



**ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА**

**Контейнеры и материалы для  
обращения с радиоактивными отходами  
низкой и средней активности**

**Containers and materials for low and  
intermediate level radioactive waste  
management**

2013

# Разрушение стальных и бетонных контейнеров

## Failure of steel and concrete containers



Выщелачивание бетонного  
контейнера грунтовыми водами

Failure concrete container due to  
leaching by underground waters



Коррозионное разрушение стальных  
контейнеров

Failure of steel containers due to corrosion

# Базовый контейнер КХС-02К

## Base container KHS-02K



# Базовый контейнер КХС-02К

## Base container KHS-02K

### Назначение

Сбор, транспортирование, хранение и захоронение РАО I-й и II-й группы по СПОРО-85 (низко- и среднеактивные отходы).

Емкость, м <sup>3</sup>	0,2
Масса, кг	47
Период эксплуатации, лет (не менее)	300
Механические свойства:	
Прочность на растяжение, МПа	190-210
Модуль упругости, МПа	$2,5 \times 10^4$
Относит. удлинение, %	0,6

### Function

Collection, transportation, storage and disposal of radioactive waste of the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> groups by sanitary regulations-85 (low and intermediate waste)

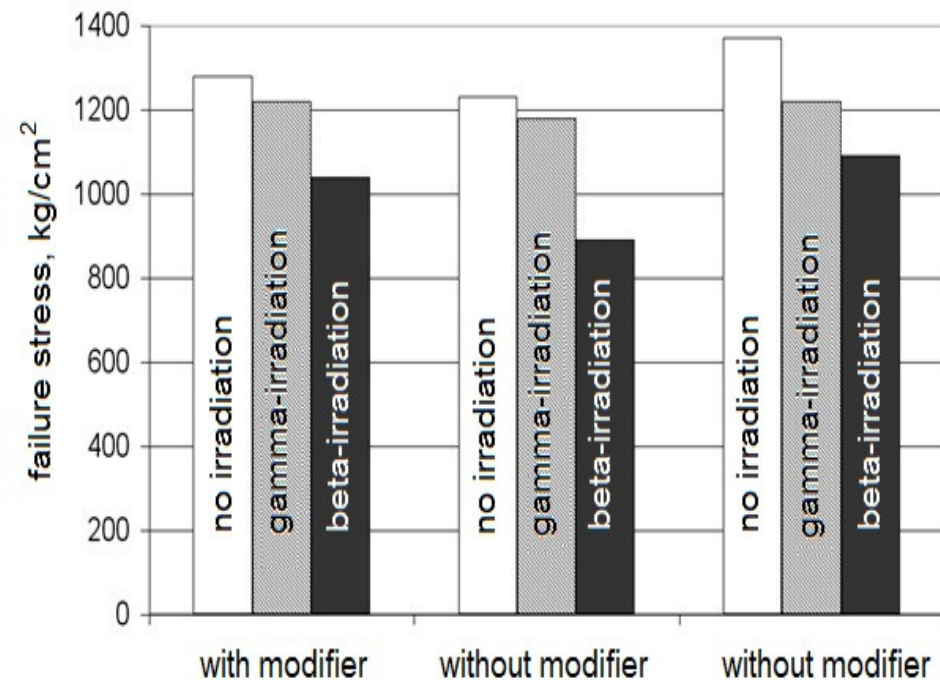
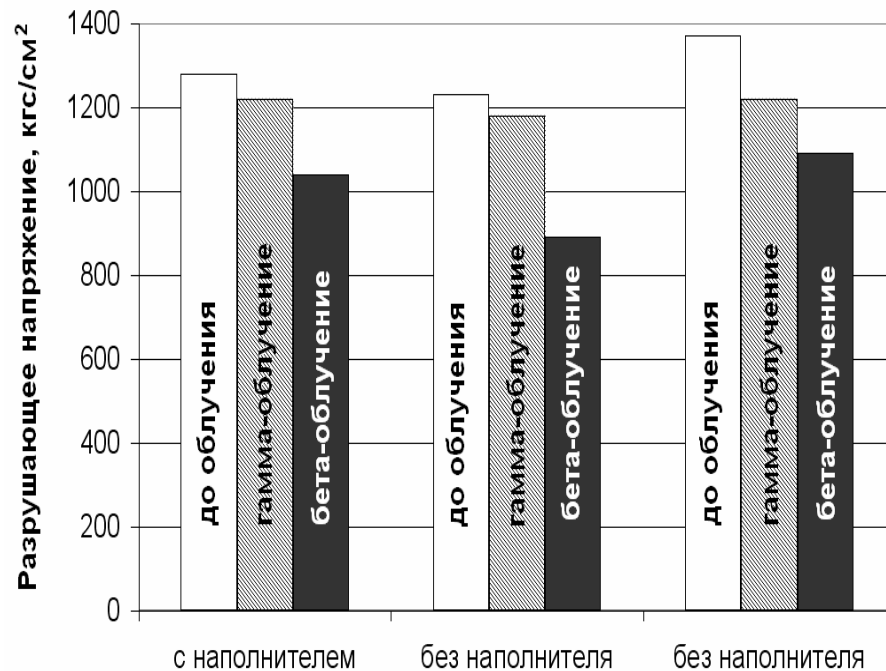
Volume, m <sup>3</sup>	0,2
Net weight, kg	47
Operation life, years (no less)	300
Mechanical properties:	
Tensile strength, MPa	190-210
Modulus of elasticity, MPa	$2,5 \times 10^4$
Elongation, %	0,6

