

Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование  
Российской Федерации

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАТОРЫ

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ  
КОЛИЧЕСТВ ПЕСТИЦИДОВ  
В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ,  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ СЫРЬЕ  
И ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Сборник методических указаний

МУК 4.1.2138—4.1.2151—06

Издание официальное

Москва, 2009

**ББК 51.21**

**О37**

**О37      Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды: Сборник методических указаний.—М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009.—146с.**

1. Сборник подготовлен Федеральным научным центром гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана (академик РАМН, проф. В. Н. Ракитский, проф. Т. В. Юдина); при участии специалистов Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Разработчики методов указаны в каждом из них.

2. Рекомендованы к утверждению Комиссией по государственному санитарно-эпидемическому нормированию при Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

3. Утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации, Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации, академиком РАМН Г. Г. Онищенко.

4. Введены впервые.

**ББК 51.21**

Формат 60x88/16

Тираж 100 экз.

Печ. л. 9,25

Тиражировано отделом издательского обеспечения  
Федерального центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора  
117105, Москва, Варшавское ш., 19а  
Отделение реализации, тел./факс 952-50-89

## Содержание

1. Методические указания по измерению концентраций 2,4-Д в атмосферном воздухе населенных мест методом капиллярной газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2138-06.....	4
2. Методические указания индоксакарба в воздухе рабочей зоны методом капиллярной газожидкостной хроматографии МУК 4.1.2139-06.....	14
3. Методические указания по определению остаточных количеств бромадиолона в воде методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.2140-06 .....	23
4. Методические указания по измерению концентраций манкоцеба в атмосферном воздухе населенных мест методом газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2141-06....	34
5. Методические указания по измерению концентраций металаксила в воздухе рабочей зоны, смывах с кожных покровов операторов и атмосферном воздухе населенных мест методом капиллярной газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2142-06.....	45
6. Методические указания по измерению концентраций МЦПА в атмосферном воздухе населенных мест методом капиллярной газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2143-06.....	56
7. Газохроматографическое определение 1-метоксипропан-2-ол ацетата в атмосферном воздухе. МУК 4.1. 2144-06.....	65
8. Фотометрическое определение натрия перкарбоната в атмосферном воздухе. МУК 4.1. 2145-06.....	77
9. Методические указания по газохроматографическому определению концентраций 1,1 диметилгидразина в почве. МУК 4.1. 2146-06.....	85
10. Методические указания по измерению концентраций хлорсульфурина в атмосферном воздухе населенных мест методом газожидкостной хроматографии. МУК 4.1. 2147-06.....	94
11. Методические указания по измерению концентраций проквиназида в воздухе рабочей зоны методом капиллярной газожидкостной хроматографии. МУК 4.1. 2148-06.....	106
12. Методические указания по определению остаточных количеств пропаргита в воде методом газожидкостной хроматографии. МУК 4.1. 2149-06.....	114
13. Методические указания по измерению концентраций цимоксанила в воздухе рабочей зоны, смывах с кожных покровов операторов и в атмосферном воздухе населенных мест методом капиллярной газожидкостной хроматографии. МУК 4.1. 2150-06.....	126
14. Методические указания по измерению концентраций метомила в воздухе рабочей зоны методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.2151-06.....	138

**УТВЕРЖДАЮ**  
Руководитель Федеральной службы  
по надзору в сфере защиты прав потребителей  
и благополучия человека  
Главный государственный санитарный врач  
Российской Федерации



В.Г. Онищенко

« 4 » *декабрь* 2006 г.

Дата введения: с 1 января 2007 г.

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по измерению концентраций манкоцеба в атмосферном воздухе населенных мест  
методом газожидкостной хроматографии

Настоящие методические указания устанавливают метод газожидкостной хроматографии для измерения массовой концентрации манкоцеба в атмосферном воздухе в диапазоне 0,0008–0,008 мг/м<sup>3</sup>.

