены 1644 замечания) и был приостановлен решением суда 21 июля 2020 г. Однако 18 января 2023 г. Высокий суд Раджастанхана вынес постановление по гражданскому иску № 7474/2020, поданному Нараяном Сингхом Ратором, об отмене временного постановления от 21 июля 2020 г., что возобновило процесс введения запрета, тем не менее окончательное решение пока не принято [56].

В **Китае** ХПФС по-прежнему применяется на ряде культур, однако китайские регуляторы снизили МДУ ХПФС в пищевых продуктах, особенно в продуктах детского питания. Кроме того, с учётом международных тенденций Китай усиливает контроль за экспортируемой продукцией: поставки, превышающие нормы по ХПФС, могут быть заблокированы на границе [34].

Ситуация в Южной Америке достаточно сложна: некоторые страны начали движение к запрету ХПФС, тогда как другие продолжают интенсивно его использовать по причине сельскохозяйственной зависимости данного региона от пестицидов. Например, ХПФС остаётся зарегистрированным и разрешённым для применения в **Бразилии** (на сое, кукурузе, фруктах и др.), несмотря на его запрет в Европе [57, 58].

В отличие от Бразилии страны Андского региона принимают активные шаги по ограничению ХПФС. Значимым прецедентом стала **Республика Перу**: в 2023 г. Национальная служба здравоохранения сельского хозяйства Перу (SENASA) издала Резолюцию № 0032-2023, запрещающую

использование ХПФС на территории страны. Согласно этому решению, импорт, продажа и применение любых пестицидов с действующим веществом ХПФС были запрещены, а компаниям-дистрибьюторам был дан срок до августа 2024 г. для полного изъятия остатков продукции из обращения. По словам представителей перуанского Агроэкологического консорциума, процесс запрета ХПФС продолжался примерно 15 лет, в том числе из-за сопротивления индустрии. Несмотря на официальный запрет, контроль за соблюдением этого запрета остаётся спорным: даже после принятия резолюции более 20 компаний в Перу продолжали реализацию препаратов с ХПФС, несмотря на административные последствия [57].

Аргентина и **Чили** предприняли шаги к ограничению применения в связи с негативными последствиями для торговли. В **Чили** действует полный запрет на применение ХПФС и ХПФС-метила с декабря 2023 г. [55]. В **Аргентине** с 2018–2019 гг. обсуждалось ужесточение обращения ХПФС: несколько провинций (в том числе Буэнос-Айрес) ввели локальные ограничения на использование данного инсектицида вблизи населённых пунктов и на определённых культурах. По некоторым данным, Аргентина отнесла ХПФС к списку крайне опасных пестицидов и фактически запретила его сельскохозяйственное применение на национальном уровне в последние годы [57], однако подтверждения в официальных источниках найти не удалось.

Австралийское управление по пестицидам и ветеринарным препаратам (APVMA) 3 октября 2024 г. опубликовало окончательное решение о пересмотре решения о применении хлорпирифоса — инсектицида, используемого для борьбы с вредителями в различных сельскохозяйственных, коммерческих и ветеринарных целях [59], которое значительно ограничило применение препаратов, содержащих ХПФС, в сельском хозяйстве на полевых и кормовых культурах.

По состоянию на август 2025 г. препараты на основе ХПФС имеют регистрацию в ряде стран постсоветского пространства. Страны Евразийского экономического союза (**Армения, Беларусь, Казахстан, Киргизия, Россия**) допускают использование ХПФС в сельском хозяйстве, так как Единые санитарные правила ЕАЭС пока разрешают его применение при соблюдении установленных гигиенических нормативов в продукции.