## Радиационная стойкость композита

### Radiation stability of the composite

Имитационное облучение с дозой, более чем в 100 раз превышающей дозу при хранении РАО низкой и средней активности в течение 300 лет

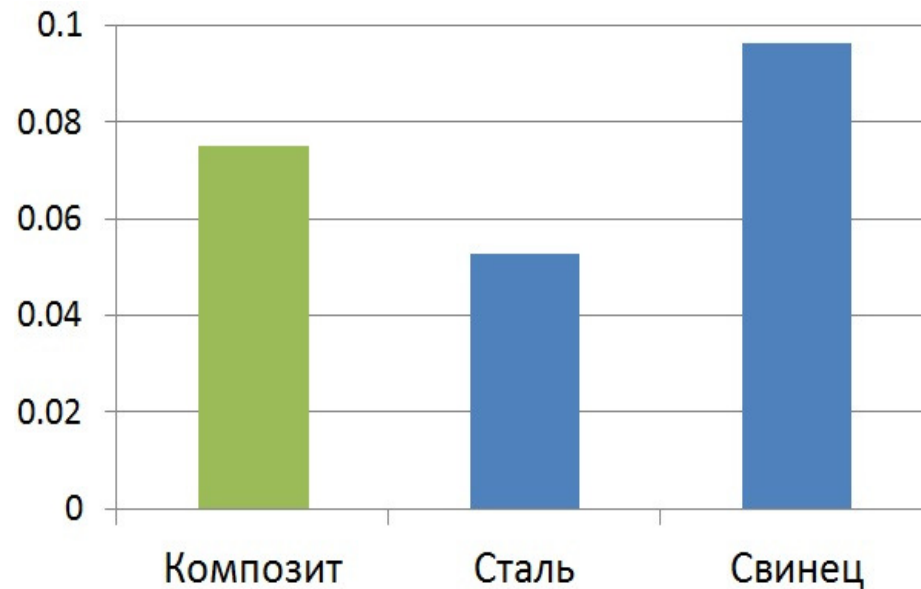
After irradiation with dose greater than 100 times of the dose from storage of low and intermediate waste during 300 years



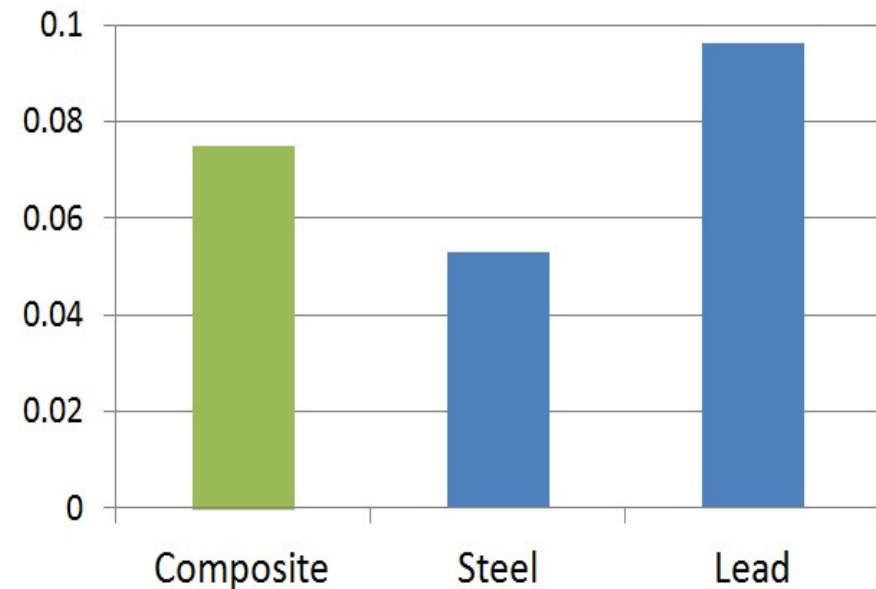
# Радиационно-защитные свойства

## Radiation-protective properties

Массовый коэффициент  
ослабления на энергии  $^{137}\text{Cs}$  (660  
кеВ)



Mass attenuation coefficient on  
energy  $^{137}\text{Cs}$  (660 keV)



