

УДК 622.349.5:539.16

**Л.М. Гупало**

## **ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ ОБРАЩЕНИЯ С ЖИДКИМИ РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ**

*Целью исследований в работе является эколого-экономическая оценка вариантов обращения с жидкими низкоактивными низкосолевыми радиоактивными отходами (РАО). В результате выбора оптимального варианта переработки было проведено сравнение двух технологических схем, осуществляемых на установках мобильного и стационарного типа.*

*Ключевые слова: жидкие радиоактивные отходы, эколого-экономическая оценка, фильтрация, окружающая среда.*

**L.M. Gupalo**

### **EKOLOGO-ECONOMIC ESTIMATION VARIANTS OF THE REFERENCE WITH THE LIQUID RADIOACTIVE WASTE**

*The aim of research in the work is ecological and economic assessments of management options for liquid low-level and low-salt radioactive wastes (RW). Choice of the optimum option resulted in comparison of two process schemes realized in installations of mobile and stationary types.*

*Key words: a liquid radioactive waste, an ekologo-economic estimation, a filtration, environment.*

**Р**азвитие ядерных технологий сопровождается образованием и накоплением радиоактивных отходов, которые образуются на всех этапах ядерного топливного цикла и дальнейшее использование которых не предусматривается.

Целью исследований является эколого-экономическая оценка вариантов обращения с жидкими низкоактивными низкосолевыми радиоактивными отходами (РАО) (рис. 1).

В результате выбора оптимального варианта переработки было проведено сравнение двух технологических схем, осуществляемых на установках мобильного и стационарного типа.

В процессе работы были рассчитаны технологические этапы обращения с РАО, приведены нормативные значения, разработана экономика-математическая модель и выбрана наиболее эколого-экономически эффективная технология обращения с жидкими низкоактивными низкосолевыми РАО (рис. 2).

*Результаты расчета вариантов обращения с жидкими РАО*

I вариант обращения с жидкими низкосолевыми низкоактивными РАО  
 $3 = 89\,804\,710,34 + 60\,815\,567,5 + 24\,078\,438 = 174\,698\,715,84$  руб.

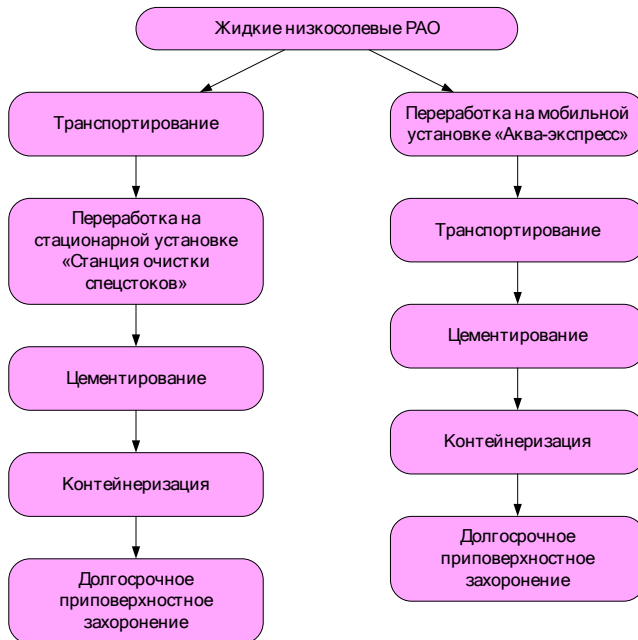
II вариант обращения с жидкими низкосолевыми низкоактивными РАО  
 $3 = 87\,304\,710,34 + 11\,022\,525 + 24\,078\,438 = 122\,405\,673,34$  руб.

Разница двух сравниваемых технологий равна 52 293 042,5 руб.

Существующая в настоящее время практика включает в себя следующие приемы обращения с РАО: сбор и сортировку отходов по химическому и радионуклидному составу и уровню активности; переработку отходов в форму пригодную для хранения, транспортировки и захоронения; временное хранение отходов.

Классификация различных видов радиоактивных отходов по способам подготовки к захоронению в России

Варианты рассматриваемых технологий обращения с жидкими низкосолевыми РАО



установлена главным образом по их активности и агрегатному состоянию:  
 - твердые и отвержденные НАО и короткоживущие САО;  
 - жидкие НАО и короткоживущие САО;  
 - твердые и отвержденные ВАО и САО.