В **Российской Федерации** в соответствии с «Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации» имеют государственную регистрацию в качестве инсектицида при наземном применении 18 препаратов на основе ХПФС, но ни одного препарата на основе ХПФС-метила [60]. В связи с получением в 2015 г. новых данных о токсичности ХПФС [5, 14] на основании решения совместного заседания Комиссии по проблемам гигиены и токсикологии пестицидов и агрохимикатов Роспотребнадзора и Научно-экспертного совета Центра по гигиенической регламентации средств химизации сельского хозяйства ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора (от 25.02.2015 г.) с токсиколого-гигиенических позиций была ограничена сфера применения препаратов на основе ХПФС. В настоящее время в Российской Федерации препараты на основе ХПФС рекомендуются к применению только на зерновых культурах, сахарной свёкле, сое, рапсе и против саранчовых на пастбищах. Элементы урожая указанных культур используются в питании населения в виде продуктов переработки (мука, масло растительное, сахар и др.) или идут на корм скоту. Данное обстоятельство способствует минимизации рисков негативного воздействия ХПФС на население. В табл. 2 представлен список стран, полностью запретивших или значительно ограничивших применение хлорпирифоса в сельском хозяйстве или в жилых помещениях (согласно собранной в рамках данного литературного обзора информации).

Таблица 2 / Table 2

Страны, запретившие или ограничившие применение хлорпирифоса Countries banned or restricted the use of chlorpyrifos			Дополнительная информация Additional information	
№	Страна, союз стран Country, an alliance of countries	Статус разрешения применения хлорпирифоса в сельском хозяйстве или в жилых помещениях по состоянию на август 2025 г. Status of approval for the use of chlorpyrifos in agriculture or residential areas as of August 2025		
1	Австралия Australia	Ограничена сфера применения препаратов на основе хлорпирифоса: в сельскохозяйственных целях разрешено применение только на кормовых и полевых культурах The scope of application of chlorpyrifos-based formulations is limited: to commodities grown for feed; field crops	Австралийское управление по пестицидам и ветеринарным препаратам (APVMA) – окончательное решение от 3 октября 2024 г. The Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority (APVMA) – final regulatory decision from October 3, 2024	
2	Вьетнам Vietnam	Полный запрет применения Complete ban of use	Министерство сельского хозяйства и развития сельских земель Вьетнама. Решение № 501/QĐ-BNN-BVTV от 12.02.2021 г. Ministry of Agriculture and Rural Development of Vietnam. Decision No. 501/QĐ-BNN-BVTV from 02/12/2021	
3	Европейский союз The European Union	Полный запрет применения Complete ban of use	Исполнительный регламент Комиссии (ЕС) 2020/17 от 10 января 2020 г. Исполнительный регламент Комиссии (ЕС) 2020/18 от 10 января 2020 г. Commission implementing Regulation (EU) 2020/17 of January 10, 2020 Commission implementing Regulation (EU) 2020/18 of January 10, 2020	
4	Индонезия Indonesia	Полный запрет применения Complete ban of use	По данным некоммерческой организации Toxics Link (Индия) According to the non-profit organization Toxics Link (India)	
5	Канада Canada	Полный запрет применения Complete ban of use	Объявление о повторной оценке REV2021-04 от 21 декабря 2021 г. Re-evaluation Note REV2021-04, from 21 December 2021	
6	Малайзия Malaysia	Полный запрет применения Complete ban of use	По данным Секретариата Роттердамской Конвенции: Циркулярное письмо совета по пестицидам Малайзии от 28 апреля 2021 г. Circular Letter of The Pesticides Board of Malaysia dated April 28, 2021	
7	Непал Nepal	Полный запрет применения Complete ban of use	По данным Секретариата Роттердамской Конвенции, хлорпирифос был запрещён в Непале решением Комитета по пестицидам в соответствии с полномочиями, представленными Законом об управлении пестицидами 2076 (BS). Решение было впоследствии опубликовано в газете Nepal Gazette 5 декабря 2024 г. According to the Rotterdam Convention Secretariat: Chlorpyrifos has been banned in Nepal under the decision of the Pesticide Committee as per the authority granted by the Pesticide Management Act, 2076 (BS). The decision was subsequently published in the Nepal Gazette on December 5, 2024	
8	Перу Peru	Полный запрет применения Complete ban of use	Резолюция Национальной службы здравоохранения сельского хозяйства Перу (SENASA) № 0032-2023 от 2023 г. Resolution of the National Agricultural Health Service of Peru (SENASA) № 0032-2023 dated 2023	
9	Российская Федерация The Russian Federation	Ограничена сфера применения препаратов на основе хлорпирифоса: рекомендуются к применению только на зерновых культурах, сахарной свёкле, сое, рапсе и против саранчовых на пастбищах, риск для населения при этих применениях является допустимым The scope of application of chlorpyrifos-based formulations is limited: they are recommended for use only on grain crops, sugar beet, soybeans, rapeseed and against locusts in pastures; the risk to the population with these applications is acceptable	«Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации» от 08.08.2025 г. State Catalog of Pesticides and Agrochemicals Permitted for Use in the Territory of the Russian Federation dated 08.08.2025	
10	Соединённые Штаты Америки The United States of America	Запрет, за исключением 11 ограниченных случаев использования в сельском хозяйстве (на отдельных культурах в определённых штатах, где риски для здоровья человека были признаны контролируемыми) Complete ban of use except for 11 limited agricultural uses (on selected crops in certain states where human health risks have been determined to be manageable)	Хлорпирифос. Отмена допуска. Документ [EPA-HQ-OPP-2024-0431; FRL-12415-01-OCSPP], предложенный Агентством по охране окружающей среды 12 октября 2024 г. Chlorpyrifos; Tolerance Revocation. Document [EPA-HQ-OPP-2024-0431; FRL-12415-01-OCSPP] proposed by EPA on 12.10.2024	
11	Таиланд Thailand	Полный запрет применения Complete ban of use	Заявление Министерства промышленности Таиланда (на Тайском) № 137 (117) от 19.05.2020 г. Ministry of Industry of Thailand Statement (in Thai) No. 137 (117) dated 19.05.2020	
12	Турция Turkey	Полный запрет применения	По данным Секретариата Роттердамской Конвенции According to the Rotterdam Convention Secretariat	
13	Чили Chile	Полный запрет применения	По данным Секретариата Роттердамской Конвенции According to the Rotterdam Convention Secretariat	
14	Шри-Ланка Sri Lanka	Полный запрет применения Complete ban of use	По данным Секретариата Роттердамской Конвенции: Бюллетень 65-го заседания Технического и консультативного комитета по пестицидам Шри-Ланка от 04.05.2013 г. According to the Rotterdam Convention Secretariat: Bulletin of 65-th Meeting of The Pesticide Technical & Advisory Committee of Sri Lanka on 05.04.2013	

