

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБОСНОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ
ГИГИЕНИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ**

Радилов А.С., Шкаева, И.Е., Николаев А.И., Дулов, С.А.

*ФГУП «Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии
человека» ФМБА России; Санкт-Петербург; Россия
Тел. (812) 449-61-68; e-mail: gpech@fmbamail.ru*

Аннотация. Проведен анализ результатов натурных исследований уровня загрязненности НДМГ территорий падения ракет в различных климато-географических регионах, экспериментально установленных закономерностей деструкции вещества, характерных агрофизических параметров, а также реперной величины допустимого содержания НДМГ в почве. В качестве региональных ПДК НДМГ в почве северных регионов рекомендована величина 0,03 мг/кг, для южных регионов – 0,1 мг/кг.

Ключевые слова: Безопасность; почва; вредные вещества; региональные ПДК.

**TOPICAL ISSUES OF THE VALIDATION OF THE REGIONAL REGULATORY
STANDARDS OF HAZARDOUS SUBSTANCES IN SOIL**

Radilov A.S., Shkaeva I.E., Nikolaev A.I., and Dulov, S.A.

*Research Institute of Hygiene, Occupational Pathology and Human Ecology Federal Unitary
Enterprise, Federal Medical Biological Agency, St. Petersburg, Russia*

Abstract. The results of field studies of the pollution with unsymmetrical dimethylhydrazine (UDMH) of rocket impact points in different climatic geographical regions, experimentally established regularities of UDMH degradation, characteristic agrophysical parameters, as well as benchmark allowable level of UDMH in soil have been analyzed. The values of 0.03 mg/kg (nothern regions) and 0.1 mg/kg (southern regions) have been recommended as regional maximum allowable concentrations (MACs) of UDMH in soil.

Key words: Safety; soil; pollutants; regional MACs.

В настоящее время согласно существующим методическим принципам нормирование химических веществ в почве (ПДК) проводится на основании безопасных величин, установленных по следующим показателям вредности - миграционном водном, миграционном воздушном, общесанитарном, транслокационном [1]. Однако известно, что уровень безопасного содержания вещества в почве в значительной степени зависит от конкретных климато-географических

условий (содержание гумуса, влажности почвы, преобладающей температуры и др.), которые определяют динамику деструкции вещества и поведение его в целом [2]. Так, например, анализ результатов обследования территорий районов падения ракет [3] показал, что дозовые нагрузки НДМГ (штатное ракетное топливо) для населения в северных регионах (Койда, Нарьян-Мар) почти в 300 раз выше по сравнению с южными (Матат), что обусловлено характером аккумуляции, миграции вещества в различных климато-географических регионах. В то же время известно [4, 5], что НДМГ является высокотоксичным и чрезвычайно опасным соединением, вызывает отравление при любом пути поступления в организм, обладает высокой летучестью, хорошей растворимостью в воде.

Выявленные различия экологического риска при воздействии высокотоксичного вещества определяют необходимость обоснования региональных ПДК НДМГ, которые позволят более надежно обеспечить безопасность населения, проживающего в зонах влияния ракетно-космической деятельности. Тем не менее в настоящее время на всей территории России действует единый гигиенический норматив – ПДК НДМГ в почве – 0,1 мг/кг, независимо от климатической зоны загрязнения токсикантом [6, 7, 8].

В задачу настоящих исследований входило определение безопасного содержания НДМГ в почве (ПДУВ) или региональные ПДК для различных регионов с характерными климатическими и агрофизическими характеристиками. Исследования проведены с учетом методологии гигиенического регламентирования вредных веществ в почве, включающей обоснование региональных ПДК [2].

В экспериментальных условиях изучено поведение НДМГ в почве при различном температурном режиме, влажности и содержании гумуса, определены кинетические параметры разложения НДМГ в почве ($T_{0,99} = 1725$ мин.), установлены основные закономерности деструкции вещества.

