

Богатырева Инесса Александровна (Bogatyрева I.A.),  
науч. сотр. Института общей и профессиональной патологии  
ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотреб-  
надзора, канд. мед. наук. E-mail: nectari@mail.ru.  
<https://orcid.org/0000-0002-0105-9499>.

Антошина Лариса Ивановна (Antoshina L.I.),  
зав. отд. лаб. диагностики Института общей и профессио-  
нальной патологии ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрис-

мана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук. E-mail: erisman-  
neurolog@yandex.ru.

Ошкoderов Олег Анатольевич (Oshkoderov O.A.),  
врач-невролог невролог. отд. Института общей и профес-  
сиональной патологии ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф.  
Эрисмана» Роспотребнадзора, канд. мед. наук. E-mail:  
voyageur87@gmail.com.  
<https://orcid.org/0000-0002-1021-6521>.

## Дискуссии

УДК 613.6.02:543.064

Ракитский В.Н., Федорова Н.Е., Березняк И.В., Заволокина Н.Г., Мухина Л.П.

### ДЕРМАЛЬНАЯ ЭКСПОЗИЦИЯ: ТРЕБОВАНИЯ К МЕТОДИКАМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ В СМЫВАХ ДЕЙСТВУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПЕСТИЦИДОВ

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, г. Мытищи,  
Московская обл., РФ, 141014

Представлены результаты исследований по анализу влияния величины нижнего предела количественного определения в пробе смыва на коэффициенты безопасности по экспозиции (КБсумм) и по поглощенной дозе (КБп), при условии отсутствия действующего вещества в пробах воздуха рабочей зоны, а также смывов с кожи работающих, выполненных на примере диквата. Для контроля диквата в смывах водой с кожных покровов создан метод, основанный на применении ион-парной жидкостной хроматографии с ультрафиолетовым детектированием (рабочая длина волны 310 нм). Для концентрирования пробы использованы картриджи для твердофазной экстракции, содержащие ионообменный сорбент (Oasis MCX 6cc/500mg). Нижний предел определения в пробе смыва — 0,15 мкг. Экспериментально установленная полнота смыва находится в диапазоне 80–92%, среднее квадратичное отклонение повторяемости — не более 7,0%. Созданный метод апробирован в натуральных исследованиях при определении дермальной экспозиции работающих для 5-ти различных препаратов на основе диквата дибромид при применении для наземного тракторного опрыскивания и авиаобработки. При нижнем пределе обнаружения в пробе смыва (0,15 мкг/смыв) расчетная величина риска по экспозиции (КБсумм) варьировала в пределах 0,26–0,36; риск по поглощенной дозе (КБп) был низким — 0,23 (при допустимом  $\leq 1$ ). Показано, что использование существующих методов измерения, обеспечивающих нижний предел определения в пробе смыва 1 и 5 мкг, могло привести к установлению недопустимого риска даже при отсутствии вещества во всех пробах воздуха рабочей зоны и смывов с кожи. Предложена формула расчета, позволяющая теоретически обосновать требования к нижнему пределу определения действующих веществ в пробах смывов с кожи при оценке риска применения пестицидов в сельском хозяйстве.

**Ключевые слова:** пестициды; безопасность применения; кожная экспозиция; аналитический контроль.

**Для цитирования:** Ракитский В.Н., Федорова Н.Е., Березняк И.В., Заволокина Н.Г., Мухина Л.П. Дермальная экспозиция: требования к методикам определения в смывах действующих веществ пестицидов. *Мед. труда и пром. экол.* 2018. 9:43–48. DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-9-43-48>

Rakitskii V.N., Fedorova N.E., Bereznyak I.V., Zavolokina N.G., Muhina L.P.

SKIN EXPOSURE: REQUIREMENTS TO METHODS DETERMINING ACTIVE INGREDIENT OF PESTICIDES IN WASHINGS.

