

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УНИЧТОЖЕНИЯ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА КОМПОНЕНТЫ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ

А.В. Пузанов, И.В. Горбачев, С.В. Бабошкина, Б.Д. Олейников, Н.М. Бурлака

*Изучен уровень содержания алюминия, хлорид- и перхлорат-ионов в компонентах наземных ландшафтов: почвах, растениях, снеговых и подземных водах окрестностей испытательного стенда по сжиганию РДТТ (объект 820А). Накопление поллютантов в компонентах наземных экосистем наблюдается только в пределах санитарно-защитной зоны.*

Исследования по оценке влияния утилизации твердотопливных ракетных двигателей (РДТТ) на компоненты степных экосистем начаты в 2004 году. Уничтожение РДТТ методом сжигания производится на объекте 820а в ФГУП "ФНПЦ "Алтай", г. Бийск.

При сжигании РДТТ образуется большое газо-аэрозольное облако (рис. 1).



Рис. 1. Газо-аэрозольное облако после сжигания ступени твердотопливной ракеты

### ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования являются почвы, растения, снежный покров и подземные воды. Основу структуры почвенного покрова, сопредельного с объектом 820А, составляют чернозёмы выщелоченные, которые встречаются в комплексе с интразональными почвами – луговыми и лугово-чернозёмными. Растительность в районе исследования разнотравно-злаковая, злаково-разнотравная, полынно-разнотравно-злаковая.

Образцы почв отбирали на глубине 0-10 см в полиэтиленовые мешочки, растения – из общего укоса, пробы воды – в полиэтилено-

вую посуду, пробы снега – в полиэтиленовые пакеты.

Пробоотбор проводился по профилям от ограждения объекта 820а. Направление отбора зависело от метеоусловий (скорость и направление ветра) (рис. 2).

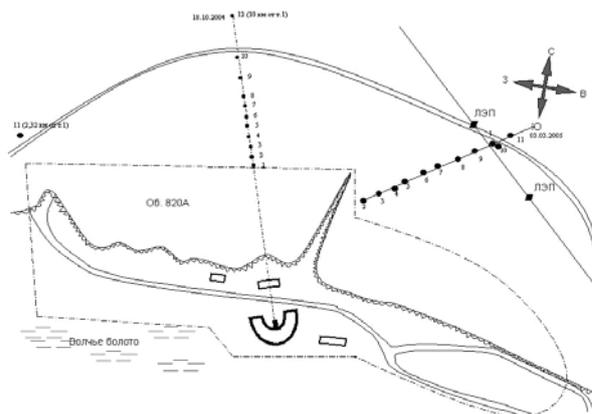


Рис. 2. Схема отбора проб почв (18.10.2004 г.) и снега (3.03.2005 г.)

Алюминий в почвах, растениях и подземных водах определяли методом атомной адсорбции в ОИГГиМ СО РАН. Хлорид-ион и перхлорат-ион определяли методом капиллярного электрофореза в ИНХ СО РАН.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание алюминия в почвенном покрове в окрестностях испытательного стенда 103/1 ОИС-6 объекта 820А варьирует незначительно (табл. 1): от 6,65 до 7,45%. Не выявлено каких-либо закономерностей в пространственном распределении исследуемого микроэлемента в зависимости от удаленности от стенда, не обнаруживается достоверной связи и с содержанием органического вещества.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УНИЧТОЖЕНИЯ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА КОМПОНЕНТЫ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Таблица 1  
Содержание алюминия в почвах и растениях (18.10.2004 г.), %

| Место отбора                        | Почва | Растения |
|-------------------------------------|-------|----------|
| T1                                  | 6,77  | 0,122    |
| T2                                  | 7,19  | 0,075    |
| T3                                  | 6,93  | 0,126    |
| T4                                  | 7,14  | 0,116    |
| T5                                  | 6,65  | 0,089    |
| T6                                  | 7,09  | 0,078    |
| T7                                  | 6,78  | 0,068    |
| T8                                  | 7,45  | 0,141    |
| T9                                  | 6,72  | 0,085    |
| T10                                 | 6,72  | 0,078    |
| T11                                 | 7,03  | 0,063    |
| T12                                 | 6,77  | -        |
| Среднее                             | 6,94  |          |
| Кларк [1]                           | 7,13  |          |
| Кларк в почвах мира [2]             | 8,07  |          |
| Государственный стандартный образец |       | 0,0025   |
| В растениях мира [3]                |       | 0,02     |

Уровень концентрации валового алюминия в гумусосфере исследуемой территории находится на уровне кларка для почв и соответствует фоновому содержанию алюминия в суглинистых почвах различной генетической принадлежности Алтайского края. Таким образом, в результате многолетней работы на стенде 103/1 ОИС-6 поступление алюминия на почвенный покров сопредельных территорий (максимально приближенных) не нарушает его баланс в зональных и интразональных почвах.

Содержание алюминия в наземной биомассе разнотравно-злаковых, злаково-разнотравных, полынно-разнотравно-злаковых ассоциаций растительного покрова, сопредельного со стендом 103/1 ОИС-6 объекта 820А варьирует довольно существенно 0,063-0,141% (табл. 1), причем наиболее низкие концентрации макроэлемента наблюдается в точках, максимально удаленных от стенда. В целом содержание алюминия в наземной фитомассе растительных ассоциаций в окрестностях испытательного стенда существенно превышает уровень концентрации алюминия в растениях из незагрязненных экосистем. Достаточно отметить, что содержание исследуемого макроэлемента в государственном стандартном образце травосмеси по Al составляло всего лишь 0,0025% или 25 мг/кг. Содержание алюминия в изученной назем-

ной биомассе в несколько раз превышает среднее содержание в растениях мира.