Манкоцеб - действующее вещество препарата МЕТАКСИЛ, СП (640 г/кг манкоцеба+80 г/кг металаксила); производитель ЗАО Фирма «Август», Россия

Марганцевый этиленбис(дитиокарбамат) (полимерный) комплекс с солью цинка



Порошок светло-желтого цвета со слабым нехарактерным запахом. Разлагается (до плавления) при нагревании до 192-204°C. Плотность 1.92. Растворимость в воде 6.2 x 10<sup>-3</sup> г/дм<sup>3</sup> (рН 7.5, 25°C). Нерастворим в большинстве органических растворителей, растворим в растворах, содержащих хелатные агенты. Устойчив при хранении в нормальных условиях, медленно разлагается при нагревании в присутствии влаги. Стабильность в водных растворах (25°C): DT<sub>30</sub> 20 дней (рН 5), 17 часов (рН 7), 34 часа (рН 9).

Агрегатное состояние в воздухе – аэрозоль.

### *Краткая токсикологическая характеристика манкоцеба:*

Острая пероральная токсичность ( $LD_{50}$ ) для крыс - более 5000 мг/кг; острая дермальная токсичность ( $LD_{50}$ ) для крыс - >10 000 мг/кг; для кроликов >5000 мг/кг; острая ингаляционная токсичность ( $LK_{50}$ ) для крыс - >5.4 мг/дм<sup>3</sup>.

### *Область применения препарата*

Препарат МЕТАКСИЛ, СП (640+80 г/кг) используется в качестве фунгицида на картофеле, винограде, огурцах, томатах открытого грунта с нормой расхода 2.0-2.5 кг/га, 3-х кратным опрыскиванием. Срок ожидания: огурцы, томаты открытого грунта – 10 дней; картофель, виноград – 20 дней.

Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) в атмосферном воздухе - 0,001 мг/м<sup>3</sup>.

### **1. Погрешность измерений**

Методика обеспечивает выполнение измерений с погрешностью, не превышающей  $\pm 25\%$ , при доверительной вероятности 0,95.

### **2. Метод измерения**

Измерения концентраций манкоцеба выполняют методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ) путем измерения концентраций сероуглерода в равновесной паровой фазе, образующегося в результате кислотного гидролиза пробы; помещенной в герметически закрытый сосуд при температуре 80°C, с учетом его фоновых значений с применением детектора постоянной скорости рекомбинации ионов (ДПР) или пламенно-фотометрическим детектором (ПФД).

Концентрирование манкоцеба из воздуха осуществляют на бумажные фильтры "синяя лента", экстракцию вещества с фильтров проводят бикарбонатом натрия.

Нижний предел измерения в анализируемом объеме пробы – 0,2 мкг. Средняя полнота извлечения 93,4 %

Определению не мешают компоненты препаративной формы.

**3. Средства измерений, вспомогательные устройства,  
реактивы и материалы**  
**3.1. Средства измерений**

Газовый хроматограф «Цвет 800», снабженный детектором электронного захвата (ДЭЗ) с пределом детектирования по линдану $4 \times 10^{-14}$ г/см <sup>3</sup> .	Номер Госреестра 15311-02
Газовый хроматограф «Perkin Elmer» Avto Sistem Gas Сутоматograph, снабженный пламенно-фотометрическим детектором с пределом детектирования по сере $1 \times 10^{-12}$ , предназначенный для работы с насадочной колонкой	Номер Госреестра 15946-97
Барометр-анероид М-67	ТУ 2504-1797-75
Колбы мерные вместимостью 2-100-2, 2-250-2, 2-1000-2	ГОСТ 1770
Весы аналитические ВЛИА-200	ГОСТ 24104
Меры массы	ГОСТ 7328
Пипетки градуированные 2-го класса точности вместимостью 1,0; 2,0; 5,0; 10 см <sup>3</sup>	ГОСТ 29227
Пробоотборник воздуха автоматический ОП-442ТЦ	Номер Госреестра 18860-05
Термометр лабораторный школьный ТЛ-2, цена деления 1°С, пределы измерения 0 - 55°С	ТУ 215-73Е
Цилиндры мерные 2-го класса точности вместимостью 50, 100, 500 и 1000 см <sup>3</sup>	ГОСТ 1770
Шприц медицинский вместимостью 1 см <sup>3</sup>	ГОСТ 22090

Допускается использование средств измерения с аналогичными или лучшими характеристиками.