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytischki, Moscow region, Russian Federation, 141014

The article presents results of studies exemplified by diquat on analysis concerning influence of lower limit value of quantitative assessment in washing sample for safety coefficient in exposure and in absorbed dose, if acting substance is absent in workplace ambient air samples and in dermal washings of workers. To control diquat in dermal washings, there is a method based on ion-pair liquid chromatography with ultraviolet detection (working wavelength 310 nm). To concentrate sample, cartridges for solid-phase extraction, containing ion exchange sorbent (Oasis MCX 6cc/500 mg), are used. Lower limit of assessment in washing sample — 0,15 micrograms. Experimentally set washing completeness is within range of 80–92%, standard deviation of repetition is 7,0% at most. The method created was tested in nature studies determining dermal exposure in workers subjected to 5 various preparations based on diquat dibromide when used for surface spraying from tractor and from aircraft. For lower limit of detection in washing sample (0,15 micrograms/washing), calculated risk value of exposure varied within 0,26–0,36; risk of absorbed dose was low — 0,23 (the allowable one  $\leq 1$ ). Findings are that present measuring methods which provide lower limit of detection 1 and 5 micrograms in washing sample could result in unallowable risk establishment even with absence of the substance in all samples of workplace air and dermal washings. The calculation formula suggested enables to give theoretic basis for requirements to lower limit of detecting active substances in dermal washing samples for evaluating risk of pesticides use in agriculture.

**Key words:** pesticides; safety of application; skin exposure; analytical control.

**For quotation:** Rakitskii V.N., Fedorova N.E., Berezhnyak I.V., Zavolokina N.G., Muhina L.P. Skin exposure: requirements to methods determining active ingredient of pesticides in washings. Med. truda i prom. ekol. 2018. 9:43–48. DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-9-43-48>

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

**Acknowledgment.** The study had no sponsorship.

**Введение.** Результатами многолетних исследований по гигиенической оценке условий труда работающих с химическими средствами защиты растений при их применении в сельскохозяйственном производстве установлено, что дермальная экспозиция представляет наибольшую опасность в реальных условиях применения пестицидных препаратов [1]. В этой связи, обоснование подходов к определению экспозиционных уровней химических веществ на коже и количественная интерпретация полученных результатов крайне важны для корректной оценки выраженности дермального пути поступления ксенобиотиков в организм работающих.

Согласно МУ 1.2.3017–12 [2], риск по экспозиции (КБсумм) определяется суммой отношений фактической ингаляционной и дермальной экспозиции и гигиенических нормативов. Для оценки дермальной экспозиции рассчитывается ориентировочный допустимый уровень загрязнения кожных покровов (ОДУзкп, мг/см<sup>2</sup>), исходя из величины ЛД<sub>50</sub> (острая дермальная токсичность). Риск воздействия по поглощенной дозе (КБп) определяется отношением поглощенной экспозиционной дозы пестицида и допустимого суточного уровня экспозиции для операторов (ДСУЭО), который рассчитывается исходя из недействующей дозы пестицида, установленной в хроническом эксперименте на животных (NOELch), и коэффициента запаса, который варьируется в зависимости от класса опасности вещества. Риск считается допустимым, если КБсумм и КБп не превышают единицу. При расчете средней дермальной экспозиции отрицательные пробы (не обнаружено) учитываются как 1/2 нижнего предела количественного определения [2].

Предел обнаружения в воздухе рабочей зоны не должен превышать половину величины предельно допустимой концентрации вещества (ПДК) и ориентировочного безопасного уровня воздействия (ОБУВ); в

пробе смыва он устанавливается на основе валидации используемой методики измерений (методических указаний). При высоких значениях пределов обнаружения средние величины экспозиции пестицида в воздухе рабочей зоны и смывах также возрастают, при этом коэффициенты безопасности могут превысить допустимые значения даже в тех случаях, когда вещество не идентифицировано ни в одной отобранной пробе воздуха или смыва.