В моделируемых условиях определены допустимые уровни НДМГ в почве: по влиянию на микробиоценоз почвы (актиномицеты) – 0,1 мг/кг, по влиянию на биохимические процессы в почве – 0,01 мг/кг, по фитотоксическому действию (биохимические процессы в растениях) – 0,01 мг/кг, по миграционному воздушному показателю вредности – 0,01 мг/кг, по миграционному водному показателю – 0,3 мг/кг.

На основании проведенных экспериментальных исследований в строго регламентированных почвенно-климатических условиях, в качестве реперной величины безопасного содержания НДМГ в почве определена – 0,01 мг/кг по

воздушному миграционному, общесанитарному и транслокационному показателям вредности.

Для определения регионального ПДК НДМГ в почве использовали результаты комплекса экспериментальных исследований по изучению функциональной зависимости стабильности вещества от климатических и агрофизических параметров и реперную (отсчетную) величину безопасного содержания НДМГ в почве. При этом учитывали результаты натуральных эколого-гигиенических исследований по содержанию НДМГ в загрязненных почвах и дозовую нагрузку на население в различных регионах с характерными почвенно-климатическими условиями.

Функциональную зависимость между концентрациями НДМГ в почве и почвенно-климатическими факторами определяли на основании экспериментальных данных по стабильности вещества в почве. Рассчитывали коэффициенты по формуле [2].

$$F = a_{00} + \sum_{i=1}^n a_{0i} x_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{i,j} \cdot x_i \cdot x_j \quad (7.1)$$

где F - количество вещества при конкретных значениях переменных X,%; X - значение факторов («вынуждающих функций»), влияющих на поведение вещества в почве (содержание гумуса, пористость почвы и др.); a - коэффициенты, полученные при обработке данных; i, j - индексы, определяющие порядковые номера при переменных X.

Полученную функциональную зависимость остаточной концентрации от почвенно-климатических условий, можно также представить в общем виде:

$$Y = F = f(X_1 \dots X_n) \quad (2)$$

где Y и F - остаточное количество вещества при конкретных значениях переменных X, %;

f - обозначение функциональной зависимости Y от X₁...X_n; X₁...X_n — значение факторов, влияющих на «поведение» вещества в почве.

Для расчета ПДУВ определяли концентрацию НДМГ (Y), выраженную (в процентах и мг/кг) почвы:

$$\text{Откуда } U_1 = \frac{U_2 \cdot 100}{f(X^1 \dots X_n)} \quad (3)$$

Величину региональной ПДК (ПДУВ) НДМГ в почве определяли в соответствии с методическими рекомендациями [2] для условий северных и южных регионов по формуле:

$$ПДУВ = \frac{ПДК \cdot 100}{f(X_1 \dots X_n)} \text{ или} \quad (4)$$

$$ПКУВ = \frac{ПДК \cdot 10^2}{a_{00} + \sum_{i=1}^n a_{0i} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{i,j} X_i \cdot X_j}$$

$$ПДУВ = К_{пдув} \cdot ПДК \quad (5)$$

В результате проведенного математического моделирования с использованием данных агрофизических и климатических характеристик северного и южного регионов, различающихся климато-географическим и агрофизическим параметрами, получены величины региональных ПДК НДМГ в почве, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 Показатели для расчета региональных ПДК НДМГ

Показатели	Северные районы	Южные районы
Содержание гумуса (X_1)	0,6	1,5
Пористость почвы (X_2)	42	45
Количество осадков (X_3)	110	2000
Продолжительность инсоляции (X_4)	1000	2800
Средняя температура почвы за вегетационный период (X_5)	-2	16
Максимальная температура почвы за вегетационный период (X_6)	5	35
рН почвы (X_7)	6,5	7
Продолжительность наблюдения (X_8)	1	1
Емкость поглощения (X_{10})	16	18
Сумма обменных оснований (X_{11})	5,5	11
ПДУВ	0,030	0,116

На основании результатов математического моделирования с учетом экспериментальных данных и натуральных эколого-гигиенических исследований рекомендуется для зон экологического риска северных районов в качестве региональной ПДК НДМГ в почве величина - 0,03 мг/кг, для зон экологического риска южных районов региональная ПДК НДМГ в почве - 0,1 мг/кг.

