ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Т. В. Королева, И. Н. Семенков, С.А. Леднев, О.С. Солдатова Гептил и продукты его трансформации в почвах: источники поступления, диагностика, поведение, токсичность и ремедиация загрязненных территорий (обзор) // Почвоведение. 2023.

T. V. Koroleva, I. N. Semenkov, S. A. Lednev, O. S. Soldatova ''Heptil and its transformation products in soils: sources, diagnosis, behavior, toxicity and remediation of polluted territories (review),'' Eurasian Soil Science,

Таблица S 1. Продукты трансформации НДМГ в почве, обнаруженные в лабораторных экспериментах и на местах падения ступени ракет-носителей / UDMH derivates in soils found during the laboratory experiments and at the first stage falling sites of launch vehicles

|  |  |
| --- | --- |
| Продукты трансформации НДМГ / UDMH derivates | Почва, загрязненная НДМГ |
| лабораторные условиях | Места падения ракет-носителей |
| МП в ЦК | Архангельская область |
| Группы / Groups | Название / CAS name | Молекулярная формула / Molecular Formula | CAS no | [61, 71] | [13] | [32, 33, 118] | [32, 33, 118] | [52] | [1] | [79] |
| Гетероциклические N-содержащие / N-containing heterocyclic compound |
| 6-членные | тетрзе/ины | **ТМТ / Tetramethyl-2-tetrazene** | **C4H12N4** | **6130-87-6** | **+** | **+** | **+** | **–** | **+** | **–** | **+** |
| **1-Метил-1,6-дигидро-1,2,4,5-тетразин / 1-Methyl-1,6-dihydro-1,2,4,5-tetrazine** | [**C3H6N4**](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/#query=C3H6N4) | **no** | **+** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** |
| 1,2,3,4-тетрагидро-3,6-диметил-1,2,4,5-тетразин / 1,2,4,5-Tetrazine, 3,6-dimethyl- | C4H6N4 | 1558-23-2 | **–** | **–** | **–** | **–** | **+** | **–** | **–** |
| с 3 атомами N | Пиразин / Pyrazine | C4H4N2 | 290-37-9 | **–** | **–** | **+** | + | **–** | **–** | + |
| 2-Метилпиразин / Methylpyrazine | C5H6N2 | 109-08-0 | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | + |
| 1,3-диметил-2,4(1Н,3Н)-дигидропиримидиндион / 1,3-Dimethyldihydro-2,4(1H,3H)-pyrimidinedione | C6H10N2O2 | 4874-13-9 | **–** | **–** | **–** | + | **–** | **–** | **–** |
| пиридины | Пиридин / Pyridine | C5H5N | 110-86-1 | **–** | **–** | + | **–** | **–** | **–** | + |
| N-Этилиден-1-пипиридинамин / N-Piperidinoethaneimine | C7H14N2 | 75267-99-1 | **–** | **–** | **–** | + | **–** | **–** | **–** |
| 3-Метилпиридин / 3-Methylpyridine | C6H7N | 108-99-6 | **–** | **–** | + | **–** | **–** | **–** | + |
| 5-членные | тетразолы | 2-Метил-2H-тетразол / 2-Methyl-2H-tetrazole | C2H4N4 | 16681-78-0 | **–** | **–** | + | + | **–** | **–** | **–** |
| 2,5-Диметил-2H-Тетразол / 2,5-Dimethyl-2H-tetrazole | C3H6N4 | 4135-93-7 | **–** | **–** | – | + | **–** | **–** | **–** |
| 4,5-Дигидро-5-этил-1,4-диметил-1H-тетразаборол / Tetrazoboroline, 5-ethyl-1,4-dimethyl- | C4H11BN4 | 20534-01-4 | **–** | **–** | – | + | **–** | **–** | **–** |
| триазолы | 1,3-Диметил-1H-1,2,4-триазол / 1H-1,2,4-triazole, 1,3-Dimethyl- | C4H7N3 | 16778-76-0 | **–** | **–** | **+** | **+** | **–** | **–** | **–** |
| МТ / 1-methyl-1,2,4-triazole | C3H5N3 | 6086-21-1 | + | + | + | + | + | + | + |