**Цель исследования** — анализ влияния величины нижнего предела количественного определения в пробе смыва на коэффициенты безопасности по экспозиции (КБсумм) и по поглощенной дозе (КБп), при отсутствии действующего вещества в пробах воздуха рабочей зоны и смывах с кожи работающих, выполненный на примере диквата.

Дикват — контактный гербицид сплошного действия, химический класс — соль дипиридила, присутствует в пестицидных препаратах в виде диквата дибромида. Дикват дибромид рекомендован к использованию для уничтожения однолетних широколистных сорняков в виноградниках, садах, посевах овощных и декоративных культур, водной растительности в водоемах, а также для предуборочной десикации картофеля, семенников сахарной свеклы, клевера, сорго, подсолнечника, льна, хлопчатника, рапса, сои, риса, гороха.

Согласно результатам проведенного в последнее десятилетие дополнительного изучения кожно-резорбтивного действия, показатель острой дермальной токсичности диквата дибромида (ЛД<sub>50</sub>) был снижен с 2000 мг/кг (крысы) [3] до 424 мг/кг [4]. В зависимости от величины LD<sub>50</sub> существенно изменялась величина ориентировочного допустимого уровня загрязнения кожных покровов (ОДУзкп) — 0,00043 мг/см<sup>2</sup> и 0,000018 мг/см<sup>2</sup> соответственно; NOELch = 0,2 мг/кг м.т.

Дикват отнесен ко 2 классу опасности по раздражающему действию на кожу по гигиенической классификации пестицидов [5], являясь сильным раздражителем слизистых оболочек глаз и слабым аллергеном.

Для контроля диквата дибромида в воздухе рабочей зоны и на коже ранее были использованы методические подходы, базирующиеся на хроматографии в тонком слое ионообменного сорбента [6] или фотометрировании окрашенного комплексного соединения [7]. Применение метода тонкослойной хроматографии позволяло идентифицировать дикват в пробе смыва с нижним пределом определения — 1 мкг, использование фотометрического способа — 5 мкг.

**Материал и методы.** Использованы аналитический стандартный образец диквата дибромида с содержанием 50,9% катиона диквата (Sigma-Aldrich, № по каталогу 45422-250MG-R (N-118-16)), вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72, диэтиламин по ГОСТ 9875-88 (свежеперегнаный), ацетонитрил, ортофосфорная кислота квалификации для ВЭЖХ, октансульфонат натрия, хлорид натрия, хлорид аммония фирмы Panreac (Испания), метанол фирмы J.T. Baker (США), картриджи для твердофазной экстракции фирмы Waters Oasis MCX 6cc/500mg (№186000776 по каталогу), салфетки из хлопчатобумажной бязи (размер 10x10 см).

В качестве жидкости, смывающей дикват с поверхности кожных покровов, использована дистиллированная вода (около 20 см<sup>3</sup>). На этапе пробоподготовки раствор экспонированного смыва пропусклся через концентрирующий картридж OasisMCS 6cc/500 mg (предварительно промытый 10 см<sup>3</sup> насыщенного раствора хлорида натрия, затем 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды). Дикват элюировался 3 см<sup>3</sup> насыщенного раствора хлорида аммония.

Измерение уровней диквата в образцах проведено с применением жидкостного хроматографа фирмы «Waters», модель «BRIZE» (США) с ультрафиолетовым детектором, рабочая длина волны 310 нм, колонка (длиной 250 мм, внутренним диаметром 2,1 мм), содержащая SpherisorbS5 ODS 2 (5 мкм), подвижная фаза: ацетонитрил — вода (19:81, по объему) +0,1% (вес/объем) 1-октансульфоната натрия +1,0% (по объему) диэтиламина +1,0% (по объему) ортофосфорной кислоты, скорость потока 0,3 см<sup>3</sup>/мин. Ориентировочное время выхода диквата: 4,7–5,3 мин. Хроматографируемый объем — 20 мм<sup>3</sup>. Линейный диапазон детектирования 1–20 нг. При объеме пробы, подготовленной для измерения 3 см<sup>3</sup>, нижний предел определения вещества в пробе смыва составил 0,15 мкг.