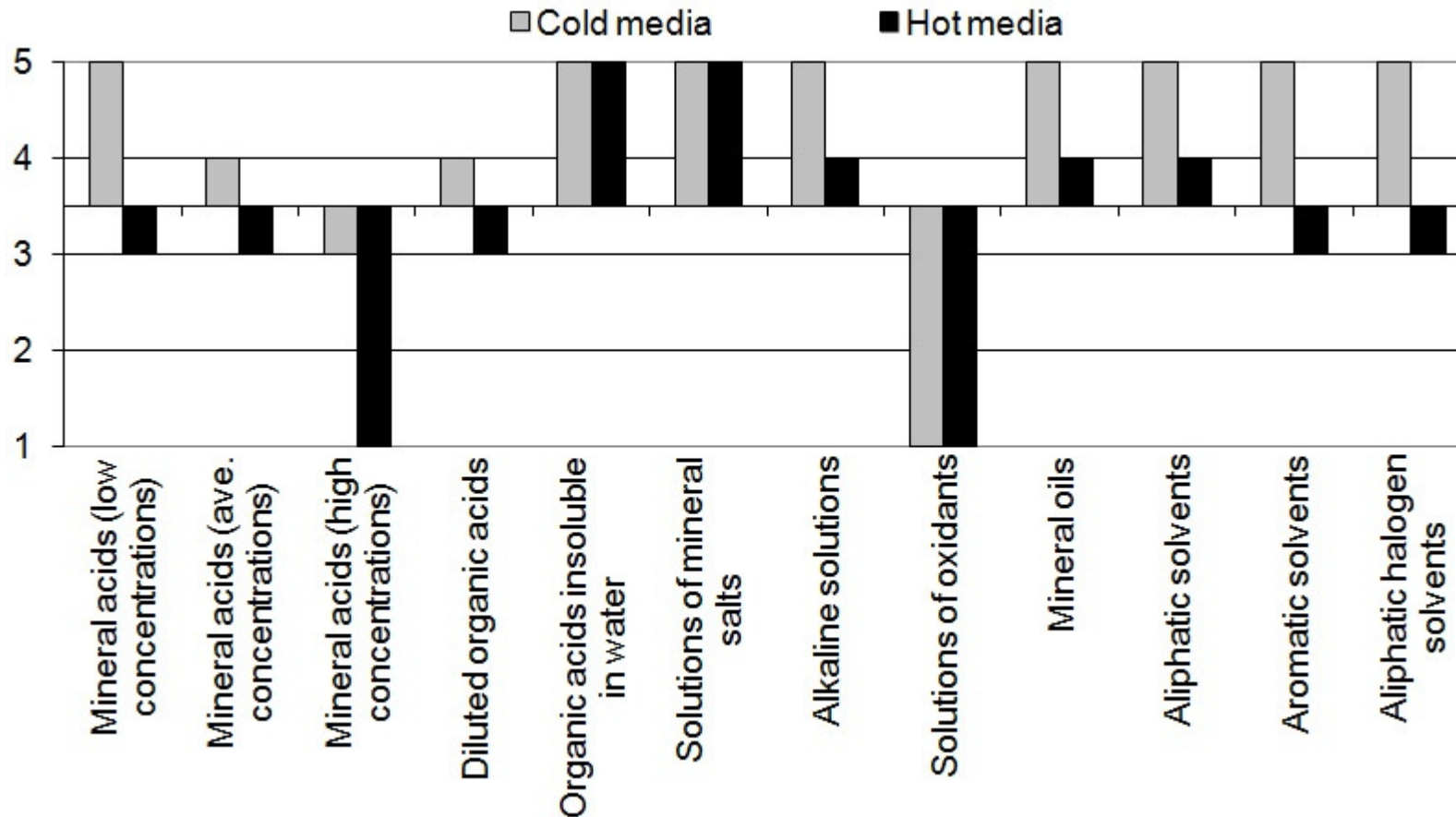


## Химическая и коррозионная стойкость композита



- По результатам эксплуатации изделий в условиях солнечной радиации, кислорода, повышенной влажности и промышленной загазованности на протяжении 30-ти лет следов коррозии не обнаружено.
- Захоронение в морской воде на протяжении пяти лет вызвало снижение пределов прочности на растяжение и сжатие на 7...8 %, модуля упругости - на 5...5,5 %.

