

Макеева А.Ж.

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ В МЕСТАХ ПРОЛИВОВ НДМГ И
БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ**

A.Zh. Makeeva

**ESTIMATION OF A CONDITION OF ECOSYSTEMS IN PLACES OF PASSAGES NDMG
AND BIOLOGICAL METHODS OF RESTORATION OF THE POLLUTED SOILS**

УДК: 574.2

В статье рассматривается оценка состояния экосистем в местах проливов НДМГ и биологические методы восстановления загрязненных почв.

The article considers estimation of a condition of ecosystems in places of passages NDMG and biological methods of restoration of the polluted soils.

Космодром Байконур действует с 1956 года. Первые запуски космических спутников опасности не представляли, потому что осуществлялись на безопасном топливе – керосине и жидком кислороде. С 1959 года советская космическая техника переходит на высококипящее топливо гептил. Создатели гептила только в 1993 году на одной из научных химических конференций в Минске заявили о том, что военная наука длительное время недооценивала продукты распада гептила. Оказывается, в аэробных условиях он обладает свойством длительного сохранения, то есть относится к группе очень мощных аэрогенов (1). Имеющиеся на сегодняшний день данные свидетельствуют практически о повсеместной загрязненности природной среды прилегающей к космодрому «Байконур» токсичными компонентами ракетных топлив, в основном, гептилом и его трансформантами. Негативное воздействие ракетно-технической деятельности влияет практически на все проявления жизни в указанном районе (2). Воздействие на людей несимметричного 1.1.-диметилгидразина (НДМГ) в незначительных концентрациях, приводит к поражению иммунной, сердечно-сосудистой, лимфатической и центральной нервной систем, желудочно-кишечного тракта, крови, печени, кожи, к нарушению репродуктивной деятельности, появлению тяжелых врожденных уродств, внутриутробному недоразвитию плода и другим патологическим состояниям (3).

При поступлении КЖРТ (НДМГ) в почву дальнейшая его судьба зависит как от физико-химических свойств самого загрязнителя, так и от ландшафтно-геохимической обстановки, в которой протекает его миграция. Среди физико-химических свойств почв, определяющих миграцию НДМГ,

наибольшее значение имеют щелочно-кислотные и окислительно-восстановительные условия (4 Касимов). Учитывая, что НДМГ и продукты его окисления хорошо смешиваются с водой, фильтрационные свойства почв и грунтов являются одним из основных факторов, определяющих перераспределение компонентов ракетного топлива.

По результатам исследований ряда авторов, по составлению карт некоторых районов Центрального Казахстана были получены следующие данные ландшафтно-фитоэкологические исследования районов падения, в том числе и РП-25,15 по российской-казахстанской программе Оценка влияния запусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на окружающую среду в период 2000-2004 гг (5Жубатов).

Актуальность таких исследований не вызывает сомнений, так как они необходимы для оценки современного состояния растительного покрова районов падений как автотрофного компонента ландшафтов, что позволит в дальнейшем провести оценку экономических потерь, разработать мероприятия по восстановлению нарушенных участков, рекомендации по минимизации воздействий на ландшафты и биоту районов падений и т.д. Впервые в ходе экспедиционных работ были комплексно обследованы участки, где имели место падения ОЧ РИ в различные годы и подготовлены материалы для создания базы данных по растительности мест падений в РП-25,1 5, которые могут быть использованы в дальнейшем для проведения сравнительных аналитических исследований.

Для оценки экологического состояния участков территорий, подверженных воздействию ракетно-космической деятельности, в первую очередь, подлежат учету количественные показатели и характеристики экологического состояния почвы, воды и растительности [6]

Отделом ГИС ДГП «Инфракос-Экос» была подготовлена информация о зонах и районах падения ОЧ РИ: РП – 27, 30, 45, 46, 71, 15,25 для проведения полевых работ. Результаты приведены в Таблице 1.