Основной раствор диквата дибромида с концентрацией диквата 100 мкг/см<sup>3</sup> и раствор для внесения в модельные образцы с концентрацией 10 мкг/см<sup>3</sup> были приготовлены в воде. Рабочие растворы для калибровки с концентрациями диквата 0,05, 0,1, 0,25, 0,5 и 1,0 мкг/см<sup>3</sup> были приготовлены в насыщенном растворе хлорида аммония. Растворы хранились при комнатной температуре в темноте в течение 12 месяцев.

Отбор проб смывов в натуральных условиях сельскохозяйственной обработки выполнен в соответствии с МУ 1.2.3220-14 [8].

Оценка риска воздействия пестицидов на работающих по экспозиции (КБсумм) и по поглощенной дозе (КБп) выполнялась в соответствии с МУ 1.2.3017-12 [2]. Риск дермального воздействия, соответствующий величине коэффициента безопасности при каждом поступлении пестицида (КБд), рассчитан отношением фактической кожной экспозиции вещества и ориентировочного допустимого уровня загрязнения кожных покровов (ОДУзкп) [2]. Расчет выполнен на основе следующих количественных параметров: площадь смыва с лица и шеи — 700 см<sup>2</sup>, груди, предплечья, голени — 200 см<sup>2</sup>, кистей рук — 720 см<sup>2</sup>; объем дыхания взрослого человека за 1 ч работы — 1,5 м<sup>3</sup>/ч; максимальное время рабочей смены — 8 ч, площадь кожного покрова человека — 16 120 см<sup>2</sup>, средний коэффициент проницаемости кожи — 0,25, масса тела человека — 70 кг.

Статистический анализ включал определение средней величины и среднего квадратичного отклонения по результатам исследования модельных проб смывов с внесением вещества с использованием стандартной программы Microsoft Excel.

**Результаты.** Химическое наименование диквата (1,1-этилен-2,2-дипиридилий) используется в виде дибромида — соль хорошо растворима в воде, слабо — в органических растворителях; характеризуется коэффициентом распределения в системе н-октанол/вода:  $K_{ow} \log P = -4,60$  [4].

Разработка метода измерения концентраций вещества в смывах с кожных покровов выполнена на основе Методических рекомендаций «Разработка методов определения вредных веществ на коже» (№3056-84 от 26.07.84 г.) [9], а также Методических указаний «Оценка риска воздействия пестицидов на работающих» (МУ 1.2.3017-12) [2], МУ 1.2.3220-14 [8,10].

Исходя из физико-химических свойств диквата дибромида, обоснована целесообразность использования дистиллированной воды в качестве смывающей жидкости с поверхности кожных покровов. Смыв выполнен способом обмыва (протираия) фиксированного участка кожи с применением хлопчатобумажной салфетки.

Высокая потенциальная дермальная опасность диквата обосновывает требования к нижнему пределу измерения вещества в смывах с кожи, использование для идентификации ион-парной хроматографии ограничивает характер анализируемого раствора путем использования насыщенного раствора хлорида аммония.

Применение патронов для твердофазной экстракции на основе обращенной фазы C18 не позволяет сконцентрировать вещество, поскольку дикват сорбентом не задерживается. Данный подход использован для дополнительной очистки проб пищевых продуктов перед хроматографированием по МУК 4.1.1945-05 [11]. Концентрирование пробы смыва выполнялось на картриджах, содержащих смесь ионно-обменного

и обращено-фазного сорбента — OasisMCS 6cc/500 мг, с которого дикват элюировался  $3 \text{ см}^3$  насыщенного раствора хлорида аммония.