Полная схема обращения с жидкими РАО схематично может быть представлена следующими операциями: переработка, кондиционирование,

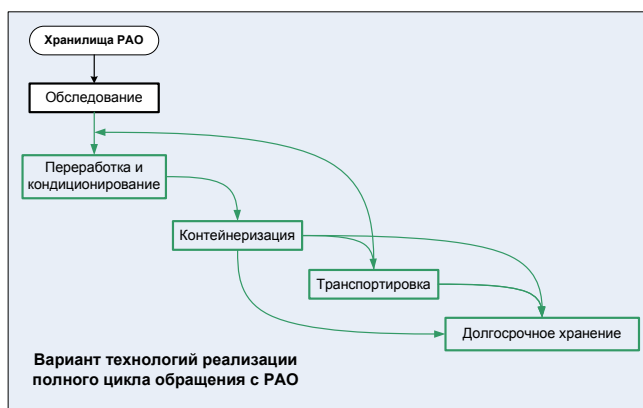


Рис. 2

Рис. 1. Схема полного цикла обращения с жидкими РАО

контейнеризация, транспортировка, хранение, захоронение.

Среди методов переработки жидких РАО на различных предприятиях атомной отрасли наиболее часто используются следующие: фильтрация, сорбция, ионный обмен, выпарка, микрофильтрация, ультрафильтрация, обратный осмос, электродиализ, реагентная коагуляция, электрокоагуляция, отстаивание, озонирование, электроокисление.

Для выбора оптимального варианта обращения с жидкими низкосолевыми РАО были рассмотрены 2 схемы переработки:

- фильтрация - коагуляция, отстаивание - микрофильтрация - ионный обмен.
- фильтрация - сорбция - обратный осмос.

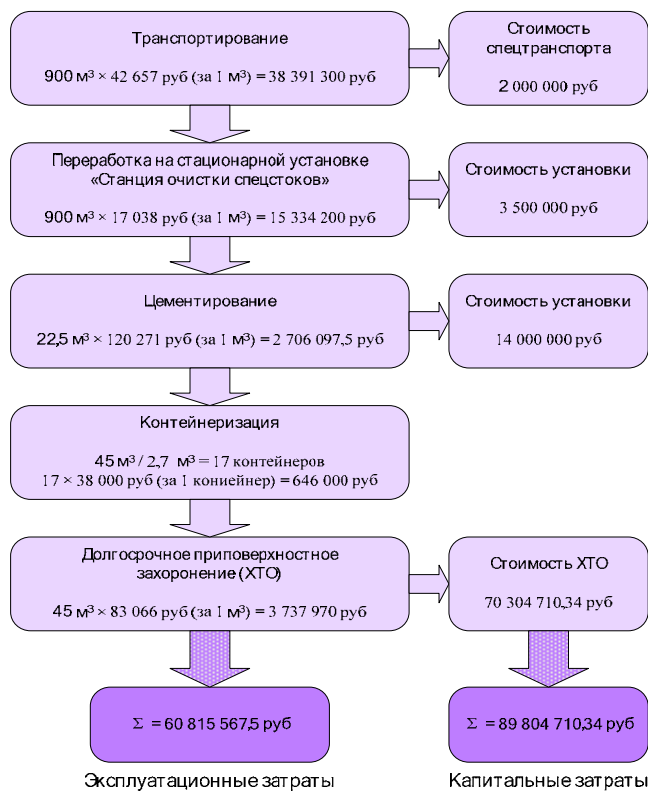
Были выбраны две альтернативные технологии обращения с жидкими низкосолевыми РАО, на установках стационарного и мобильного типа.

Получены и выяснены эксплуатационные и капитальные затраты по каждому этапу обращения с РАО по выбранным технологиям:

1. Этап транспортирования:

- эксплуатационная стоимость  $1 \text{ м}^3$  составляет 42657 руб;
- стоимость спецтранспорта 2000000 руб.

2. Этап переработки на стационарной установке «Станция очистки спецстоков»:



**Рис. 3. Расчет эксплуатационных и капитальных затрат рассматриваемых технологий**

Выделены факторы и пути распространения радионуклидов в окружающей среде, для обеспечения безопасности жизнедеятельности, для штатных и не штатных ситуаций, при обращении с РАО.

Представлена схема организации мониторинга, для радиационной защиты населения, проанализирована существующая система радиационного контроля, обеспечивающая измерение значений контролируемых параметров, характеризующих радиационную ситуацию в окружающей среде.