Координаты мест падения ОЧРН

Номер зоны	Номер РП	Координаты		Радиус большой оси, км	Радиус малой оси, км	Азимут большой оси, град.	Административная область
		Вост. долг	Сев. шир				
Ю03	27	65 37 00	48 51 00	20	11	29	Карагандинская, Костанайская
Ю03	30	65 48 00	48 56 00	22	11	28	Карагандинская, Костанайская
Ю03	45	65 41 00	48 55 00	22	11	29	Карагандинская, Костанайская
Ю03	46	65 52 00	49 00 00	22	11	28	Карагандинская, Костанайская
Ю03	71	66 03 00	48 55 00	25	10	38	Карагандинская, Костанайская
Ю24	15	66 46 30	47 20 00	13,5	9	65	Карагандинская
Ю24	25	66 23 00	47 14 00	30	15	65	Карагандинская

В соответствии с координатам, указанными в таблице 1, на карте Казахстана отмечены районы отбора проб загрязненных почв. Рисунок 1.

Положение района исследований в зоне северных остепненных пустынь обуславливает господствующую роль пустынного флороцено типа. Пустынный флороцено тип, или дезертофитон, включает около 59 видов. Среди них ценообразующие доминантные виды как полынь сублессингиановая, п. белоземельная, п. черная (*Artemisia sublessingiana*, *Artemisia terrae-albae*, *Artemisia pauciflora*), ковыль Рихтера (*Sripa richteriana*), терескен (*Krascheninnikova ceratoides*), боялыш (*Salsola arbusculiformis*), кокпек (*Atziplex cana*) и др (10).

Следует отметить также виды произрастающие на обнажениях засоленных пород *Anabasis cretacea*, *Anabasis salsa*, *Nanophyton erinaceum*, *Ephedra distachya*, *Scutellarria grandiflora*.

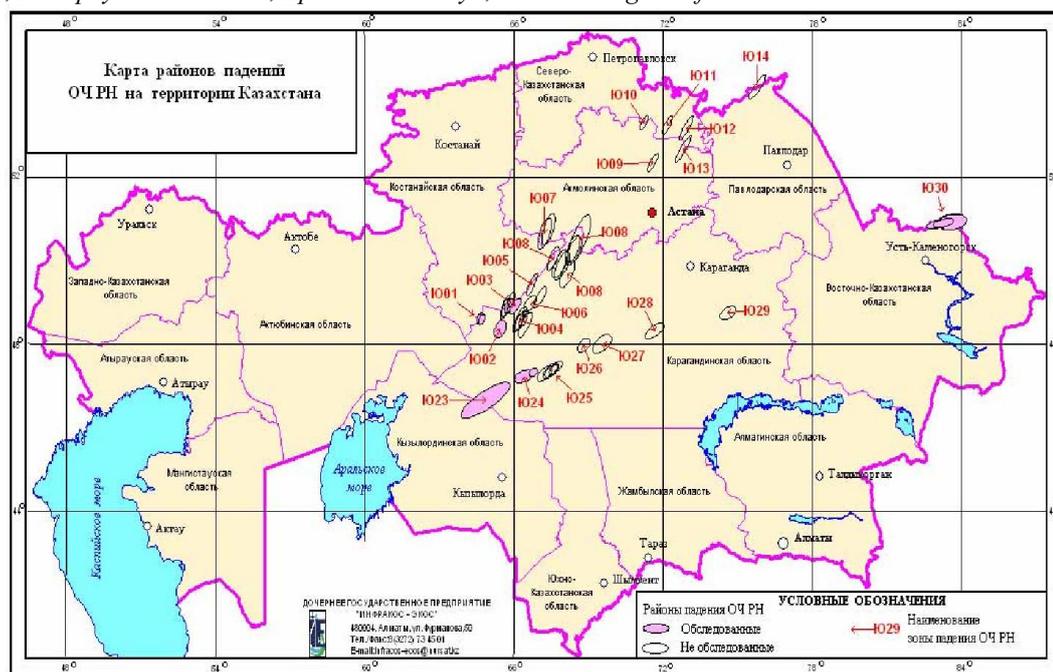


Рисунок 1 – Карта районов падения ОЧРН на территории Республики Казахстан

Полученные данные по содержанию гептила в местах падения показывают хаотичность в распределении его в растениях в зависимости от рельефа территории, климата, физико-химических свойств почв. По имеющимся химико-аналитическим данным нельзя определить закономерные особенности распространения 1,1-диметилгидразина в наиболее типичных видах растений исследуемой территории в силу их недостаточного количества однократного отбора без повторностей (11 Курочкина). Для получения достоверного материала, способного охарактеризовать степень аккумуляции гептила в растениях и миграцию его в природной среде необходимы повторные, многократные исследования с использованием модельных экспериментов.