Калибровочный график зависимости площади хроматографического пика ( $S$ , мВхС) от концентрации диквата ( $\text{мкг}/\text{см}^3$ ), построенный в диапазоне концентраций  $0,05\text{--}1,0 \text{ мкг}/\text{см}^3$ , выражается линейным уравнением  $S=4,36 \times 105 \times C - 2,78 \times 103$  (коэффициент корреляции  $0,99955$ ), соотношение сигнал-шум на пределе обнаружения  $10:1$ .

Планирование использования процедуры смывов с кожи для установления дермальной экспозиции на рабочем месте в полевых условиях предполагает проведение предварительных лабораторных исследований по установлению эффективности (полноты) смыва [12–14]. Для этих целей в качестве биологической модели для создания экспонированного смыва использована специально подготовленная свиная кожа, отделенная от мясной продукции, близкая по анатомико-физиологическим свойствам коже человека [10], на фиксированные участки которой наносили дозированные количества определяемого вещества в виде раствора диквата в воде с концентрацией  $10 \text{ мкг}/\text{см}^3$  в количестве  $0,15, 0,3, 1,5$  и  $3,0 \text{ мкг}$ . Установленная полнота смыва составила диапазон  $80\text{--}92\%$  (средняя величина  $87\%$ ), среднее квадратичное отклонение повторяемости —  $7,0\%$ .

На основе выполненной в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-4-2002 [15] метрологической оценки метода выявлено, что суммарная погрешность измерения уровней диквата в пробах смывов составляет не более  $26\%$ .

**Обсуждение.** Полная информация о величине кожной экспозиции пестицидов, как составная часть в оценке комплексного воздействия (ингаляционного и кожного), может быть получена на основе целого ряда стандартизованных операций, включающих выбор участка кожных покровов для смывов, подбор смывающей жидкости, способа смыва, подготовку проб смывов для последующего анализа, использование метода измерения, обеспечивающего наиболее низкий нижний предел количественного определения.

Созданный метод определения диквата в смывах с кожных покровов апробирован в натуральных исследованиях при определении дермальной экспозиции работающих для пяти различных препаратов с действующим веществом дикват дибромид при применении для наземного тракторного опрыскивания и авиаобработки.

Содержание диквата в каждом препарате —  $150 \text{ г}/\text{л}$ , норма расхода —  $1,0 \text{ л}/\text{га}$ . Нижний предел количественного обнаружения вещества в воздухе рабочей зоны составляет  $0,025 \text{ мг}/\text{м}^3$ , что соответствует половине величины ПДК диквата в воздухе рабочей зоны —  $0,05 \text{ мг}/\text{м}^3$  [16].

В соответствии с МУ 1.2.3220-14 [9], у каждого оператора после работы были отобраны смывы с 5-ти фиксированных участков тела (лицо+шея, 2 кисти, 2 предплечья, грудь, 2 голени), которые соответствуют

международной практике [17,18]. В результате выполненных аналитических исследований установлено отсутствие действующего вещества в пробах воздуха рабочей зоны и смывов с кожи работающих. При нижнем пределе обнаружения в пробе смыва  $0,15 \text{ мкг}/\text{смыв}$  среднее содержание диквата на коже за смену (средняя величина рассчитана по результатам исследований 5-ти препаратов) составило  $0,0000011 \pm 0,0000009 \text{ мг}/\text{см}^2$ . Риск по экспозиции (КБсумм) варьировался в пределах  $0,26$  (с учетом ОДУзкп —  $0,00043 \text{ мг}/\text{см}^2$ ) —  $0,36$  (ОДУзкп —  $0,000018 \text{ мг}/\text{см}^2$ ); риск по поглощенной дозе (КБп) также оставался низким —  $0,24$  (при допустимом  $\leq 1$ ).