Заключение

Проведённый обзор литературы показывает неоднозначность отношения мировых регуляторных агентств к ХПФС, несмотря на выдвинутое ЕС предложение о его включении в список стойких органических загрязнителей Стокгольмской конвенции [1–4] с момента широкого резонанса информации о потенциальной опасности ХПФС, обнародованной CalEPA в 2018 г. и с учётом результатов проведённых в США когортных исследований [14]. Фактически полный запрет применения ХПФС ввели развитые страны с более холодным или умеренным климатом (Канада и ЕС), для которых применение хлорпирифоса внутри страны не является необходимостью, либо страны, активно экспортирующие продовольственные товары в ЕС, во избежание репутацион-

ных и финансовых потерь (Вьетнам, Индонезия, Малайзия, Непал, Перу, Таиланд, Турция, Чили, Шри-Ланка). США, Австралия и Российская Федерация значительно ограничили сферу применения препаратов, содержащих ХПФС, с позиций управления рисками для здоровья.

Важно отметить, что некоторые химические альтернативы могут быть даже дешевле ХПФС, а новые пестициды специфичны для определённых вредителей, в то время как хлорпирифос является пестицидом широкого спектра действия [1, 2]. Это затрудняет поиск подходящих альтернатив для всех сфер применения, что может останавливать развивающиеся страны в ограничении применения ХПФС до тех пор, пока он не будет включён в Приложение А Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях, несмотря на возможную опасность этого пестицида для ребёнка в утробе матери.

Литература

(п.п. 1–59 см. References)

60. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации. Минсельхоз; 2025.