На основе анализа растительных образцов мест падения ОЧ РН нет возможности установить степень опасности распространения КРТ (гептил) и продуктов их распада по пищевой цепи, так как:

- нет данных о продуктах распада КРТ (гептил) в образцах растений;

- полученные данные по содержанию КРТ (гептил) в растениях не имеют достоверной, строгой системы и способов попадания их в растительные организмы, не известны механизмы и время распада.

При сопоставлении результатов химического анализа на содержание 1,1-диметилгидразина (гептил) в почвенных и растительных образцах можно сделать следующие выводы:

- отмечены варианты соответствия обнаруженного гептила в почвенных и растительных пробах;

- выявлено, что при незначительном содержании гептила в почве - в пределах тысячных долей - в растениях гептил не обнаруживается;

- отмечены варианты, когда в почве гептил отсутствует, но присутствует в растениях и наоборот, обнаружен гептил в почвах, но не обнаружен в растениях - выделяются отдельные случаи, когда в растениях гептила в несколько раз больше, чем в почвах.

Несоответствие полученных данных, по-видимому, объясняется разным временем и местами отбора растительных и почвенных образцов, а также различными условиями миграции и аккумуляции или распада 1-1 диметилгидразина (гептил) в почвах и в растениях (Курочкина12).

Например в образцах полыни черной (*Artemisia pauciflora*), отобранных в эпицентре падения и в 50 м на удалении по уклону местности гептил не обнаружен. В полыни лессинговидной (*Artemisia sublessingiana*) обнаружен гептил в количестве 0,21 мг/кг только на удалении от эпицентра в 50- 70 м. По-видимому, наличие гептила в полыни отобранной на расстоянии от эпицентра падения связано с рельефом местности. На равнинной территории места падения гептил обнаружен в

количестве 0,21 мг/кг в смешанном образце из трех видов полыни — полынь лессинговидная (*Artemisia sublessingiana*), полынь белоземельная (*Artemisia terrae-albae*), полынь черная (*Artemisia pauciflora*), который был отобран в эпицентре падения. По уклону местности на расстоянии 50 м от места падения гептил в растительных образцах отсутствует (Курочкина13).

Биологические методы очистки от компонентов жидкого ракетного топлива.

Фиторемедиация – метод очистки объектов от токсичных загрязнений использующий высшие растения. Он в сравнении с другими методами позволяет добиваться лучших результатов очистки объектов окружающей среды. Применяют такие растения, как ряска малая, мох лептодикий, элодея канадская, кула, панкреацидиумы, гиацинты. Как отмечено в немногочисленной литературе широкое применение нашло тропическое растение водный гиацинт или эйхорния (*Eichornia crassipes*) из семейства Понтедериевых (14). Надводная часть этого плавающего растения состоит из листьев и цветка, напоминающего гиацинт. В воде находятся нитевидные корни, опушенные ресничками, между которыми происходит основной процесс очистки. Процесс очистки включает ряд стадий: окисление и расщепление токсикантов, поглощение веществ и использование некоторых из них в качестве питательной среды, удобрения. При окислении используется кислород, выделяющийся в процессе фотосинтеза. Активизируются полезные микроорганизмы. Выделяемые ими ферменты катализируют деструкцию и окисление токсикантов КЖРТ до менее токсичных продуктов /14/.