| 1-Метил-1H-1,2,4-триазол-3-амин / 1-Methyl-1H-1,2,4-triazole-3-amine | C3H7ClN4 | 49607-51-4 | **–** | **–** | **–** | **+** | **–** | **–** | **–** |
| 3-Метил-1,2,4-триазол / 3-Methyl-1H-1,2,4-triazole | C3H5N3 | 7170-01-6 | **–** | **–** | **+** | **+** | **–** | **–** | **–** |
| 4-Метил-1,2,4-триазол / 4-Methyl-4H-1,2,4-triazole | C3H5N3 | 10570-40-8 | **–** | **–** | **+** | **+** | **–** | **–** | **–** |
| 1-Этил-1,2,4-триазол / 1-Ethyl-1H-1,2,4-triazole | C4H7N3 | 16778-70-4 | **–** | **–** | **–** | **+** | **–** | **–** | **–** |
| 1-Н-1,2,4-триазол / 1H-1,2,4-Triazole | C2H3N3 | 288-88-00 | **–** | **–** | **+** | **–** | **–** | **–** | **–** |
| пиразолы | 5-Амин-1,3-дифенил-1H-пиразол / 5-Amino-1,3-dimethyl-1H-pyrazole | C5H9N3 | 3524-32-1 | **–** | **–** | – | + | **–** | **–** | **–** |
| 4-Ацетил-3-метил-1H-пиразол / Ethanone, 1-(3-methyl-1H-pyrazol-4-yl)- (9CI) | C6H8N2O | 105224-04-2 | **–** | **–** | – | + | **–** | **–** | **–** |
| 4-Ацетил-1,5-диметил-1H-пиразол / 1-(1,3-benzothiazol-2-yl)-2-bromo-1-ethanone | C7H10N2O | 21686-05-5 | **–** | **–** | – | + | **–** | **–** | **–** |
| 1,3-Диметилпиразол / 1,3-Dimethylpyrazole | C5H8N2 | 694-48-4 | **–** | **–** | + | + | **–** | **–** | **–** |
| 1,4-Диметилпиразол / 1,4-Dimethylpyrazole | C5H8N2 | 1072-68-0 | **–** | **–** | + | + | **–** |  | **–** |
|  1,5-Диметилпиразол / 1,5-Dimethylpyrazole | C14H10Cl2N2 | 694-31-5 | **–** | **–** | + | + | **–** | **–** | **–** |
| 3,4,5-Триметил-1H-пиразол / 3,4,5-Trimethyl-1H-pyrazole | C6H10N2 | 11072-91-9 | **–** | **–** | – | + | **–** | **–** | **–** |
| 1,4,5-Триметил-1H-пиразол / 1,3,5-Trimethyl-1H-pyrazole | C6H10N2 | 1072-91-9 | **–** | **–** | – | + | **–** | **–** | **–** |
| 1-Метил-1Н-пиразол / 1-Methyl-1H-pyrazole | C4H6N2 | 930-36-9 | **–** | **–** | + | + | **–** | **–** | + |
| 1,3,4-Оксидиазол / 1,3,4-Oxadiazole | C2H2N2O | 288-99-3 | **–** | **–** | **–** | + | **–** | **–** | **–** |
| имидазолы | Имидазол / Imidazole | C3H4N2 | 288-32-4 | **–** | **–** | **+** | + | **–** | **–** | **+** |
| 1-Метил-1H-имидазол / 1-Methyl-1H-imidazole | C4H6N2 | 616-47-7 | **–** | **–** | **+** | – | **–** | **–** | **–** |
| 4-Метил-1H-имидазол / 4-Methylimidazole | С4H6N2 | 822-36-6 | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | + |
| 1-Метил-1H-имидазол-2-амин / 1-Methyl-1H-imidazol-2-amine | C4H7N3 | 6646-51-1 | **–** | **–** | **–** | + | **–** | **–** | **–** |
| 1-Метил-2-амино-1Н-имидазол / 1-Methyl-1H-imidazol-2-amine | C4H7N3 | 6646-51-1 | **–** | **–** | + | – | **–** | **–** | **–** |
| 4,5-Диметил-4-имидазолин-2-он / 4,5-Dimethyl-1h-imidazol-2(3h)-one | C5H8N2O | 1072-89-5 | **–** | **–** | – | + | **–** | **–** | **–** |
| пирролы | 3-Этил-3-метил-2,5-пирролидиндион / Ethosuximide | C7H11NO2 | 77-67-8 | **–** | **–** | **–** | + | **–** | **–** | **–** |
| N-Этилдиен-1-пирролидинамин / N-Ethylidene-1-pyrrolidineamine | C6H12N2 | 60144-27-6 | **–** | **–** | – | + | **–** | **–** | **–** |
| Иные | Пропиолактум / Azetidinone | C3H5NO | 930-21-2 | **–** | **–** | **+** | – | **–** | **–** | **–** |
| Алифатические N-содержащие / N-containing aliphatic compound |