При установлении нижнего предела обнаружения на уровне  $1,0 \text{ мкг}/\text{смыв}$  среднее содержание диквата на коже за смену возросло до  $0,000021 \pm 0,000003 \text{ мг}/\text{см}^2$ , показатели риска также заметно увеличились: величина КБсумм определялась в интервале от допустимого  $0,35$  (ОДУзкп —  $0,00043 \text{ мг}/\text{см}^2$ ) до недопустимого  $1,47$  (ОДУзкп —  $0,000018 \text{ мг}/\text{см}^2$ ), КБп оставался на уровне допустимого —  $0,41$ .

Установленный недопустимый риск является основанием для запрета применения препарата на основе диквата, что вызывает недоумение, поскольку нелогично вводить запрет при отсутствии вещества во всех пробах воздуха и смывов с кожи.

На основании методики расчета допустимого риска воздействия пестицидов на организм работающих по поглощенной дозе (при ингаляционном и дермальном поступлении), представленной в МУ 1.2.3017-12 [2], предложена формула, позволяющая оценить пригодность методики для определения вещества в пробе смыва нижнего предела количественного определения.

В приведенных ниже неравенствах за  $A$  принят множитель предела обнаружения пестицида в воздухе рабочей зоны ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ), за  $B$  — множитель предела обнаружения в пробе смыва ( $\text{мкг}/\text{смыв}$ ), за  $C$  — множитель при NOELch (недействующая доза пестицида, установленная в хроническом эксперименте,  $\text{мг}/\text{кг}$  м.т.). Для проверки корректности и обоснования пределов обнаружения при разработке и валидации методик необходимо соблюдение условий:

$$A + 0,01B \leq 0,5C \quad (1)$$

— для веществ 3–4 класса опасности

$$A + 0,01B \leq 0,1C \quad (2)$$

— для веществ 1–2 класса опасности

Выполненные математические преобразования привели к сокращению представленных в формулах 1 и 2 размерностей величин  $A$ ,  $B$  и  $C$ . Различные требования неравенств обусловлены использованием разных коэффициентов запаса: от  $25$  для веществ 3–4 класса опасности по гигиенической классификации пестицидов до  $75$  в зависимости от наличия специфических эффектов вещества.

#### Выводы:

1. Для получения максимально полной и достоверной информации о дермальном загрязнении пестицидами использованы аналитически обоснованные приемы пробо-

подготовки и количественной идентификации на коже работающих действующего вещества (диквата), присутствующего в препаратах в виде солей.

2. Предварительное обоснование нижнего предела определения веществ в пробах смывов и воздуха рабочей зоны позволяет избежать необоснованного вывода о недопустимом риске при применении пестицидов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES пп. 3–4, 12–14, 17–18)

1. Ракитский В.Н., Ильницкая А.В., Юдина Т.В. и др. Определение фактических экспозиционных уровней для оценки риска воздействия пестицидов на здоровье работающих. *Гиг. и санитар.* 2002; 6: 76–8.

2. Оценка риска воздействия пестицидов на работающих. Методические указания. МУ 1.2.3017–12. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора; 2012: 15.

5. Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов. СанПиН 1.2.2584–10 (утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации. Постановление от 2 марта 2010 года N 17).

6. Методические указания по хроматографическому измерению концентраций диквата и эдила в воздухе рабочей зоны, № 6154–91 от 29.07.91 г. (Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде, сборник 21, часть 2, М., 1994, С, 300–307).

7. Методические указания по фотометрическому измерению концентраций диквата в воздухе рабочей зоны, № 2462–81 от 22.10.81 г. (Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде, часть 14, М.; 1984: 93–6).

8. Гигиенический и аналитический контроль за загрязнениями кожных покровов лиц, работающих с пестицидами. Методические указания МУ 1.2.3220–14. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора; 2014: 14. Разработка методов определения вредных веществ на коже.

9. Методические рекомендации: утв. зам. Глав. гос. санитарного врача СССР 26.07.1984 г. № 3056–84. М., 1985: 23.

10. Попова А.Ю., Ракитский В.Н., Юдина Т.В. и др. Гигиенический и аналитический контроль загрязнения кожных покровов работающих с пестицидами. *Мед. труда и пром. экол.* 2015; 10: 8–13.