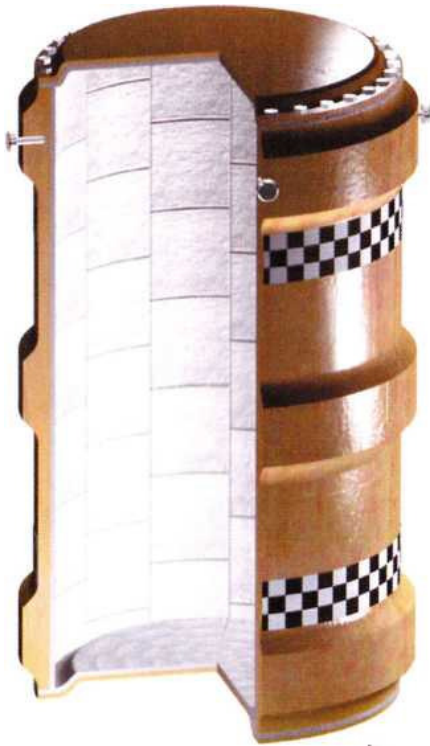
# Chemical and corrosion resistance of the composite



- Composite use under solar radiation, oxygen, increased humidity and industrial gas-polluted conditions during 30 years revealed no traces of corrosion.
- Disposal in sea water for 5 years caused reduction of tensile and compression strength less than 10%, modulus of elasticity - less than 6 %.



## Модульное хранилище отходов Modular facility for storage of waste



$V = 40 \text{ m}^3$   
 $H = 5600 \text{ mm}$   
 $d = 3400 \text{ mm}$



Источник	$^{137}\text{Cs}$ (660 кэВ)	$^{60}\text{Co}$ (1210 кэВ)
Кратность ослабления	1,74	1,37



**Варианты модульных хранилищ**  
**Modular facility for storage of waste**



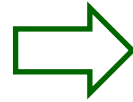
приповерхностное хранение



хранение на площадке

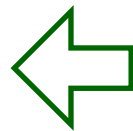
# Перспективы развития технологии для изоляции РАО<sup>1</sup>

## Future technology for radioactive waste management



Контейнер базовый 200 л  
Base container 200 l

1. Изменение конструкции крышки с целью увеличения скорости закрытия-открытия  
Modification of the cap design to provide fast opening or closing
2. Доработка конструкционного материала с целью снижения стоимости контейнера без изменения эксплуатационных свойств  
Modification of the constructional material to reduce cost of the container without change of operational properties



Новый контейнер 200 л  
New container 200 l

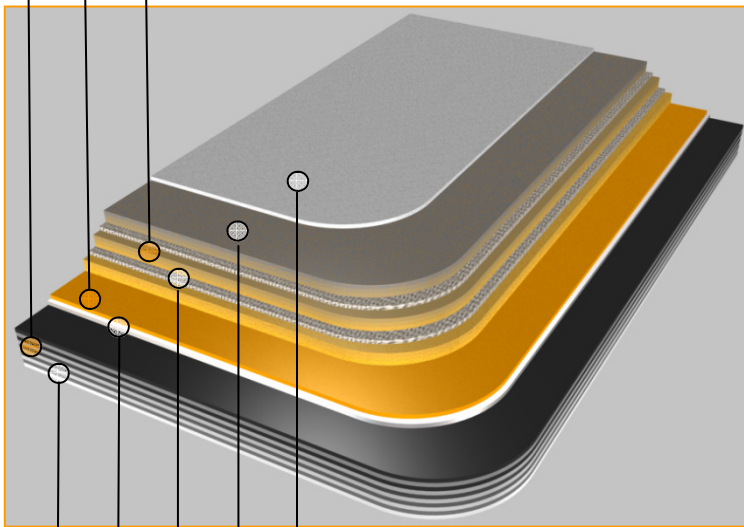
1. Высокая удельная по массе радиационная защита  
High mass specific radiation shielding
2. Повышенная химическая (коррозионная) и радиационная стойкость  
Improved chemical (corrosion) and radiation resistance
3. Пониженная стоимость по сравнению с базовым вариантом  
Reduced cost in comparison with base container
4. Надежная эксплуатация в течение 300 лет  
Reliable operation within 300 years



# Новый многослойный композиционный материал

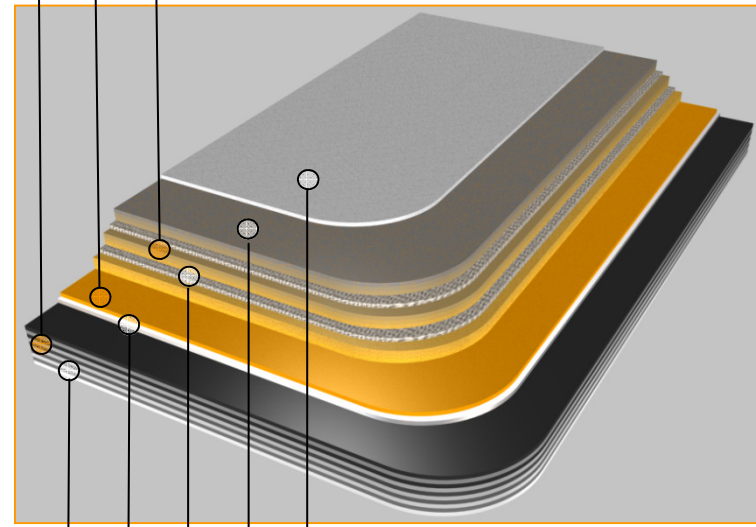
## New multilayer composite

Многослойный полиметаллический элемент  
Место соединения элемента и композита  
Полимерный стекло-композит