| Формамиды | Формамид / Formamide | CH3NO | 75-12-7 | **–** | **–** | **+** | – | **–** | **–** |  |
| N-метилформамид / N-Methylformamide | C3H7NO | 123-39-7 | **–** | + | **–** | + | **–** | + | + |
| ДМФА / N,N-Dimethylformamide | C2H5NO | 68-12-2 | **–** | – | **+** | + | **+** | **–** | **–** |
| N-Этилформамид / Ethylformamide | C3H7NO | 627-45-2 | **–** | + | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** |
| Амиды | N,N-Диэтилацетамид /N,N-Diethylacetamide | C6H13NO | 685-91-6 | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** |
| N,N-Диметилацетамид / Dimethylacetamide | C4H9NO | 127-19-5 | **–** | **–** | **+** | + | **–** | **–** | **–** |
| Диметилцианамид / Dimethylcyanamide | C3H6N2 | 1467-79-4 | **–** | **–** | **+** | + | **–** | **–** | + |
| Гуанидины | **N,N-Диметиламиногуанидин / N,N-dimethylaminoguanidine** | **C3H11N5** | **6145-42-2** | **+** | **+** | **–** | **–** | **+** | **–** | **+** |
| Гидразоны | **бис-Диметилгидразон глиоксаля / Ethanedial, 1,2-bis(2,2-dimethylhydrazone)** | **C6H14N4** | **26757-28-8** | **+** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** |
| **Диметилгидразон ацетальдегида / N-[(E)-ethylideneamino]-N-methylmethanamine** | **C4H10N2** | **7422-90-4** | **+** | **+** | **+** | **–** | **–** | **+** | **+** |
| **Диметилгидразон формальдегида / Formaldehyde, dimethylhydrazone** | **C3H8N2** | **2035-89-4** | **+** | **–** | **+** | **+** | **–** | **+** | **+** |
| Метаналь-N-метил-N-формилгидразон / Methanal-N-methyl-N-formylhydrazone | C4H7N2O2 | 61748-05-8 | **–** | **–** | **+** | – | **–** | **–** | **–** |
| Диметилгидразон фуральдегида / Furfural dimethyl hydrazone | C7H10N2O | no | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | + |
| Нитрилы | Диметиламиноацетонитрил / (Dimethylamino)acetonitrile | C4H8N2 | 926-64-7 | **–** | + | **+** | + | **+** | **–** | **–** |
| Ацетонитрил / Acetonitrile | C2H3N | 75-05-8 | **–** | **–** | + | + | **–** | **–** | **–** |
| 2-Methyl-propanenitrile-2,2′-azobis | C8H12N4 | 78-67-1 | **–** | **–** | – | + | **–** | **–** | **–** |
| Гидразин/ды и их производные | Гидразин / Hydrazine | H4N2 | 302-01-2 | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | + | **–** |
| **Триметилгидразин / Trimethylhydrazine** | **C3H10N2** | **1741-01-1** | **+** | **–** | **+** | **–** | **–** | **–** | **–** |
| **Диметилгидразид муравьиной кислоты / 1-Formyl-2,2-dimethylhydrazine** | **C3N2H8O** | **3298-49-5** | **+** | **–** | **+** | **+** | **–** | **+** | **+** |
| 1-Формил-2,2-диметилгидразин / Formaldehyde,(2,2-dimethylhydrazinyl)- | C3H8N2O | 3298-49-5 | + | **–** | + | **–** | **–** | + | **–** |
| Метилгидразин / Methylhydrazine | CH6N2 | 60-34-4 | + | **–** | **–** |  | **–** | + | + |
| Тетраметилгидразин / Tetramethylhydrazine | C4H12N2 | 6415-12-9 | **–** | **–** | + | + | **–** | **–** | **–** |
| N,N-Диметилгидразинкарбоновая кислота / N,N-Dimethylhydrazine carboxylic acid | C3N2H8O2 | no | + | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** |
| Амины | **НДМА / NDMA** | **C2H6N2O** | **62-75-9** | **+** | **+** | **+** | + | **+** | **+** | **+** |