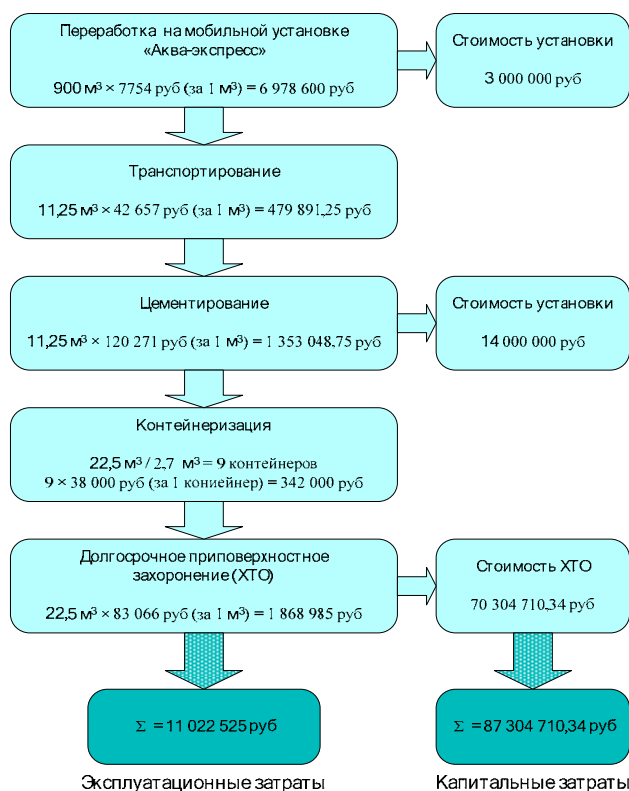
Проведен анализ существующих санитарно – законодательных актов, регламентирующих режим обеспечения радиационной безопасности населения. Была разработана и рассчитана экономико–математическая модель и определены экономические, экологические и технологические ограничения. Рассчитаны капитальные и эксплуатационные затраты по двум вариантам рассматриваемых технологий обращения с жидкими РАО.

Выяснен удельный экономический ущерб от сброса в окружающую природную среду на 1 Ки радиоактивности (рассчитано на основе "Методики оценки эколого-экономической эффективности обезвреживания РАО" – экспертами МосНПО "Радон"). На этой основе была проведена оценка эколого-экономической эффективности двух вариантов технологических процессов обращения с жидкими РАО. Оценка эколого-экономической эффективности

- эксплуатационная стоимость за  $1 \text{ м}^3$  17038 руб;
- стоимость установки составляет 3,5 млн. руб.
- 3. Этап переработки на мобильной установке «Аква – экспресс»:
  - эксплуатационная стоимость за  $1 \text{ м}^3$  7754 руб.
  - стоимость установки составляет 3 млн. руб.
- 4. Этап иммобилизации:
  - эксплуатационная стоимость за  $1 \text{ м}^3$  120271 руб.
  - стоимость установки составляет 14 млн. руб.
- 5. Этап контейнеризации:
  - стоимость одного контейнера, объемом  $2,7 \text{ м}^3$ , составляет 38000 руб.
- 6. Этап хранения, захоронения:
  - эксплуатационная стоимость за  $1 \text{ м}^3$  83066 руб.
  - стоимость ХТО=70304710,34 руб.

**Оценка эколого-экономической эффективности обращения рао**

Показатели	I вариант	II вариант
1. Общая активность обращения РАО (Ки)	27 Ки	27 Ки
2. Удельный экономический ущерб от сброса в окружающую природную среду 1Ки радиоактивности (в руб.)	891 794 руб.	891 794 руб.
3. Капитальные вложения	89 804 710,34 руб.	87 304 710,34 руб.
4. Эксплуатационные затраты (в год)	60 815 567,5 руб.	11 022 525 руб.
5. Предотвращенный годовой экономический ущерб	24 078 438 руб.	24 078 438 руб.
6. Экономическая эффективность производственных затрат (предотвращенный ущерб на 1 руб. затрат)	0,16 руб.	0,24 руб.



затрат на обращения РАО позволило более обоснованно планировать эти затраты и выбрать оптимальный вариант обращения с жидкими РАО в заданной системе ограничений (уровень активности, вид и количество РАО, качество ко-

нечного продукта и окружающей среды и др. факторы).

Эколого-экономическая оценка вариантов обращения с жидкими низкосолевыми низкоактивными РАО выявила наиболее перспективную и более экономически выгодную (более чем на 52 млн. руб.) технологию при равном предотвращенном экономическом ущербе.

**Выводы**

- Проведена эколого-экономическая оценка завершающих этапов обращения с радиоактивными отходами. Выделены наиболее затратные статьи расходов.

- Показана возможность оценки влияния капитальных и эксплуатационных затрат на стоимость полного цикла обращения с РАО.

- Сравнение двух технологий обращения с

жидкими низкосолевыми отходами по эколого-экономическим показателям позволило выбрать наиболее перспективную и более экономически выгодную (более чем на 52 млн. руб.) технологию при равном предотвращенном экономическом ущербе.

**Коротко об авторе**

*Гурало Л.М.* – ВНИПИпромтехнологии, [tguralo@mail.ru](mailto:tguralo@mail.ru)