References

- Stockholm Convention of Persistent Organic Pollutants. Additional information relating to the draft risk management evaluation for chlorpyrifos. UNEP/POPS/POPRC.20/INF/5; 2024. Available at: <https://pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC20/Overview/tabid/9850/Default.aspx>
- Stockholm Convention of Persistent Organic Pollutants. Draft risk management evaluation for chlorpyrifos. UNEP/POPS/POPRC.20/2; 2024. Available at: <https://pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC20/Overview/tabid/9850/Default.aspx>
- European Food Safety Authority. Conclusion on the peer review of the pesticide human health risk assessment of the active substance chlorpyrifos. *EFSA J.* 2014; 12(4): 3640. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3640>
- Bhagwat A., Gaonkar O., Mohapatra P. Chlorpyrifos, a candidate POP in Stockholm Convention. *Toxics Link*. 2022. Available at: <https://toxicslink.org/wp-content/uploads/2022/08/Factsheets%20-%20chlorpyrifos.pdf#:~:text=%5BPDF%5D%20CHLORPYRIFOS%20,insecticides%20chlorpyrifos%20and%20chlorpyrifos>
- European Food Safety Authority. Statement on the available outcomes of the human health assessment in the context of the pesticides peer review of the active substance chlorpyrifos. *EFSA J.* 2019; 17(5): 5809. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5809>
- Rauh V., Arunajadai S., Horton M., Perera F., Hoepner L., Barr D.B., et al. Seven-year neurodevelopmental scores and prenatal exposure to chlorpyrifos, a common agricultural pesticide. *Environ. Health Perspect.* 2011; 119(8): 1196–201. <https://doi.org/10.1289/ehp.1003160>
- Perera F.P., Rauh V., Tsai W.Y., Kinney P., Camann D., Barr D., et al. Effects of transplacental exposure to environmental pollutants on birth outcomes in a multiethnic population. *Environ. Health Perspect.* 2003; 111(2): 201–5. <https://doi.org/10.1289/ehp.5742>
- Rauh V.A., Garfinkel R., Perera F.P., Andrews H.F., Hoepner L., Barr D.B., et al. Impact of prenatal chlorpyrifos exposure on neurodevelopment in the first 3 years of life among inner-city children. *Pediatrics*. 2006; 118(6): e1845–59. <https://doi.org/10.1542/peds.2006-0338>
- Whyatt R.M., Rauh V., Barr D.B., Camann D.E., Andrews H.F., Garfinkel R., et al. Prenatal insecticide exposures and birth weight and length among an urban minority cohort. *Environ. Health Perspect.* 2004; 112(10): 1125–32. <https://doi.org/10.1289/ehp.6641>
- Whyatt R.M., Camann D., Perera F.P., Rauh V.A., Tang D., Kinney P.L., et al. Biomarkers in assessing residential insecticide exposures during pregnancy and effects on fetal growth. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 2005; 206(2): 246–54. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2004.11.027>
- Rauh V.A., Perera F.P., Horton M.K., Whyatt R.M., Bansal R., Hao X., et al. Brain anomalies in children exposed prenatally to a common organophosphate pesticide. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*. 2012; 109(20): 7871–6. <https://doi.org/10.1073/pnas.1203396109>
- Rauh V.A., Garcia W.E., Whyatt R.M., Horton M.K., Barr D.B., Louis E.D. Prenatal exposure to the organophosphate pesticide chlorpyrifos and childhood tremor. *Neurotoxicology*. 2015; 51: 80–6. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2015.09.004>
- Federal Register. United States Environmental Protection Agency. Notice. Chlorpyrifos; End-Use Products Cancellation Order. [OPP-342031; FRL-6799-7]. Available at: <https://federalregister.gov/d/01-22756>
- Department of Pesticide Regulation. Final Toxic Air Contaminant Evaluation of Chlorpyrifos Risk Characterization of Spray Drift, Dietary, and Aggregate Exposures to Residential Bystanders. California Environmental Protection Agency; 2018.
- Eskenazi B., Marks A.R., Bradman A., Harley K., Barr D.B., Johnson C., et al. Organophosphate pesticide exposure and neurodevelopment in young Mexican-American children. *Environ. Health Perspect.* 2007; 115(5): 792–8. <https://doi.org/10.1289/ehp.9828>