| N,N-Диметил-1,2-этандиамин / N,N′-Dimethylethylenediamine | C4H12N2 | 108-00-9 | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** |
| N,N-Диметилметилендиамин / N,N-Dimethylethylenediamine | C4H12N2 | 108-00-9 | + | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** |
| N,N,N.N-Тетраметилдиаминометан / Bis(dimethylamino)methane | C5H14N2 | 51-80-9 | **–** | + | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** |
| **Диметиламин / Dimethylamine** | **C2H7N** | **124-40-3** | **+** | **–** | **+** | + | **–** | **–** | **–** |
| Триметиламин / Trimethylamine | C3H9N | 75-50-3 | **–** | **–** | + | + | **–** | **–** | **–** |
| N,N-Диметилнитроамин / N,N-Dimethylnitroamine | C2H6N2O2 | 4164-28-7 | **–** | **–** | – | + | **–** | **–** | **–** |
| Бис(2-диметиламиноэтил) эфир / Ethaneamine, 2,2′-oxibis [N,N-dimethyl-] | C8H20N2O | 3033-62-3 | **–** | **–** | + | – | **–** | **–** | **–** |
| Алкиламин / Alkylamine | RNH | no | – | – | – | – | **–** | – | + |
| N-нитрозоэтанамин / | C2H6ON2 | no | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | + |
| Триметилгидроксиламин / Trimethylhydroxylamine | C3H9NO | no | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | + |
| 2,2-Оксибис-N,N-диметилэтанамин / Bis(dimethylaminoethyl) ether | C8H20N2O | 3033-62-3 | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** |
| 4-Амин-3-пентен-2-он / 4-Amino-3-pentene-2-one | C5H9NO | 1118-66-7 | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** |
| Иные | Диметилдиазен / Dimethyldiazene | C2H6N2 | 503-28-6 | **–** | **–** | **+** | – | **–** | **–** | **–** |
| **1,5,5-Триметилформазан / 1,5,5-Trimethylformazane** | [C4H10N4](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/#query=C4H10N4) | no | **+** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** |
| Бис(диметилгидразо)этандиальдегида / Glyoxal bis(dimethylhydrazone) | C6H14N4 | 26757-28-8 | **–** | + | **+** | **–** | **–** | **–** | **–** |
| Метилдиметилкарбамат / Dimethyl-Carbamic acid, methyl ester | C4H9NO2 | 7541-16-4 | **–** | **–** | **+** | – | **–** | **–** | **–** |
| Ароматические N-СОДЕРЖАЩИЕ ВЕЩЕСТВА / Polycyclic N-CONTAINING SUBSTANCES |
| Нитрилы | Бензонитрил /Benzonitrile | C7H5N | 100-47-0 | **–** | **–** | + | – | **–** | **–** | **–** |
| Амины | П-толуидин / p-Toluidine | C7H9N | 106-49-0 | **–** | **–** | – | + | **–** | **–** | **–** |
| ИНЫЕ ВЕЩЕСТВА / OTHER SUBSTANCES |
| Спирты | Метанол / Methanol | CH4O | 67-56-1 | **–** | **–** | + | **–** | **–** | **–** | + |
| Бензиловый спирт / Benzyl alcohol | C6H5CH2OH | 100-51-6 | **–** | **–** | **+** | – | **–** | **–** | **–** |
| Иные соединения | Метилформиат / Methyl formate | C2H4O2 | 107-31-3 | **–** | **–** | + | – | **–** | **–** | **–** |
| Уксусная кислота / Acetic acid | CH3COOH | 64-19-7 | – | – | – | + | – | – | – |
| 2-Бутанон / 2-Butanone | C4H8O | 78-93-3 | – | – | + | – | – | – | – |
| Ацетальдегид / Acetaldehyde | C2H4O | 75-07-0 | – | – | + | – | – | – | – |
| 2-Метил-1,3,4-оксидиазол /2-methyl-1,3,4-oxadiazole | C8H8O5S | 3451-51-2 | – | – | – | + | – | – | – |
| Пиразол / 1H-Pyrazole | C3H4N2 | 288-13-1 | – | – | – | + | – | – | + |

