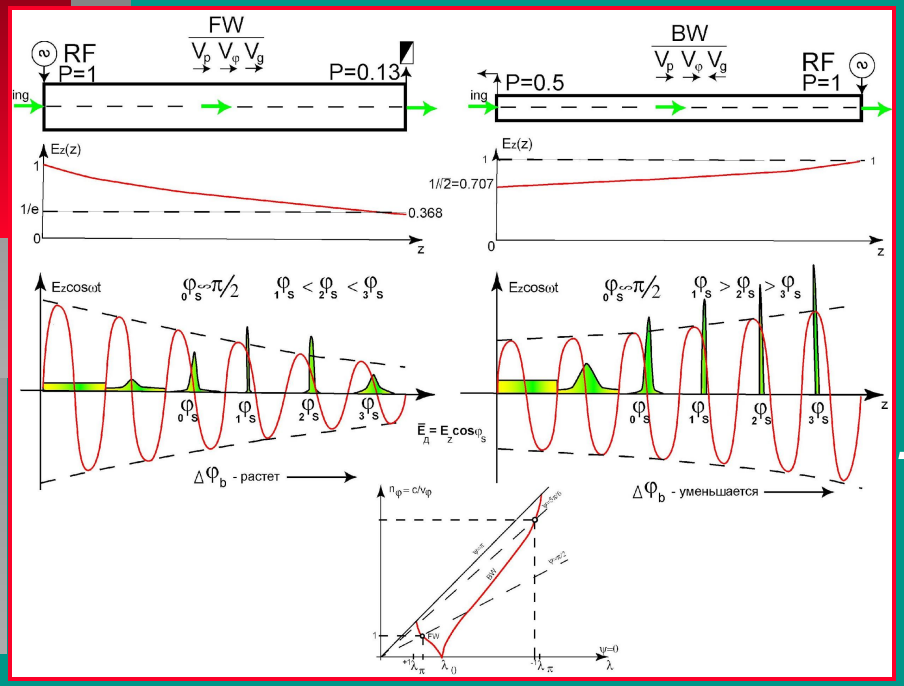
УСКОРИТЕЛЬ ПРОТОНОВ BWLAP/ABC3(2)D

для ЯРТ энергетики

FW and BW schemes



В конструкциях линейных ускорителей используют всего три метода :

-ускорение на прямой волне;

- ускорение на стоячей волне;

-ускорение на обратной волне.

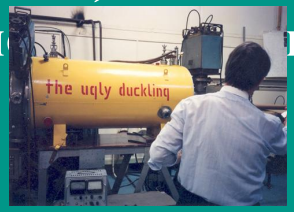
Метод ускорения на обратной волне и конструкции ускорителей закреплены за СССР (Россией)

20-ю авторскими свидетельствами и патентами.

DTL – Alvarez 150 MHz

УСКОРИТЕЛЬ НА ОБРАТНОЙ ВОЛНЕ “BWLAP/ABC3D”

- **Суть метода “BWLAP(D)” заключается в ускорении элементарных частиц (протонов, дейтронов…) электрическим компонентом электромагнитной волны, бегущей (распространяющейся) в том же направлении и с той же увеличивающейся скоростью, что и ускоряемые ионы.**
- **При этом источник электромагнитных колебаний устанавливают на конце ускорителя, противоположном инжекционному, и волна бежит навстречу потоку энергии – тем самым волна (пространственная гармоника) является обратной (противоположно направленной) по отношению к направлению потока энергии.**



ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА “BWLAP(D)”

Метод позволяет:

1. Решить проблему **продольной и поперечной устойчивости** ускоряемых ионов.
2. Осуществить 95%-ный захват инжектируемого непрерывным потоком в ускоритель пучка ионов в режим устойчивого ускорения.
3. Увеличить в 10 раз частоту ускоряющего ионы высокочастотного поля и **осуществить ускорение ионов в дециметровом диапазоне длин волн.**
4. Уменьшить более чем на порядок поперечные размеры ускоряющих структур.
5. Уменьшить почти на порядок продольные размеры ускорителя (при том же к.п.д. преобразования ВЧ-мощности в кинетическую энергию пучка, как и в 1880-метровом Лос-Аламосском гиганте).