- Stein L.J., Gunier R.B., Harley K., Kogut K., Bradman A., Eskenazi B. Early childhood adversity potentiates the adverse association between prenatal organophosphate pesticide exposure and child IQ: The CHAMACOS cohort. *Neurotoxicology*. 2016; 56: 180–7. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2016.07.010>
- Berkowitz G.S., Wetmur J.G., Birman-Deych E., Obel J., Lapinski R.H., Godbold J.H., et al. In utero pesticide exposure, maternal paraoxonase activity, and head circumference. *Environ. Health Perspect.* 2004; 112(3): 388–91. <https://doi.org/10.1289/ehp.6414>
- Wolff M.S., Engel S., Berkowitz G., Teitelbaum S., Siskind J., Barr D.B., et al. Prenatal pesticide and PCB exposures and birth outcomes. *Pediatr. Res.* 2007; 61(2): 243–50. <https://doi.org/10.1203/pdr.0b013e31802d77f0>
- Federal Register. United States Environmental Protection Agency. Proposed Rule. Chlorpyrifos; Tolerance Revocations; Notice of Data Availability and Request for Comment. 40 CFR Part 180 [EPA-HQ-OPP-2015-0653; FRL-9954-65]. Available at: <https://federalregister.gov/d/2016-27552>
- Wolff M.S., Engel S., Berkowitz G., Teitelbaum S., Siskind J., Barr D.B., et al. Prenatal pesticide and PCB exposures and birth outcomes. *Pediatr. Res.* 2007; 61(2): 243–50. <https://doi.org/10.1203/pdr.0b013e31802d77f0>
- European Food Safety Authority. Updated statement on the available outcomes of the human health assessment in the context of the pesticides peer review of the active substance chlorpyrifos-methyl. *EFSA J.* 2019; 17(11): 5908. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5908>
- European Council. Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) No 1907/2006. *Official Journal of the European Union*. 2008; L353/1. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R1272>
- Bielawski D., Ostrea E. Jr., Posecion N. Jr., Corrion M., Seagraves J. Detection of several classes of pesticides and metabolites in meconium by gas chromatography-mass spectrometry. *Chromatographia*. 2005; 62(11–12): 623–9. <https://doi.org/10.1365/s10337-005-0668-7>
- Corrion M.L., Ostrea Jr. E.M., Bielawski D.M., Posecion Jr. N.C., Seagraves J.J. Detection of prenatal exposure to several classes of environmental toxicants and their metabolites by gas chromatography–mass spectrometry in maternal and umbilical cord blood. *J. Chromatogr. B. Analyt. Technol. Biomed. Life Sci.* 2005; 822(1–2): 221–9. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2005.06.007>
- Engel S.M., Wetmur J., Chen J., Zhu C., Barr D.B., Canfield R.L., et al. Prenatal exposure to organophosphates, paraoxonase 1, and cognitive development in childhood. *Environ. Health Perspect.* 2011; 119(8): 1182–8. <https://doi.org/10.1289/ehp.1003183>
- Fluegge K.R., Nishioka M., Wilkins J.R. 3rd. Effects of simultaneous prenatal exposures to organophosphate and synthetic pyrethroid insecticides on infant neurodevelopment at three months of age. *J. Environ. Toxicol. Public Health*. 2016; 1: 60–73. <https://doi.org/10.5281/zenodo.218417>
- Ostrea E.M. Jr., Bielawski D.M., Posecion N.C. Jr., Corrion M., Villanueva-Uy E., Jin Y., et al. A comparison of infant hair, cord blood and meconium analysis to detect fetal exposure to environmental pesticides. *Environ. Res.* 2008; 106(2): 277–83. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2007.08.014>
- Ostrea E.M. Jr., Reyes A., Villanueva-Uy E., Pacifico R., Benitez B., Ramos E., et al. Fetal exposure to propoxur and abnormal child neurodevelopment at 2 years of age. *Neurotoxicology*. 2012; 33(4): 669–75. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2011.11.006>
- Posecion N. Jr., Ostrea E. Jr., Bielawski D., Corrion M., Seagraves J., Jin Y. Detection of exposure to environmental pesticides during pregnancy by the analysis of maternal hair using GC-MS. *Chromatographia*. 2006; 64(11–12): 681–7. <https://doi.org/10.1365/s10337-006-0092-7>
- Silver M.K., Shao J., Zhu B., Chen M., Xia Y., Kaciroti N., et al. Prenatal chlorpyrifos exposure is associated with deficits in infant motor