**3.2. Реактивы**

Манкоцеб технический с содержанием действующего вещества 85,0% (Юнайтед Фосфорус Лимитед)	
Азот газообразный особой чистоты из баллона	ГОСТ 9293
Ацетон, о.с.ч.	ГОСТ 2603

Вода дистиллированная или деионизированная	
n-Гексан	ТУ 6-09-3375-78
Кислота соляная (хлороводородная), хч	ГОСТ 3118
Натрий углекислый кислый (бикарбонат), хч	ГОСТ 4201
Натрия гидроксид (едкий натр), хч	ГОСТ 4328
Олово двухлористое, 2-водное	ГОСТ 36
Хроматон N-AW-DMCS с 15% Алиезона L (0,16-0,20 мм)	
Этиловый спирт, ректификованный	ГОСТ Р 51652 или ГОСТ 18300

Допускается использование реактивов иных производителей с аналогичной или более высокой квалификацией.

### **3.3. Вспомогательные устройства, материалы**

Баня водяная	
Баня ультразвуковая DONAU LAB SONIK DLS 460 т/н	
Бумажные фильтры "синяя лента", обеззолненные	ТУ 6-09-2678-77
Воронки конусные диаметром 34-40 и 60 мм	ГОСТ 25336
Колонка стеклянная для газовой хроматографии длиной 2 м внутренним диаметром 3 мм	
Колонка фторопластовая для газовой хроматографии длиной 2 м и внутренним диаметром 2 мм	
Насос водоструйный вакуумный	ГОСТ 10696
Груша резиновая	
Термостат суховоздушный	
Флаконы стеклянные вместимостью 100 см <sup>3</sup> с эластичной пробкой и крышкой с отверстием	ГОСТ 25336
Стекловата	
Стеклянные палочки	

Допускается применение хроматографических колонок и другого оборудования с аналогичными или лучшими техническими характеристиками.

#### **4. Требования безопасности**

4.1. При выполнении измерений необходимо соблюдать требования техники безопасности при работе с химическими реактивами по ГОСТ 12.1.007, требования электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ 12.1.019, а также требования, изложенные в технической документации на газовый хроматограф.

4.2. Помещение должно соответствовать требованиям пожаробезопасности по ГОСТ 12.1.004 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009. Содержание вредных веществ в воздухе не должно превышать норм, установленных ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны». Организация обучения работников безопасности труда - по ГОСТ 12.0.004.

#### **5. Требования к квалификации операторов**

К выполнению измерений допускают специалистов, имеющих квалификацию не ниже лаборанта-исследователя, с опытом работы на газовом хроматографе.

К проведению пробподготовки допускают оператора с квалификацией «лаборант», имеющего опыт работы в химической лаборатории.

#### **6. Условия измерений**

При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

- процессы приготовления растворов и подготовки проб к анализу проводят при температуре воздуха  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  и относительной влажности не более 80%.
- выполнение измерений на газовом хроматографе проводят в условиях, рекомендованных технической документацией к прибору.

#### **7. Подготовка к выполнению измерений**

Перед выполнением измерений проводят приготовление растворов, градуировочных растворов, кондиционирование хроматографической колонки, установление градуировочной характеристики, подготовку фильтров для отбора проб.

##### **7.1. Приготовление 0,1N раствора гидроксида натрия**

В мерную колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> помещают 1 г едкого натра, растворяют в 100-150 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, доводят водой до метки, тщательно перемешивают

### **7.2. Приготовление 2% раствора бикарбоната натрия**

В мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup> помещают 20 г бикарбоната натрия, растворяют в 500-600 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, доводят водой до метки, тщательно перемешивают.