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА “BWLAP(D)”
(продолжение)

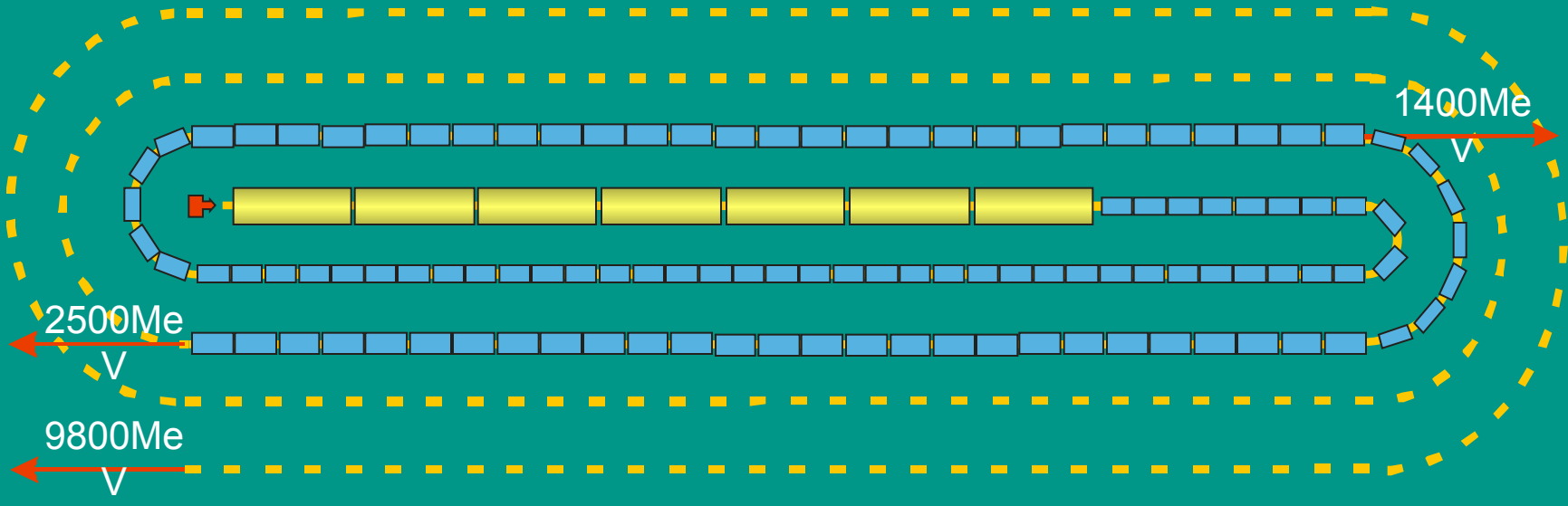
Метод позволяет:

6. Применить для поперечной фокусировки пучка **продольное стационарное магнитное поле,** минимизирующее рост продольного фазового объема пучка (r*r').
7. Решить проблему сейсмоустойчивости ГэВ-ного уровня ускорителей.
8. Решить проблему **минимизации токоосаждения** в ускорителе.
9. Улучшить планируемые эксплуатационные характеристики ускорителя.
10. Осуществить перевод сгустков из секции в секцию (в многосекционных ускорителях) **«методом инжектирования пучка в центр сепаратрисы»** и тем самым минимизировать рост продольного фазового объема пучка ($\Delta W^*\Delta\varphi$), обеспечить чрезвычайно низкую чувствительность характеристик ускоряемого пучка к ошибкам установки значений «ВЧ-фаз ввода пучка в секцию» и к уровню установленной ВЧ-мощности в секциях.