Защитное покрытие  
Один из полимерных слоев  
Слой стеклоткани  
Соединение адгезив - металл  
Один из металлических слоев

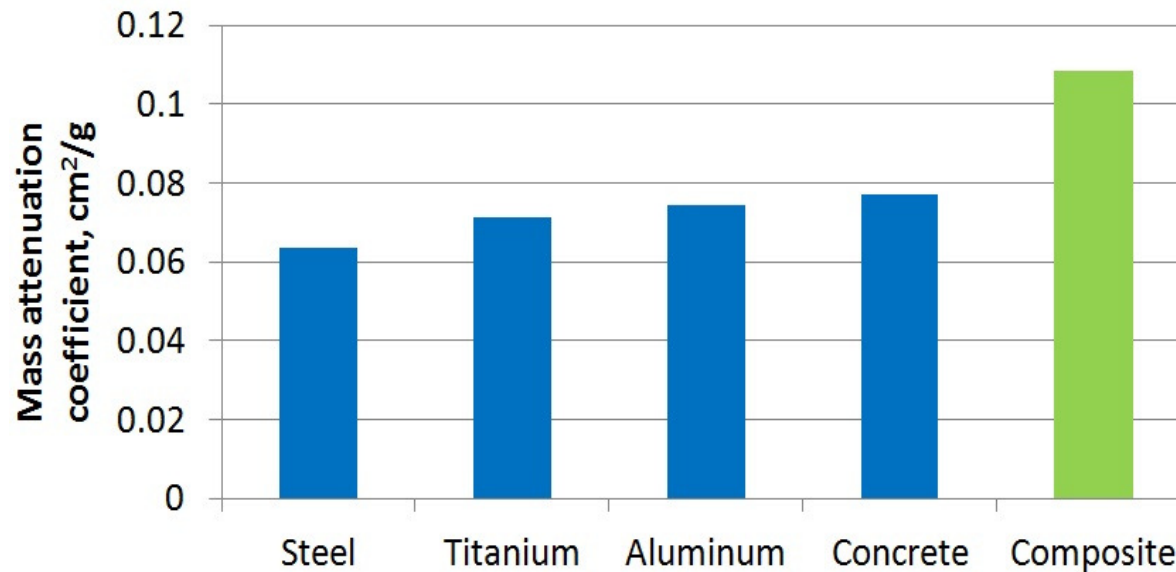
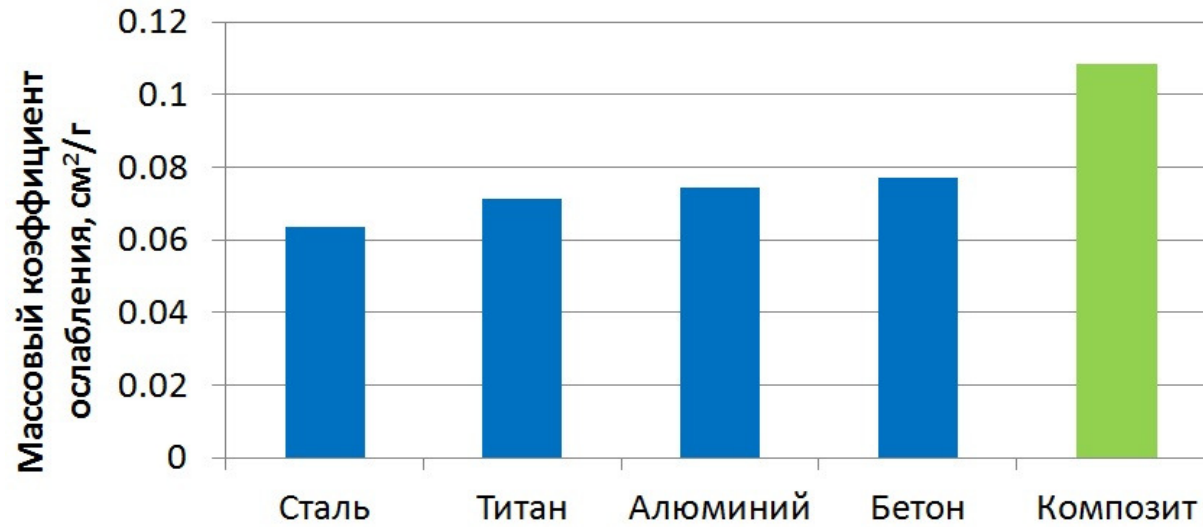
Multilayer polymetallic element  
Junction of the element with composite  
Polymer glass-composite



Protective coating  
One of the polymer layers  
Glass-fabric layer  
Junction adhesive - metal  
One of the metal layers