### **7.3. Приготовление 1,5% раствора двухлористого олова**

В мерную колбу вместимостью 1000см<sup>3</sup> помещают навеску двухлористого олова массой 17,8 г, растворяют ее в 100 см<sup>3</sup> концентрированной соляной кислоты при нагревании на водяной бане. Раствор охлаждают и доводят водой до метки

### **7.4. Кондиционирование хроматографической колонки**

Готовую насадку (Хроматон N-AW-DMCS с 15% Апиэсона L) засыпают в стеклянную колонку, предварительно промывают последовательно этиловым спиртом, ацетоном и гексаном, уплотняют под вакуумом, далее устанавливают в термостате хроматографа, не подсоединяя к детектору, и стабилизируют в токе азота при температуре 200<sup>0</sup>С в течение 10-12 часов.

### **7.5. Приготовление градуировочных растворов и раствора внесения**

#### **7.5.1. Исходный раствор манкоцеба для градуировки (концентрация 100 мкг/см<sup>3</sup>).**

В мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> помещают 0,0118 г манкоцеба, растворяют в 50-70 см<sup>3</sup> 0,1N гидроксида натрия, доводят до метки этим же раствором, тщательно перемешивают путем 10-ти минутного озвучивания. Раствор используют в течение рабочего дня.

Рабочие градуировочные растворы манкоцеба готовят объемным методом путем последовательного разбавления исходного раствора 0,1N гидроксидом натрия.

#### **7.5.2. Рабочие растворы №№ 1-4 для градуировки (концентрация 0,2-2,0 мкг/см<sup>3</sup>).**

В 4 мерные колбы вместимостью 100 см<sup>3</sup> помещают по 0,2; 0,4; 1,0 и 2,0 см<sup>3</sup> исходного раствора с концентрацией 100 мкг/см<sup>3</sup> (п.7.51), доводят до метки 0,1N раствором гидроксида натрия, тщательно перемешивают, получают рабочие растворы №№ 1-4 с концентрацией манкоцеба 0,2-2,0 мкг/см<sup>3</sup> соответственно. Растворы готовят непосредственно перед работой.

Эти растворы манкоцеба используют для приготовления проб с внесением при оценке полноты извлечения действующего вещества методом "внесено-найдено".

### *7.6. Установление градуировочной характеристики*

Градуировочную характеристику, выражающую зависимость площади пика (мв х сек) от содержания манкоцеба в хроматографируемом объеме паровой фазы (мкг), устанавливают методом абсолютной калибровки по 4-м растворам для градуировки №№1-4.

В 4 флакона вместимостью 100 см<sup>3</sup> помещают по 1 см<sup>3</sup> градуировочного раствора манкоцеба №№1-4, вносят по 25 см<sup>3</sup> 2%-ного раствора бикарбоната натрия (п.7.2) и 25 см<sup>3</sup> 1,5%-ного раствора двухлористого олова (п.7.3). Флаконы закрывают герметичными крышками с самоуплотняющимися эластичными прокладками и помещают на 1 час в термостат при 80°С. Затем, не вынимая пробы, отбирают нагретым до 60°С шприцем 1 см<sup>3</sup> парогазовой фазы, вводят в испаритель хроматографа и анализируют в условиях хроматографирования по п.7.6.1. Осуществляют 2 параллельных измерения. Устанавливают площадь пика действующего вещества

Градуировочный график проверяют перед проведением измерений, анализируя один из градуировочных растворов. Если значения площадей отличаются более, чем на 6 % от данных, заложенных в градуировочную характеристику, ее строят заново, используя свежеприготовленные рабочие растворы для градуировки.