Scheme of BWLAP/ABC2D

4 RF 1300 MHz 10 MW,
750 RF 3900 MHz 10 MW
& 750 waveguide bridges]

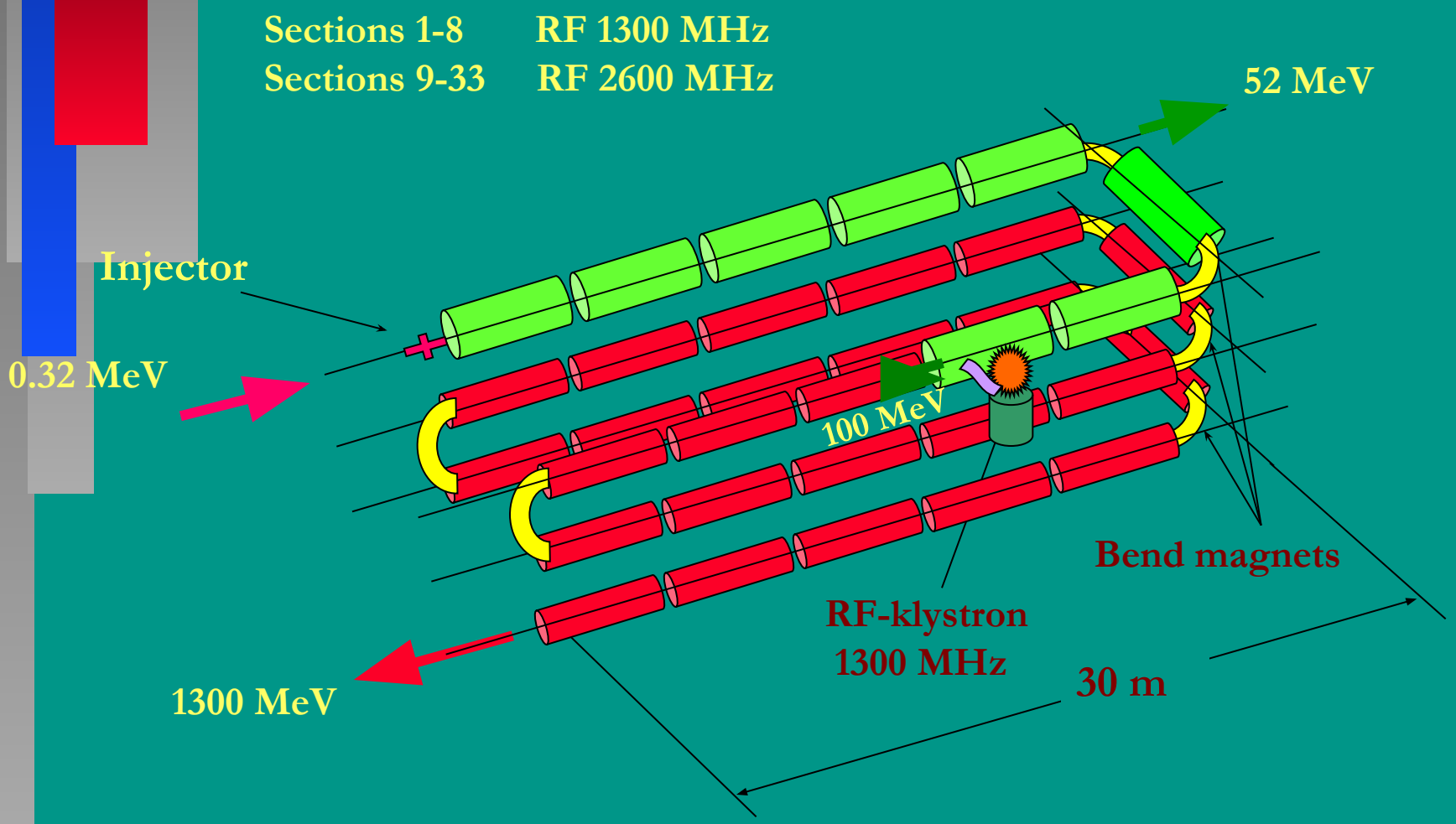
10 ГэВ – 60м × 24м × 6м