# Новый многослойный композиционный материал

## New multilayer composite



## Календарный план проекта

Этап №	Наименование этапа	Срок выполнения	Результат
1	Модификация и исследование и конструкционного материала контейнера	9 месяцев	Композиционный материал с высокими удельными по массе радиационно-защитными свойствами, химической и радиационной стойкостью
2	Конструктивная и технологическая проработка контейнера	6 месяцев	Конструкторская документация на контейнер, опытный технологический процесс изготовления контейнера
3	Испытания и сертификация контейнера	9 месяцев	Сертификат соответствия, патент

**Общая стоимость работ без учета затрат на изготовление опытной партии контейнеров для сертификации**

**400 тыс. дол.**



## Planned schedule

Stage No.	Stage name	Duration	Results
1	Research and modification of the constructional material of the container	9 months	Composite material with increased radiation shielding, chemical resistance and radiation stability
2	Designing and technological tryout of the container	6 months	Design documentation for container, experimental technology for container manufacture
3	Testing and certification of the container	9 months	Certificate of conformance, patent

Total cost of the works **without taking into consideration the outlays for manufacture of containers' batch for certification**

**400 000 USD**

## Технико-экономическое обоснование

Материал контейнера	Мод.	Емкос ть	Пересчет для хранения 1 м <sup>3</sup> отходов			Прогнозируемые величины		
			Кол- во	Масса	Цена	Время надежной эксплуат.	Кол-во переупаков ок за 300 лет	Стоимость хранения 1 м <sup>3</sup> за 300 лет*
		м <sup>3</sup>	шт	кг	дол. США	лет	раз	дол. США
Углер. сталь	КУ-1	1	1	280	190	8	37,5	7500
Нерж.сталь	КСТА- 02	0,2	5	135	910	40	7.5	6825
Бетон-асбест	САСZ 2/3	0,4	2,5	3000	330	20	15	4950
Камень-бетон	КЗНЦ- 09	0,9	1,1	3600	1280	50	6	7680
Железобетон	КЗНП- 2,1	2,1	0,5	4200	360	20	15	5400
<b>Стеклопласт. модифицир.</b>	<b>КХС- 02К</b>	<b>0,2</b>	<b>5</b>	<b>250</b>	<b>4780</b>	<b>300</b>	<b>-</b>	<b>4780</b>

\*без учета расходов на выполнение работ по перезатариванию

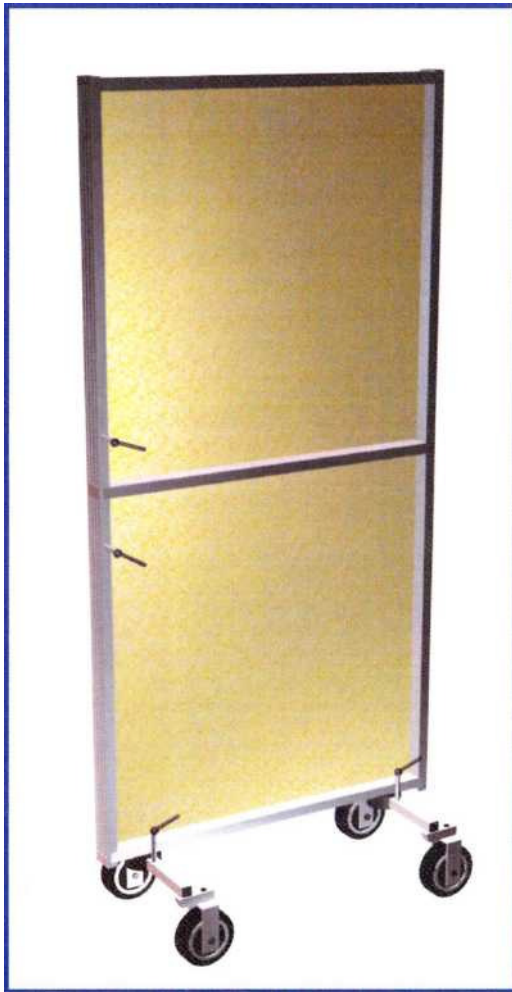
## Technical and economic efficiency

Container material	Mod.	Vol.	Calculation for storage of 1 m <sup>3</sup> waste			Predicted data		
			Number	Weight	Cost	Reliable operation time, years	Number of repackages during 300 years	Storage cost for 1 m <sup>3</sup> during 300 years*
		m <sup>3</sup>	items	kg	USD	years	times	USD
Carbon steel	KU-1	1	1	280	200	8	37,5	7500
Stainless steel	KSTA-02	0,2	5	135	910	40	7.5	6825
Concrete-asbestos	CACZ 2/3	0,4	2,5	3000	330	20	15	4950
Stone-concrete	KZNC-09	0,9	1,1	3600	1280	50	6	7680
Steel-concrete	KZNP-2,1	2,1	0,5	4200	360	20	15	5400
<b>Fiber-glass plastic modif.</b>	<b>KHS-02K</b>	<b>0,2</b>	<b>5</b>	<b>250</b>	<b>4780</b>	<b>300</b>	<b>-</b>	<b>4780</b>

**\*without taking into consideration the expenses for repackage works**

# Средства коллективной и индивидуальной защиты

## Radiation shield and personal protective equipment



# Композиционные материалы для защиты РЭА космических аппаратов

## Composite materials for satellite protection

### Основные требования к материалу:

#### Main requirements:

- должен быть более эффективным чем алюминий при равной поверхностной плотности;

should be more effective than aluminum in case of the same specific weight.