11. Определение остаточных количеств диквата в моркови, луке, семенах и масле сои методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.1945–05, Утв. 18.01.2005 г.

15. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов. Ч. 4. Основные методы определения правильности стандартного метода измерений. ГОСТ ИСО 5725–4–2002. М.: Госстандарт России; 2002: 32.

16. ГН 1.2.3539–18. Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень). (Утв.

Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации. Постановление от 10.05.2018 года, №33).

## REFERENCES

1. Rakitskii V.N., Il'nitskaya A.V., Yudina T.V. et al. Determination of actual exposition levels for an assessment of risk of impact of pesticides on health of the workers. *Gig. i sanit.* 2002; 6:76–8 (in Russian).

2. Methodical instructions MI 1.2.3017–12. Risk assessment of pesticide exposure to workers. Moscow: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor; 2012: 15 (in Russian).

3. Tomlin, C.D. 1997. The Pesticide Manual. 11<sup>th</sup> Edition. The British Crop Protection Council.

4. The Pesticide Manual. 17<sup>th</sup> Edition, Turner J.A., ed. Alton: BCPS; 2012.

5. Hygienic Requirements for the Safety of Testing, Storage, Transportation, Sale, Application and Deactivation of Pesticides and Agrochemicals. Sanitary Norms and Rules SanPiN 1.2.2584–10 (approved by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation. Decree of March 2, 2010 No. 17 (in Russian).

6. Methodological instructions for the chromatographic measurement of concentrations of diquat and aedile in the air of the working area, No. 6154–91 of 29.07.91 (Methodological guidelines for the determination of micro-quantities of pesticides in food, feed and the environment, collection 21, part 2, М.; 1994: 300–7) (in Russian).

7. Methodological guidelines for the photometric measurement of diquat concentrations in air in the working area, No. 2462–81 of 22.10.81 (Methodological guidelines for the determination of micro-quantities of pesticides in food, feed and the environment, part 14, М.; 1984: 93–6) (in Russian).

8. Methodical instructions MU 1.2.3220–14. Hygienic and analytical control of skin contamination of persons working with pesticides. Moscow: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor; 2014: 14 (in Russian). Development of methods for determining harmful substances on the skin (in Russian).

9. Methodical recommendations: deputy. Heads. state. medical doctor of the USSR on July 26, 1984, No. 3056–84. М.; 1985: 23 (in Russian).

10. Popova A.Yu., Rakitskii V.N., Yudina T.V. et al. Hygienic and analytical control of skin contamination of workers with pesticides. *Med. truda i prom. ekol.* 2015; 10: 8–13 (in Russian).

11. Determination of residual amounts of diquat in carrots, onions, seeds and soybean oil by high-performance liquid chromatography: MUK 4.1.1945–05, Approved. January 18, 2005 (in Russian).

12. Howard P.H. *Handbook of environmental fate and exposure data for organic chemicals*. Vol. 3. Chelsea: Pesticides. Lewis Publication. MI; 1991.

13. Fenske R.A., Lu C. Determination of handwash removal efficiency: Incomplete removal of the pesticide chlorpyrifos from skin by standard handwash techniques. *Am Ind. Hyg. Assoc J.* 1994; 55 (5): 425–32.

14. Fenske R.A., Schuller C., Lu C., Allen E.H. Incomplete Removal of Pesticide Captan from Skin by Standard Handwash Exposure assessment procedures. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 1998; 61: 194–201.

15. GOST 5725-4-2002. Accuracy (correctness and precision) of methods and results. Part 4. Basic methods for determining the correctness of the standard measurement method. Moscow: Gosstandart of Russia, 2002: 32 (in Russian).

16. Hygienic norms ГН 1.2.3539-18. Hygienic standards for pesticide content of in environmental facilities (list) (approved by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation. Decree of 10.05.2018, №33) (in Russian).