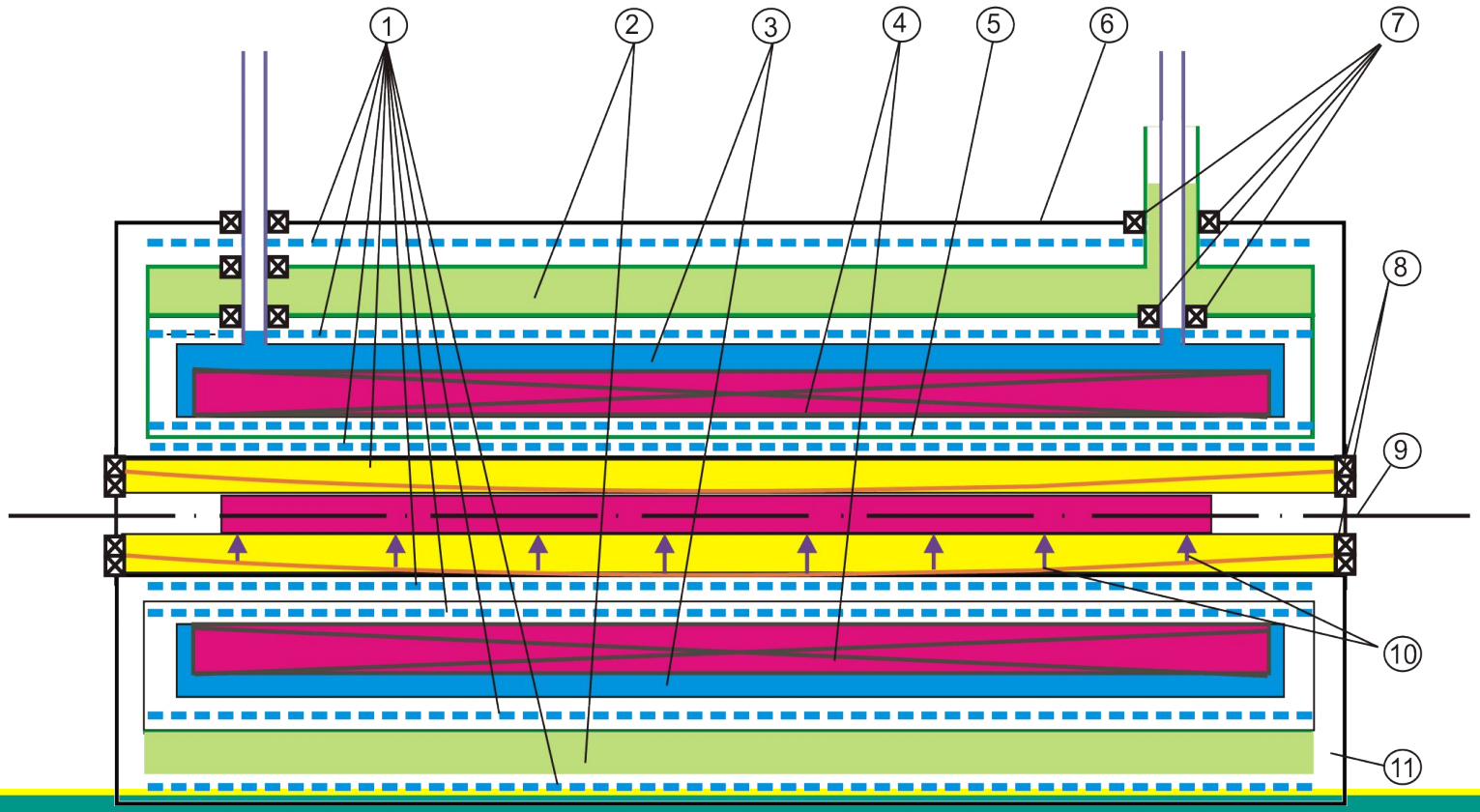
Scheme of BWLAD/ABC3D

0.3 ns PROTON MONOPULSE (2.5$10^9$) 1300 MeV

[1 RF fo (0.4 - 4) MW ΔW =100 MeV][13 RF 2fo (5-10) MW + 11 RF BRIDGES]