- должен быть более легким чем алюминий при равной защитной эффективности.

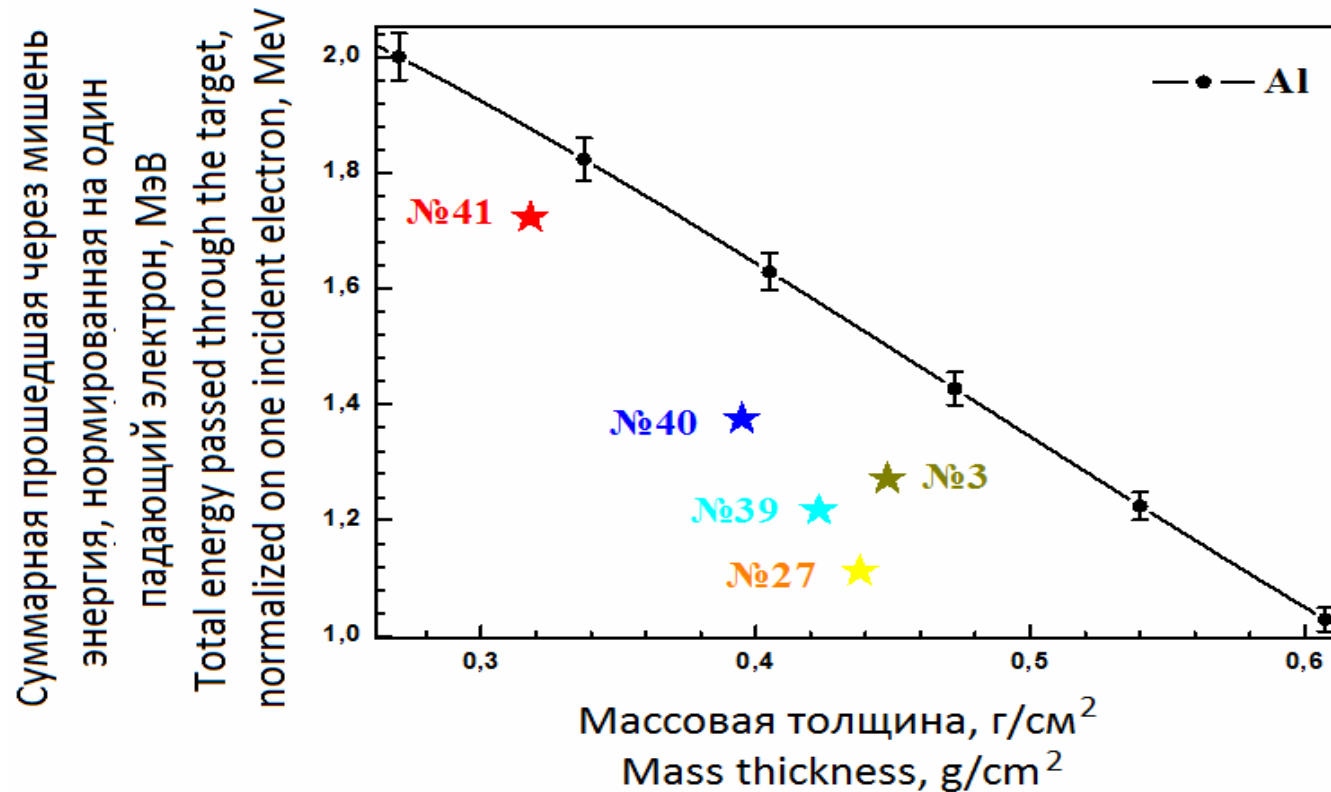
should be more lighter than aluminum in case of the same shielding efficiency.