- function in a cohort of Chinese infants. *Environ. Int.* 2017; 106: 248–56. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.05.015>
31. Silver M.K., Shao J., Ji C., Zhu B., Xu L., Li M., et al. Prenatal organophosphate insecticide exposure and infant sensory function. *Int. J. Hyg. Environ. Health.* 2018; 221(3): 469–78. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.01.010>
 32. Wickerham E.L., Lozoff B., Shao J., Kaciroti N., Xia Y., Meeker J.D. Reduced birth weight in relation to pesticide mixtures detected in cord blood of full-term infants. *Environ. Int.* 2012; 47: 80–5. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2012.06.007>
 33. European Chemicals Agency. Substance Infocard. Chlorpyrifos. Available at: <https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.018.969>
 34. Wolejko E., Łozowicka B., Jabłońska-Trypuc A., Pietruszyńska M., Wydro U. Chlorpyrifos occurrence and toxicological risk assessment: a review. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2022; 19(19): 12209. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912209>
 35. European Commission. Chlorpyrifos & Chlorpyrifos-methyl. Available at: https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/approval-active-substances-safeners-and-synergists/renewal-approval/chlorpyrifos-chlorpyrifos-methyl_en
 36. Directorate-General for Health and Food Safety. EU Pesticides Database (v3.3). European Commission. Available at: https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/mrls/details?lg_code=EN&pest_res_id_list=56,57&product_id_list
 37. Info Curia. Judgement of the General Court (Seventh Chamber, Extended Composition) in Case T-77/20; 2023. Available at: <https://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?text=&docid=278201&pageIndex=0&doclang=en&mode=req&dir=&occ=first&part=1&cid=3294758>
 38. Aidala J.V., Burchi L.R. Eighth. Circuit Court Vacates EPA Rule Revoking All Chlorpyrifos Tolerances. FIFRABlog®; 2023. Available at: <https://lawbc.com/eight-circuit-court-vacates-epa-rule-revoking-all-chlorpyrifos-tolerances>
 39. Federal Register. United States Environmental Protection Agency. Final Rule. Chlorpyrifos; Tolerance Revocations. 40 CFR Part 180 [EPA-HQ-OPP-2021-0523; FRL-5993-04-OCSPP]. Available at: <https://federalregister.gov/d/2021-18091>
 40. The National Agricultural Law Center. Ninth Circuit Finds Chlorpyrifos Tolerances Unlawful. Available at: <https://nationalaglawcenter.org/ninth-circuit-finds-chlorpyrifos-tolerances-unlawful/>
 41. United States Environmental Protection Agency. Chlorpyrifos; 2025. Available at: <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/chlorpyrifos>
 42. Federal Register. United States Environmental Protection Agency. Final Rule. Chlorpyrifos; Tolerance Revocations. 40 CFR Part 180 [EPA-HQ-OPP-2024-0431; FRL-12415-01-OCSPP]. Available at: <https://federalregister.gov/d/2024-28332>
 43. Federal Register. United States Environmental Protection Agency. Proposed Rule. Chlorpyrifos; Tolerance Revocation; Reopening of the Comment Period [EPA-HQ-OPP-2024-0431; FRL-12415-03-OCSPP]. Available at: <https://federalregister.gov/d/2025-02788>
 44. Frederick A., Webster D.M. Hawai'i does what EPA failed to do: first U.S. ban on chlorpyrifos enacted into law. Hawai'i Alliance for Progressive Action; 2018. Available at: <https://hapahi.org/blog/governor-ige-bans-neurotoxin-chlorpyrifos>
 45. Polansek T. Corteve to stop making pesticide linked to kids' health problems. Reuters; 2020. Available at: <https://reuters.com/article/business/healthcare-pharmaceuticals/corteva-to-stop-making-pesticide-linked-to-kids-health-problems-idUSKBN20023H/>