#### *7.6.1. Условия хроматографирования*

Измерения выполняют при следующих режимных параметрах:

Хроматограф газовый "Цвет – 800", с детектором постоянной скорости рекомбинации ионов (ДПИР)

Колонка стеклянная, длиной 2 м, внутренним диаметром 3 мм заполненная Хроматоном N-AW-DMCS (0,16-0,20 мм) с 15% Аписезона L

Температура термостата колонки - 60°С

детектора – 150°С

испарителя – 120°С

Скорость газа-носителя (азота) – 40 см<sup>3</sup>/мин

Объем вводимой пробы – 1 см<sup>3</sup>

Ориентировочное время удерживания сероуглерода – 69-76 сек

Линейный диапазон детектирования 0,2-2,0 мкг

Содержание манкоцеба в пробе сопоставительно оценивают по площади хроматографического пика градуировочного раствора аналитического стандарта (введенного в испаритель непосредственно после хроматографирования исследуемого образца).

#### *7.6.2. Условия альтернативного хроматографирования*

Хроматограф газовый «Perkin Elmer» Avto System Gas Chromatograph, оснащенный пламенно-фотометрическим детектором, специфичным на серу (ПФД)

Колонка фторопластовая, длиной 2 м, внутренним диаметром 2 мм,заполненная Хроматоном N-AW-DMCS (0,16-0,20 мм) с 15% Алиезона L

Температура термостата колонки - 60°C

детектора – 250°C

испарителя – 120°C

Скорость газа-носителя (азота) – 30 см<sup>3</sup>/мин

Скорость водорода – 14 см<sup>3</sup>/мин

Скорость потока воздуха – 140 см<sup>3</sup>/мин

Объем вводимой пробы – 1см<sup>3</sup>

Ориентировочное время удерживания сероуглерода – 42-48 сек

Линейный диапазон детектирования 0,2-2 мкг

#### *7.7. Подготовка фильтров для отбора проб воздуха*

Фильтры «синяя лента» последовательно по 3 раза промывают этанолом, затем ацетоном порциями по 25-30 см<sup>3</sup>, сушат на воздухе при комнатной температуре.

До использования фильтры хранят в герметично закрытой стеклянной таре.

#### **8. Отбор и хранение проб**

Отбор проб воздуха проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.4.02-81 «ОПА. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ в воздухе населенных мест».

Воздух со скоростью 10 дм<sup>3</sup>/мин с помощью электроаспиратора протягивают через фильтр «синяя лента», закрепленный в фильтродержателе.

Для измерения концентрации манкоцеба на уровне 0,8 ОБУВ атмосферного воздуха необходимо отобрать 250 дм<sup>3</sup> воздуха.

Экспонированные фильтры, помещенные в полиэтиленовые пакеты, хранят в холодильнике при температуре 4-6°C не более 5-ти дней.

### 9. Выполнение измерений

Фильтр с отобранной пробой переносят в химический стакан вместимостью 100 см<sup>3</sup>, заливают 10 см<sup>3</sup> 2%-ного раствора бикарбоната натрия (п.7.2), помещают на ультразвуковую баню на 5 минут. Раствор сливают, фильтр еще дважды обрабатывают новыми порциями 2%-ного раствора бикарбоната натрия объемом 10 и 5 см<sup>3</sup>.

Объединенный экстракт переносят во флакон вместимостью 100 см<sup>3</sup>, вносят 25 см<sup>3</sup> 1,5%-ного раствора хлористого олова (п.7.3). Флаконы закрывают герметичными крышками с самоуплотняющимися прокладками и помещают на 1 час в термостат при 80° С. Затем, не вынимая пробы из термостата, отбирают с помощью шприца, нагретого до 60°С, парогазовую фазу в объеме 1 см<sup>3</sup>, вводят в испаритель хроматографа и анализируют в условия хроматографирования по п.7.6.1.

Пробу вводят в испаритель хроматографа 2 раза. Устанавливают площадь пика.

Для образцов, дающих пики, площадь которых больше, чем площадь градуировочного раствора с содержанием манкоцеба 2,0 мкг, в испаритель хроматографа вводится меньшая аликвота пробы либо готовятся градуировочные растворы с более высокой концентрацией манкоцеба и строится новая градуировочная зависимость.