- должен обеспечить увеличение срока эксплуатации спутника не менее чем в **1,5** раза.

must provide the increase of term of exploitation of satellite no less than in **1,5** times

# Эффективность поглощения энергии электронов в образцах по отношению к алюминию

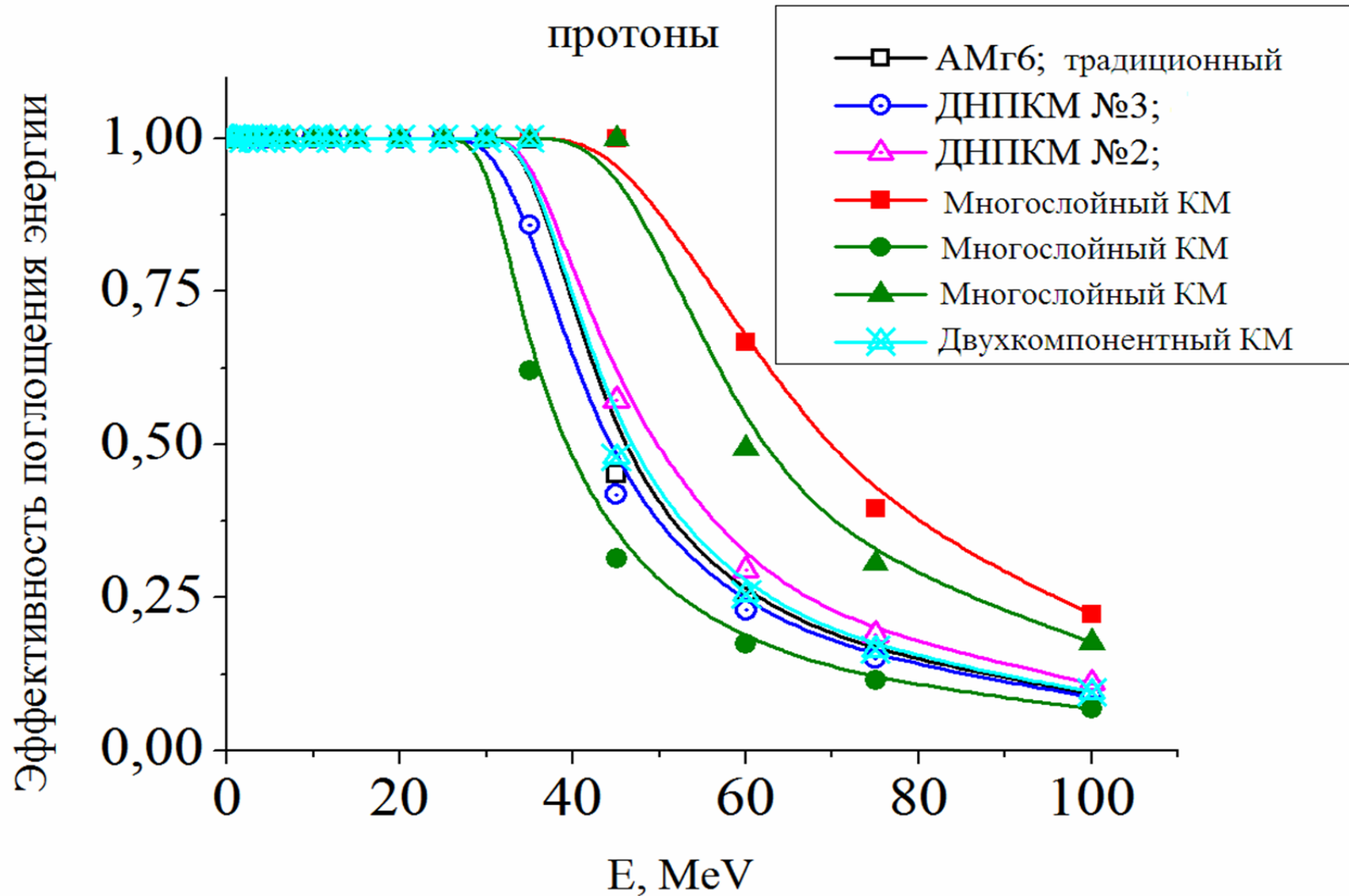
## Absorbing efficiency of energy of electrons in specimens in comparison with aluminum



- |  |             |
|--|-------------|
| №3 – «Эпофлекс-09» с углетканью и Me               | (N = 23,0%) |
| №27 – «Эпофлекс-09» с Me                           | (N = 43,3%) |
| №39 – «Эпофлекс-09» с Me и $\text{Al}_2\text{O}_3$ | (N = 39,1%) |
| №40 – «Эпофлекс-09» с Me и $\text{Al}_2\text{O}_3$ | (N = 33,3%) |
| №41 – «Эпофлекс-09» с Me и $\text{Al}_2\text{O}_3$ | (N = 15,2%) |



# Ослабление потока протонов близкими по поверхностной плотности слоями защиты



## Наши партнеры



Национальный научный центр  
«Харьковский физико-технический институт»



ГП «ПО Южный машиностроительный завод им. А.М. Макарова»



Научно-производственная фирма «Днепротехсервис»

## Контакты:



Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара  
49010, г. Днепропетровск, просп. Гагарина, 72 <http://www.dnu.dp.ua>  
Тел: +38(056) 374-98-07. E-mail: [sinter@ukr.net](mailto:sinter@ukr.net)

**Благодарю за внимание**  
**Thank you for the attention**