 46. Pest Management Regulatory Agency. Re-evaluation Note REV2021-04, Cancellation of remaining chlorpyrifos registrations under paragraph 20(1)(a) of the Pest Control Products Act. Health Canada; 2021. Available at: <https://canada.ca/content/dam/hc-sc/documents/services/consumer-product-safety/reports-publications/pesticides-pest-management/decisions-updates/reevaluation-note/2021/cancellation-remaining-chlorpyrifos-registrations/rev2021-04-eng.pdf>
 47. Beyond Pesticides. Mexico Announces Glyphosate-Roundup Phaseout; 2020. Available at: <https://beyondpesticides.org/dailynewsblog/2020/07/mexico-announces-glyphosate-roundup-phaseout/>
 48. Godoy E. Mexico bans glyphosate but tolerates other agrochemicals; 2021. Available at: <https://nacla.org/mexico-amlo-glyphosate-pesticides/>
 49. Ruiz-Arias M.A., Medina-Díaz I.M., Bernal-Hernández Y.Y., Barrón-Vivanco B.S., González-Arias C.A., Romero-Bañuelos C.A., et al. The situation of chlorpyrifos in Mexico: a case study in environmental samples and aquatic organisms. *Environ. Geochem. Health.* 2023; 45(8): 6323–51. <https://doi.org/10.1007/s10653-023-01618-4>
 50. Ministry of Agriculture and Rural Development of Vietnam. Decision removal of agrochemicals containing chlorpyrifos ethyl and fipronil from the list of permissible agrochemicals in Vietnam No. 501/QĐ-BNN-BVTV; 2019. Available at: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/EN/Linh-vuc-khac/Decision-501-QĐ-BNN-BVTV-2019-removal-Chlorpyrifos-Ethyl-removed-from-permissible-agrochemicals/408404/tieng-anh.aspx#>
 51. Ministry of Agriculture and Rural Development of Vietnam. Circular. List of permissible and banned agrochemicals in Vietnam no. 10/2020/TT-BNNPTNT; 2020. Available at: <https://fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC209585/#:~:text=Circular%20No.%2010%2F2020%2FTT,Agrochemicals>
 52. Pibanthan P. Thailand Votes to Ban Three Key Crop Protection Chemicals. AgriBusiness Global; 2019. Available at: <https://agribusinessglobal.com/agrochemicals/thailand-votes-to-ban-three-key-crop-protection-chemicals/#:~:text=Chemicals%20www.to%20restrict%20use%20of%20glyphosate>
 53. Chemlinked. Thailand Enforced Ban on Paraquat and chlorpyrifos starting June 01 2020. REACH24 Consulting Group; 2020. Available at: <https://agrochemical.chemlinked.com/news/thailand-enforced-ban-paraquat-and-chlorpyrifos-starting-june-1#>
 54. Foreign Agricultural Service. Attaché Report. Thailand: Thailand Moves Forward with Ban on Paraquat and Chlorpyrifos on 1 June 2020. United States Department of Agriculture; 2020. Available at: <https://fas.usda.gov/data/thailand-thailand-moves-forward-ban-paraquat-and-chlorpyrifos-1-june-2020>
 55. Rotterdam Convention. Database of Notifications of Final Regulatory Action. Available at: <http://pic.int/Procedures/NotificationsofFinalRegulatoryActions/Database/tabid/1368/language/enUS/Default.aspx>
 56. Singh O. Three Insecticides to be prohibited in India: Central Govt issued a draft ban order. Agropages; 2023. Available at: <https://news.agropages.com/News/NewsDetail---45617.htm#>
 57. AgriBrasilis. Agrochemical Update Brazil & Latin America. Chlorpyrifos was banned in Peru; 2023. Available at: <https://agribasilis.com/2023/07/19/chlorpyrifos/>
 58. Brovini E.M., Quadra G.R., Paranaíba J.R., Carvalho L., Pereira R.O., de Aquino S.F. Occurrence and environmental risk assessment of 22 pesticides in Brazilian freshwaters. *Aquat. Toxicol.* 2023; 260: 106566. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2023.106566>
 59. Australian Government. Notice of decision on reconsideration under section 34AC of the Agricultural and Veterinary Chemicals Code – affirmations for chlorpyrifos reconsideration. Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority. Special Gazette; 2024. Available at: <https://www.apvma.gov.au/news-and-publications/publications/gazette/special-gazette-3-oct-24>
 60. State Catalog of Pesticides and Agrochemicals Permitted for Use in the Russian Federation. Ministry of Agriculture of the Russian Federation; 2025. (in Russian)