Перед анализом опытной пробы проводят хроматографирование холостой (контрольной) пробы – экстракта незэкспонированного фильтра.

### 10. Обработка результатов измерений

Массовую концентрацию манкоцеба в пробе атмосферного воздуха X, мг/м<sup>3</sup>, рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{A * S_{пр} * W_{ст.}}{S_{ст.} * W_{пр.} * V_t}, \text{ где}$$

X - содержание манкоцеба в хроматографируемом объеме парогазовой фазы, мг/дм<sup>3</sup>;

A - содержание манкоцеба в градуировочном растворе, мкг;

S<sub>пр.</sub> - площадь пика исследуемой пробы парогазовой фазы, мВ\*сек

S<sub>ст.</sub> - площадь пика аналитического стандарта, мВ\*сек

W<sub>пр.</sub> - объем парогазовой фазы, введенной в испаритель хроматографа, см<sup>3</sup>;

W<sub>ст.</sub> - объем парогазовой фазы градуировочного раствора, введенной в испаритель хроматографа, см<sup>3</sup>;

$V_1$  - объем воздуха, отобранный для анализа, приведенный к нормальным условиям (давление 760 мм рт. ст., температура 0°C)

$$V_1 = 0,386 \cdot P \cdot u \cdot t / (273 + T),$$

где  $T$  - температура воздуха при отборе пробы ( на входе в аспиратор), град.С,

$P$  - атмосферное давление при отборе пробы, мм рт.ст.,

$u$  - расход воздуха при отборе пробы,  $\text{дм}^3/\text{мин}$ ,

$t$  - длительность отбора пробы, мин.

Примечание: Идентификация и расчет концентрации манкоцеба в пробах могут быть проведены с помощью программ обработки хроматографических данных с применением компьютера, включенного в аналитическую систему.

### 11. Оформление результатов измерений

За результат анализа ( $\bar{X}$ ) принимается среднее арифметическое результатов двух параллельных определений  $X_1$  и  $X_2$  ( $\bar{X} = (X_1 + X_2)/2$ ), расхождение между которыми не превышает значений норматива оперативного контроля сходимости ( $d$ ):  $|X_1 - X_2| \leq d$ .

$$d = d_{\text{отн.}} \cdot \bar{X} / 100, \text{ мг/м}^3,$$

где  $d$  - норматив оперативного контроля сходимости,  $\text{мг/м}^3$ ;

$d_{\text{отн.}}$  - норматив оперативного контроля сходимости, % (равен 23 %).

Результат количественного анализа представляют в виде:

• результат анализа  $\bar{X}$  ( $\text{мг/м}^3$ ), характеристика погрешности  $\delta$ , % (равна 25%),

$P = 0,95$  или

$\bar{X} \pm \Delta$   $\text{мг/м}^3$ ,  $P = 0,95$ , где  $\Delta$  - абсолютная погрешность

$$\Delta = \frac{\delta \cdot \bar{X}}{100}, \text{ мг/м}^3$$

Результат измерений должен иметь тот же десятичный разряд, что и погрешность.

Если содержание компонента менее нижней границы диапазона определяемых концентраций, результат анализа представляют в виде:

*«содержание манкоцеба в пробе воздуха менее 0.0008  $\text{мг/м}^3$ »\**

*\* 0.0008  $\text{мг/м}^3$  - предел обнаружения при отборе 250  $\text{дм}^3$  воздуха.*

## **12. Контроль качества результатов измерений**

Оперативный контроль погрешности и воспроизводимости измерений осуществляется в соответствии с ГОСТ ИСО 5725-1-6-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений».

Стабильность результатов измерений контролируют перед проведением измерений, анализируя один из градуировочных растворов.

## **13. Разработчики**

Юдина Т.В., Федорова Н.Е., Ларькина М.В., Волчек С.И. (Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, г. Мытищи Московской обл.).