**Полужирным** отмечены вещества, идентификация которых не вызывает сомнения по [61, 62, 71, 144]. Плюс – вещество обнаружено среди перечня определявшихся показателей. Прочерк – вещество не обнаружено среди перечня определявшихся показателей. Голубым выделены вещества, обнаруженные как минимум двумя независимыми группами.

**Таблица S 2.** Предельно допустимые концентрации НДМГ и продуктов его трансформации в воздухе и воде (108, СанПиН 1.2.3685-21; Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан №168 от 28.02.2015 г.) / Maximum permissible concentrations of UDMH and its derivates in the air and water

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вещество/Compound | Воздух, мг/м3 / Air, mg/m3 | Вода водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования \*, мг/л |
| рабочая зона / working area | Населенные места |
| МР | СС | США |
| РФ | РК | США\* | РФ | РК | РФ | РК | РФ | РК | США\*\*\* |
| НДМГ | 0.1 | 0.1 | 0.88 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.21 | 0.00006\*\* | 0.02 | 0.00042 |
| НДМА | - | 0.01 | 0.88 | - | - | 0.00005 | 0.0001 | 0.072 | 0.0001 | 0.01 | 0.0001 |
| ДМА | 1.0 | 1.0 | - | 0.005 | 0.005 | 0.0025 | 0.0025 | - | 0.1 | 0.1 | - |
| ТМТ | 3.0 | 3.0 | - | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | - | 0.001 | 0.1 | - |
| ФА | 0.5 | 0.5 | 940 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 220 | 0.05 | 0.05 | 0.39 |
| Гидразин | 0.1 | 0.1 | 2.5 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0,57 | 0.01 | 0.01 | 0. 0011 |
| ДМФА | - | - | 13000 | - | - | - | - | 3100 | - | - | 0.61 |

Примечание. \* Индустриальный воздух. \*\* Ориентировочно допустимый уровень. МР – максимальная разовая, СС – среднесуточная. \*\*\* в мкг/л

Note. \* Industrial Air. \*\* Ориентировочно допустимый уровень. МР – максимальная разовая, СС – среднесуточная. \*\*\* in µg/l.

**Таблица S 3.** Российские аттестованные методики измерений массовых концентраций НДМГ и продуктов его трансформации в почве / Russian certified methods for measuring mass concentrations of UDMH and its transformation products in soil