Сведения об авторах

Ракитский Валерий Николаевич, доктор мед. наук, профессор, академик РАН, научный руководитель Института гигиены, токсикологии пестицидов и химической безопасности ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия. E-mail: rakitskii.vn@fncg.ru

Вещемова Татьяна Евгеньевна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр. отд. гигиены труда Института гигиены, токсикологии пестицидов и химической безопасности ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия. E-mail: veshchemova.te@fncg.ru

Чхвиркия Елена Григорьевна, доктор мед. наук, профессор, гл. науч. сотр. отд. токсикологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия. E-mail: chkhvirkiya.eg@fncg.ru

Масальцев Глеб Викторович, канд. биол. наук, зав. отд. токсикологии Института гигиены, токсикологии пестицидов и химической безопасности ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия. E-mail: masalcev.gv@fncg.ru

Information about the authors

Valerii N. Rakitskii, DSc (Medicine), professor, academician of the RAS, scientific director of the Institute of Hygiene, Toxicology of Pesticides and Chemical Safety of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-9959-6507> E-mail: rakitskii.vn@fncg.ru

Tatiana E. Veshchemova, PhD (Medicine), senior researcher, Occupational health department, Institute of Hygiene, Pesticide Toxicology and Chemical Safety, Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-0444-1095> E-mail: veshchemova.te@fncg.ru

Elena G. Chkhvirkiya, DSc (Medicine), professor, chief researcher, Toxicology department, Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-0519-3257> E-mail: chkhvirkiya.eg@fncg.ru

Gleb V. Masaltsev, PhD (Biology), head, Toxicology department, Institute of Hygiene, pesticide toxicology and chemical safety, Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1539-1633> E-mail: masalcev.gv@fncg.ru