Изучив возможные биологические способы очистки, выяснено, что, во-первых, существует группа растений, которые очищают водоемы, обогащая воду кислородом. В список таких растений-оксигенаторов входят: элодея канадская, фонгиналис противопожарный, болотник, болотница игольчатая, или тиллея. Они борются с органическим загрязнением пассивно, то есть вырабатывая окисляющий органику кислород. Во-вторых, оказалось, что многие водоросли и некоторые высшие водоплавающие растения питаются солями и органическими веществами, которые растворены в воде. С помощью корневой системы и лежащих на воде листьев растения усваивают неорганический углерод карбонатов, минеральные соли, низкомолекулярные углеводы, аминокислоты. На фоне многочисленных примесей органических веществ, содержащихся в водоемах, ядовитые компоненты топлива не представляют собой чего-то выдающегося. Это такие же органические вещества, они состоят из азота, кислорода и углерода, выстроенных в не очень длинную углеводородную цепочку. То есть растение вполне может воспринимать их как обычную пищу и бороться с

загрязнением уже активно, поглощая, расщепляя на составляющие и используя для своих нужд (15). Преимуществом микробиологических методов для рекультивации территорий, загрязненных компонентами ракетного топлива является то, что в зависимости от характеристики конкретного места их пролива могут быть использованы различные биотехнологии в отдельности или в сочетании с другими способами очистки [16, 41].

В случае сильного загрязнения почвы НДМГ, когда в этой высокотоксичной среде микроорганизмы погибают, возможно, использование биомассы известных микроорганизмов полученных в биореакторе: почвенная взвесь разбавляется водой до такой концентрации, при которой микроорганизмы уже могут его утилизировать [42, 16]. Если НДМГ проник в глубинные слои почвогрунтов, находящихся в анаэробных условиях и не доступен для действия биопрепарата, то в таких ситуациях предлагается метод «биоградок». При этом извлеченные на поверхность загрязненные почвенные горизонты обрабатывают биопрепаратом и различными добавками, интенсифицирующими процессы жизнедеятельности микроорганизмов [43, 17].

На сегодняшний день разработаны несколько эффективных технологий для обезвреживания разных видов компонентов ракетного топлива в разных объектах окружающей среды и в зависимости от места происхождения загрязнения [44].

Биотехнологии защиты окружающей среды основаны на использовании активных штаммов микроорганизмов–деструкторов ксенобиотиков. Аэробный микробиологический метод очистки технологических растворов и промышленных сточных вод, сохраняя преимущества традиционной биологической очистки, позволяет обезвреживать в

нестерильных условиях высоко концентрированные стоки [45]. Скорость микробиологического окисления загрязнений в несколько раз превышает скорость окисления спонтанной микрофлорой активного ила.

Таким образом следует заключить, что наиболее эффективные методы утилизации НДМГ в загрязненных почвах являются методы биоремедиации с использованием природных организмов способных к детоксикации НДМГ в почвах без экологически вредных последствий.

Химические и физические методы удаления и утилизации загрязненных почв дорогостоящи и сопровождаются в конечном итоге гибелью почвенной биоты.

Литература:

1. Ландшафтно-фитоэкологические исследования районов падения (25,15) ОЧ РН на территории Ультауского района Карагандинской области. Отчет о НИР (промежуточный); Руководитель НП. Огарь. - Алматы, 2001. - 21 с.
2. Ландшафтно-фитоэкологические исследования районов падения (25,15) ОЧ РЧ на территории Ультауского района Карагандинской области.
3. Отчет о НИР (промежуточный); Руководитель НП. Огарь. - Алматы, 2001. – 35с
4. Полевая геоботаника. - Т.4. - М-Л., 1972.- 330 с.
5. Н.С.Касимов, В.Б.Гребенюк, Т.В.Королева, Ю.В.Проскуряков. Поведение компонентов ракетного топлива в почвах, водах и растениях //Почвоведение, 1994, 9, С.110-120.
6. Айвазян А.Д., Касимов Н.С. О геохимической специализации растений
7. (на примере Мугоджар) //Вестн. МГУ. Сер. 5, География. 1979. №5. С. 42-47.
8. Мотылев С. Водный гиацинт в гептиловом болоте // Химия и жизнь. 2002. №11. С.46-49.

Рецензент: д.биол. н., профессор Харатов В.А.