17. World Health organization. Field surveys of exposure to pesticides WHO 1982 Standard Protocol Ref VBC/82.1; 1982.

18. Dosemeci M., Alavanja M.C.R., Rowland A.S. et al. A Quantitative approach for estimating exposure to pesticides in agricultural health study. *Ann. Occup. Hyg.* 2002; 46 (2): 245-60.

Поступила 27.08.2018

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

*Ракитский Валерий Николаевич (Rakitskii V.N.),*  
и.о. дир. ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Акад. РАН, проф. E-mail: [pesticidi@yandex.ru](mailto:pesticidi@yandex.ru).  
<https://orcid.org/0000-0002-9959-6507>.

*Федорова Наталия Евгеньевна (Fedorova N.E.),*

рук. отд. аналитич. методов контроля Института гигиены, токсикологии пестицидов и химической безопасности ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р биол. наук. E-mail: [analyt1@yandex.ru](mailto:analyt1@yandex.ru).  
<https://orcid.org/0000-0001-8278-6382>.

*Березняк Ирина Владиславовна (Bereznyak I.V.)*

рук. отд. гигиены труда Института гигиены, токсикологии пестицидов и химической безопасности ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: [gigienatryda@mail.ru](mailto:gigienatryda@mail.ru).  
<https://orcid.org/0000-0001-9501-092X>.

*Заволокина Наталья Геннадьевна (Zavolokina N.G.),*

науч. сотр. отд. гигиены труда Института гигиены, токсикологии пестицидов и химической безопасности ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора. E-mail: [gigienatryda@mail.ru](mailto:gigienatryda@mail.ru).  
<https://orcid.org/0000-0002-4506-2761>.

*Мухина Лариса Петровна (Muhina L.P.),*

науч. сотр. отд. аналитических методов контроля Института гигиены, токсикологии пестицидов и химической безопасности ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора. E-mail: [analyt1@yandex.ru](mailto:analyt1@yandex.ru).  
<https://orcid.org/0000-0002-2033-6869>.

## ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЮ

УДК 613.6.027: 616.8-009.836

Новичкова Н.И.<sup>1</sup>, Каллистов Д.Ю.<sup>2</sup>, Сухова А.В.<sup>1</sup>, Романова Е.А.<sup>3</sup>, Романов А.И.<sup>2</sup>

### ОСОБЕННОСТИ ФАКТОРОВ РИСКА НАРУШЕНИЙ ЗАСЫПАНИЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ СНА У ТРУДОСПОСОБНОГО НАСЕЛЕНИЯ

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, г. Мытищи, Московская обл., РФ, 141014;

<sup>2</sup>ФГБУ «Центр реабилитации» Управления делами Президента РФ, поселок санатория им. Герцена, Одинцовский район, Московская обл., РФ, 143088;

<sup>3</sup>ФГБУ «Поликлиника №1» Управления делами Президента РФ, пер. Сивцев Вражек, 26/28, Москва, РФ, 119002

Представлены данные исследования особенностей факторов риска нарушений засыпания и поддержания сна у работников умственного труда — сотрудников аппарата госучреждений и медицинских работников — жителей г. Москвы. Для оценки тяжести бессонницы применялся вопросник «Индекс тяжести бессонницы», проводилось исследование условий труда и выраженности связанного с работой стресса.

Результаты исследования свидетельствуют о ведущей роли напряженности труда и рабочего стресса в формировании нарушений сна. У государственных служащих выявлено наличие положительной корреляционной связи между интегральным показателем напряженности труда Лнт и индексом тяжести бессонницы ( $r=0,43$ ). Установлено, что связанный с работой стресс, для оценки выраженности которого использовались показатели психосоциальных характеристик труда, увеличивает риск наличия бессонницы (ОШ=2,3). Из средовых факторов наибольшую роль в формировании нарушений сна играет акустический фактор (ОШ=1,41). Также установ-