Концентрация хлорид-иона в почвах биогеоценозов, сопряженных со стендом, в 2-4 раза (10,0-27,4 мг/кг) превышало его содержание в зональных незагрязненных почвах (таблица 2).

Таблица 2  
Концентрация хлорид-иона в почве и растениях (18.10.2004), мг/кг\*

| Место отбора | Почва | Растения |
|--------------|-------|----------|
| T1           | 14,6  | 2,75     |
| T2           | 12,2  | 1,3      |
| T3           | 27,4  | 3,0      |
| T4           | 13,4  | 2,4      |
| T5           | 15,2  | 1,5      |
| T6           | 21,4  | 2,8      |
| T7           | 10,0  | 1,5      |
| T8           | 11,2  | 0,57     |
| T9           | 15,2  | 5,5      |
| T10          | 15,4  | 2,5      |
| T11          | 14,0  | 2,2      |
| T12          | 7,0   | -        |

Примечание. \* - в пересчете на воздушно-сухую массу

Содержание перхлорат-иона во всех исследованных почвах составляло менее 2 мг/кг, растениях менее 50 мг/кг (табл. 3).

Таблица 3  
Концентрация перхлорат-иона в почве и растениях (18.10.2004), мг/кг

| Место отбора | Почва | Растения |
|--------------|-------|----------|
| T1           | <2    | <50      |
| T2           | <2    | <50      |
| T3           | <2    | <50      |
| T4           | <2    | <50      |
| T5           | <2    | <50      |
| T6           | <2    | <50      |
| T7           | <2    | <50      |
| T8           | <2    | <50      |
| T9           | <2    | <50      |
| T10          | <2    | <50      |
| T11          | <2    | <50      |
| T12          | <2    | <50      |

В снеговом покрове после сжигания РДТТ четко прослеживается закономерность уменьшения содержания Al от ограждения объекта 820а (табл. 4, рис. 3). На расстоянии 800 метров от стенда сжигания РДТТ содержание Al падает до фонового уровня.

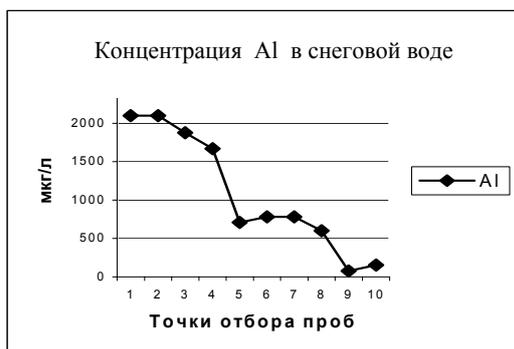


Рис. 3. Концентрация Al в снеговой воде

По хлорид-иону также выявлена закономерность в распределении от ограждения стенда (таблица 5, рис. 4). Перхлорат-ион во всех пробах не обнаружен. Концентрация алюминия в подземных водах составляет <3 мкг/л, хлорид-ион 2,5 мг/л, перхлорат-ион <1 мг/л.

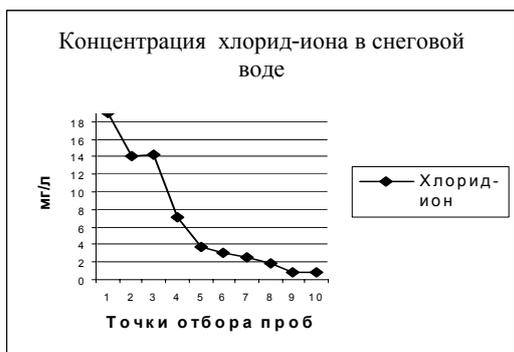


Рис. 4. Концентрация хлорид-иона в снеговой воде

Таблица 5

| Концентрация хлорид-иона и перхлорат-иона в снеговой воде, мг/кг |            |               |
|--|------------|---------------|
| Место отбора   | Хлорид-ион | Перхлорат-ион |
| Т.1 (Фон)  | 2,2        | <0,04         |
| Т.2  | 19,0       | <0,04         |
| Т.3  | 14,0       | <0,04         |
| Т.4  | 14,3       | <0,04         |
| Т.5  | 7,1        | <0,04         |
| Т.6  | 3,8        | <0,04         |
| Т.7  | 3,0        | <0,04         |
| Т.8  | 2,6        | <0,04         |
| Т.9  | 1,9        | <0,04         |
| Т.10   | 0,83       | <0,04         |
| Т.11   | 0,88       | <0,04         |

## ВЫВОДЫ

1. Загрязнение подземных вод алюминием, хлорид- и перхлорат-ионами не выявлено.
2. Функционирование стенда по утилизации зарядов РДТТ методом прожига не приводит к изменению уровня содержания валового алюминия в почвенном покрове.
3. Содержание алюминия в растениях в несколько раз превышает среднее содержание его в растениях мира.
4. Загрязнения почв, растений, снежного покрова перхлорат-ионами не выявлено.
5. Загрязнение компонентов экосистем проявляется до 700 м от стенда уничтожения.
6. По предварительным данным, воздействие уничтожения РДТТ на компоненты наземных экосистем носит локальный характер и не представляет экологической опасности для населения г. Бийска.

*Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РГНФ 05-06-18001е, 05-06-18015е, интеграционных проектов СО РАН №167 и №65.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 238 с.
2. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник. В 6 кн. / Под ред. Э.К. Буренкова. Кн. 3: Редкие р-элементы. – М.: Недра, 1996. – 352 с.
3. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях. – М., Мир, 1989.