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Регистрационный номер / Number | Наименование / Title | Рабочий диапазон измерений, мг/кг / Operating measurement range, mg/kg |
| нижний / lower | верхний / upper |
| НДМГ |
| МУК 4.1.030-14 | Методика измерений массовой доли 1,1-диметилгидразина в пробах почвы газо-хроматографическим методом  | 0.01 | 10.0 |
| МУК 4.1.056-16 | Методика измерений массовой доли 1,1-диметилгидразина в пробах почвы фотометрическим методом  | 0.02 | 10.0 |
| МВИ №81-05 | Методика выполнения измерений массовой доли суммарных форм 1,1-диметилгидразина в почве методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием | 0.05 | 10.0 |
| МВИ №109-08 | Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимой формы 1,1-диметилгидразина в почве методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием | 0.05 | 10.0 |
| ПРОДУКТЫ ТРАНСФОРМАЦИИ НДМГ |
| МУК 4.1.054-16 | Методика измерений массовой доли нитрозодиметиламина в пробах почвы фотометрическим методом  | 0.02 | 20.0 |
| МУК 4.1.053-16 | Методика измерений массовой доли диметиламина в пробах почвы фотометрическим методом | 0.04 | 48.0 |
| МВИ № 103-08 | Методика выполнения измерений массовой доли (НДМА) в почве методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии со спектрофотометрическим детектированием | 0.05 | 2.5 |
| МУК 4.1.015-11 | Методика измерений массовой доли тетраметилтетразена в пробах почвы фотометрическим методом | 0.1 | 50.0 |
| МВИ № 85-09 | Методика выполнения измерений массовой доли (ТМТ) в почве методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием | 0.12 | 12.0 |
| МВИ № 117-08 | Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм тетраметил-2-тетразена в почве высокоэффективной жидкостной хроматографии со спектрофотометрическим детектированием | 0.25 | 10.0 |
| МУК 4.1.060-11 | Методика измерений массовой доли формальдегида в пробах почвы фотометрическим методом | 0.4 | 40.0 |

Таблица S . Формы нахождения НДМГ в почвах, выделенные по связи с почвенным компонентом, и методы их извлечения из почв [61, 71, 90] / Forms of UDMH in soils [61, 71, 90]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Форма / Form** | **Природа формы / Occurrence** | **Экстрагент / Solvent** |
| Свободная (растворенный в почвенном растворе и физические адсорбированный НДМГ) | Водорастворимая свободная | В составе почвенного раствора в ионной и молекулярной формах | Водная вытяжка |
| Подвижная связанная водорастворимая (НДМГ и его дериваты, способные к обратимому гидролизу) | Водорастворимая связанная | В составе водорастворимых химических соединений (например, гидразонов) | Водная вытяжка с последующей щелочной отгонкой |
| Обменная и легкогидролизуемая свободная | В составе твердой фазы почв в ионообменной или слабогидролизуемой форме (ионная и молекулярная формы) | Солевая вытяжка |
| Обменная и легкогидролизуемая связанная | В составе твердой фазы почв в ионообменной или слабогидролизуемой форме (в составе химических соединений) | Солевая вытяжка с последующей щелочной отгонкой |
| Обратимо связанная почвенным поглощающим комплексом (Обратимо хемосорбированный НДМГ и его дериваты) | Трудногидролизуемая в составе твердых фаз | Прочно закрепленная в составе химических соединений твердой фазы | Сильнощелочной гидролиз |
| Необратимо связанная | Негидролизуемая | Необратимо хемосорбированный | Нет |

Таблица S 5. Патенты РФ на методы нейтрализации НДМГ в различных средах / Patents of the Russian Federation for methods of neutralization of UDMH in various media