Список источников.

1. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. М., 1982. 57 с.
2. Гончарук Е.И., Сидоренко Г.И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве. М.: Медицина, 1986. 318 с.
3. Бушмарин А.Б., Бурак А.Ю., Соловьев В.В., Царева О.А. Комплексная экологическая оценка районов падения отделяющихся частей ракет-носителей на полигоне «Плесецк» // Экологические аспекты воздействия компонентов жидких ракетных топлив на окружающую среду: материалы научно-практической конференции 19-22 сентября 1995 г. РНЦ Прикладная химия. СПб, 1996. С. 5 - 7.
4. Ильин Л.И., Кушнева В.С., Горшкова Р.Б., Селиванова Л.Н. Несимметричный диметилгидразин (гептил) как приоритетный экотоксикант // 2-й съезд токсикологов России: тезисы докладов. М., 2003. С. 7 - 8.
5. Горшкова Р.Б., Кушнева В.С., Селиванова Л.Н. Материал по обоснованию единого гигиенического норматива – допустимой суточной дозы НДМГ. М., 2001. 18 с.
6. Шкаева И.Е., Радиллов А.С., Николаев А.И., Алексеева Л.Л. Аспекты экологической безопасности НДМГ// Международная конференция «Экология и развитие Северо-Запада РФ»: тезисы докладов. СПб, 2003. С. 195.
7. Шкаева И.Е., Радиллов А.С., Николаев А.И., Алексеева Л.Л. Оценка риска воздействия химических веществ, загрязняющих почву // 2 съезд токсикологов России: тезисы докладов. М., 2003, С. 218.
8. Шкаева И.Е., Радиллов А.С., Николаев А.И., Алексеева Л.Л. Гигиеническое регламентирование НДМГ в почве // 2 съезд токсикологов России: тезисы докладов. М., 2003. С. 295.

References.

1. Methodical Guidelines on the Hygienic Validation of MACs of Chemical Substances in Soil. Moscow, 1982. 57 p.
2. Goncharuk E.I., Sidorenko G.I. Gigienicheskoe normirovanie khimicheskikh veshchestv v pochve (Hygienic Regulation of Chemical Substances in Soil). Moscow: Meditsina, 1986. 318 p.
3. Bushmarin A.B., Burak A.Yu., Solov'ev V.V., Tsareva O.A. Complex Ecological Assessment of the Impact Points of Detachable Parts of Launcher Rockets in the Plesetsk Spaceport // Ecological Aspects of the Environmental Impact of Components of Liquid Rocket Fuels: Proceedings of Scientific and Practical Conference on September 19-22, 1995/St. Petersburg: RNTS Prikladnaya Khimiya, 1996. P. 5 - 7.
4. Il'in L.I., Kushneva V.S., Gorshkova R.B., and Selivanova L.N. Unsymmetrical Dimethylhydrazine (Geptil) as a Priority Environmental Pollutant //2nd Meeting of Russian Toxicologists: Abstracts of Papers. Moscow, 2003. P. 7 - 8.
5. Gorshkova R.B., Kushneva V.S., and Selivanova L.N. Files on the Validation of a Unified Hygienic Standard: Allowable Daily Dose of UDMH. Moscow, 2001. 18 p.
6. Shkaeva, I.E., Radilov, A.S., Nikolaev, A.I., Alekseeva, L.L. Aspects of Environmental Safety of UDMH // International Conference «Ecology and Development of the North-Weat of the Russian Federation»: Abstracts of Papers. St. Petersburg, 2003. P. 195.
7. Shkaeva I.E., Radilov A.S., Nikolaev A.I., Alekseeva L.L. Risk Assessment of Chemical Soil Pollutants // 2nd Meeting of Russian Toxicologists: Abstracts of Papers. Moscow, 2003. P. 218.
8. Shkaeva I.E., Radilov A.S., Nikolaev A.I., and Alekseeva L.L. Hygienic Regulation of UDMH in Soil // 2nd Meeting of Russian Toxicologists: Abstracts of Papers. Moscow, 2003. P. 295.