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Inventor/ Авторы | Year / Год | Number / Шифр | Title / Название |
| Кручинин Н.А. /Kruchinin N.A | 1997 | RU 2095105 | Способ обезвреживания грунта и почвы от токсичных органических веществ / Method of disintoxication of ground and soil containing toxic organics |
| Лазуткин Н.П. / Lazutkin N.P.  | 1997 | RU 2092205 | Способ нейтрализации несимметричного диметилгидразина / Method for neutralizing non-symmetrical dimethyl hydrazine |
| Лопырев В.А. / Lopyrev V.A. | 1998  | RU 2123397 | Способ обезвреживания грунта, загрязненного несимметричным диметилгидразином / Method of rendering harmless of ground contaminated with asymmetric dimethyl hydrazine |
| Чирков А.М./ Chirkov A.M. | 2000  | RU 2158321 | Состав для обезвреживания и защиты поверхности металлов, имевших контакт с несимметричным диметилгидразином (НДМГ) / Composition for decontamination and protection of surface of metals that contacted with non-symmetrical dimethyl hydrazine |
| Сулима Т.А. / Sulima T.A. | 2003 | RU 2201285 | Сорбент для локализации и нейтрализации поверхностей от токсичных химических веществ и способ его получения / Sorbent for localization and neutralization of surfaces from toxic chemicals and method of preparation thereof |
| Капустин М.А./ Kapustin M.A. | 2005 | RU2262996 | Способ детоксикации ракетного топлива в почвенных и водных средах / Method of detoxication of rocket propellant in soil and water media |
| Кручинин Н.А. /Kruchinin N.A. | 2005 | RU 2259961 | Способ очистки стоков и воды водоемов от токсикантов / Method of cleaning sewage and reservoir waters from toxicants |
| Манышев Д.А. / Manyshev D.A. | 2005 | RU 2253520 | Способ обезвреживания технологических проливов жидкостей, содержащих 1,1-диметилгидразин / Method of decontamination of technological spillage containing 1,1 dimethyl hydrazine |
| Федеральное унитарное государственное предприятие "Научно-производственное объединение машиностроения"/ Federal'noe unitarnoe gosudarstvennoe predprijatie "Nauchno-proizvodstvennoe ob"edinenie mashinostroenija" | 2005 | RU 2260073 | Способ удаления компонентов ракетного топлива с металлических поверхностей и оборудования / Method of removal of propellant components from metal surfaces and equipment |
| Буряк А.К./ Burjak A.K. | 2006 | RU 2275260 | Способ нейтрализации металлических поверхностей, почв и водных растворов, загрязненных токсичными веществами /Method of neutralizing metallic surfaces, soils, and water solutions |
| Киселев В.М./ Kiselev V.M. | 2006  | RU2282486 | Способ детоксикации несимметричного диметилгидразина и продуктов его трансформации в воздушной, водной и грунтовых средах / Method of detoxification of unsymmetrical dimethylhydrazine and products of transformation thereof in air, water, and ground media |
| Василенко В.В./ Vasilenko V.V. | 2007  | RU 2290977 | Способ очистки водных стоков, почвы и сыпучих материалов от токсичных веществ и микроорганизмов / Method of purification of the water runoffs, soils and the bulk materials from the toxic substances and microorganisms |
| Козлов Д.В. / Kozlov D.V. | 2010 | RU 2397791 | Состав и способ обезвреживания грунта от проливов токсичных органических веществ с применением этого состава /Composition and method of decontaminating soil from spillage of toxic organic substances using said composition |
| Кручинин Н.А./ Kruchinin N.A. | 2010  | RU 2379136 | Способ детоксикации от органических загрязнителей почвенных и водных сред /Method of detoxication from organic pollutants of soil and aquatic media |
| Родин И.А./ Rodin I.A. | 2011 | RU 2424020 | Способ детоксикации несимметричного диметилгидразина в почве и грунте /Method for detoxification of rocket fuel in soil or ground |
| Боголицын К.Г./ Bogolitsyn K.G. | 2014 | RU 2529999 | Сорбент для обеззараживания проливов ракетного топлива / Sorbent for decontamination of rocket fuel spills |
| Ермаков В.В. / Ermakov V.V. | 2016 | RU 2601568 | Способ обезвреживания грунта от гептила / Method of decontaminating soil from heptyl |
| Забокрицкий А.А. / Zabokritskij A.A. | 2018 | RU2650864 | Биологический деструктор несимметричного диметилгидразина / Biological destructor of non-symmetric dimethylhydrazine |
| Михайлова Е.С. / Mikhajlova.E.S. | 2019 | RU 2709130 | Способ детоксикации 1,1-диметилгидразина и продуктов его трансформации в водных средах / Method for detoxification of 1,1-dimethylhydrazine and its transformation products in aqueous media |
| Ульяновский Н.В. / Ulianovskii N.V. | 2020 | RU 2732468 | Способ разрушения 1,1-диметилгидразина в водных растворах / Method for destruction of 1,1-dimethylhydrazine in aqueous solutions |
| Миненкова И. В. / Minenkova I.N. | 2022 | RU 2765077 | Торфо-шунгитный сорбент-катализатор для нейтрализации 1,1-диметилгидразина / Peat-shungite sorbent catalyst for the neutralization of 1,1-dimethylhydrazine |