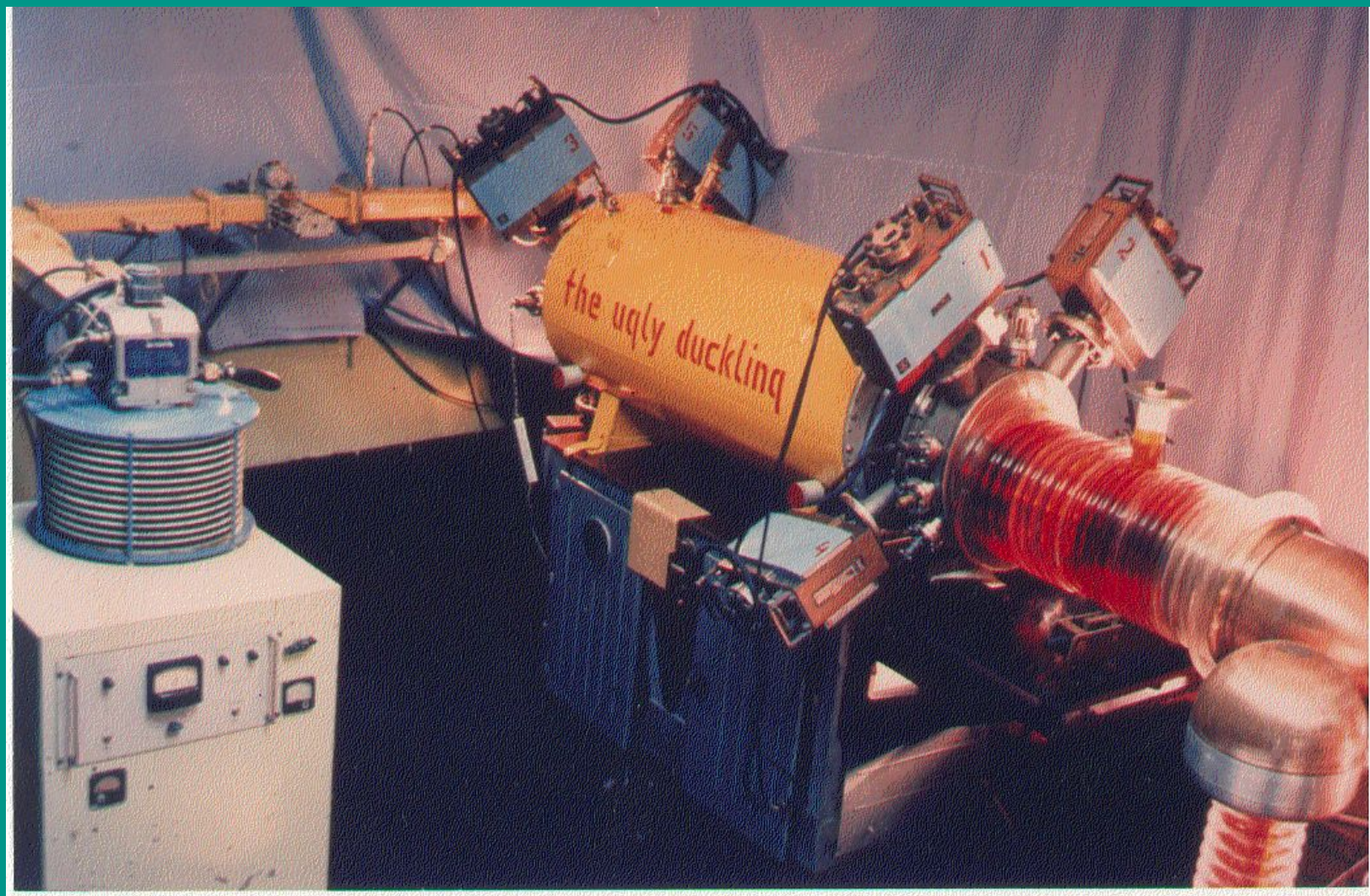
ACCELERATING AND FOCUSING MODULE (CRYOSTAT)



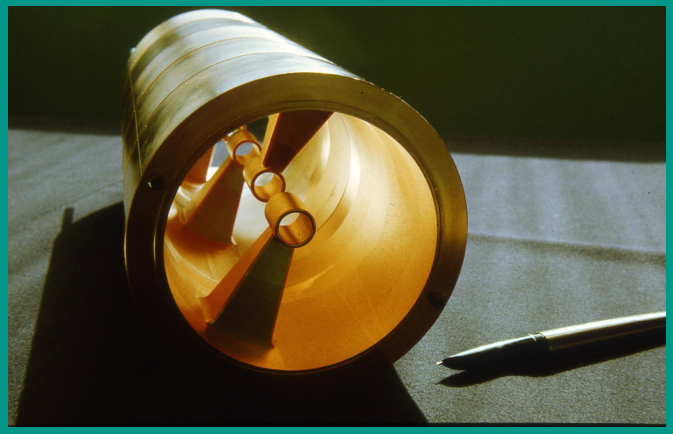
1. Protective thermoradiation-including mylar-film shield
2. Ln2 - tank
3. LHe - tank
4. Superconducting Solenoid
5. Accelerating structure
6. Kryostat

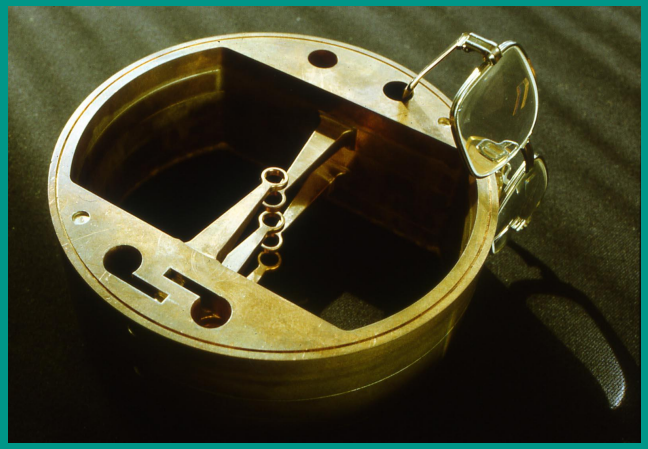
7. Thermoinsulator
8. Thin-walled sleeve
9. Bean axis
10. Support pin
11. Vacuum chamber

Опытная установка BWLAP

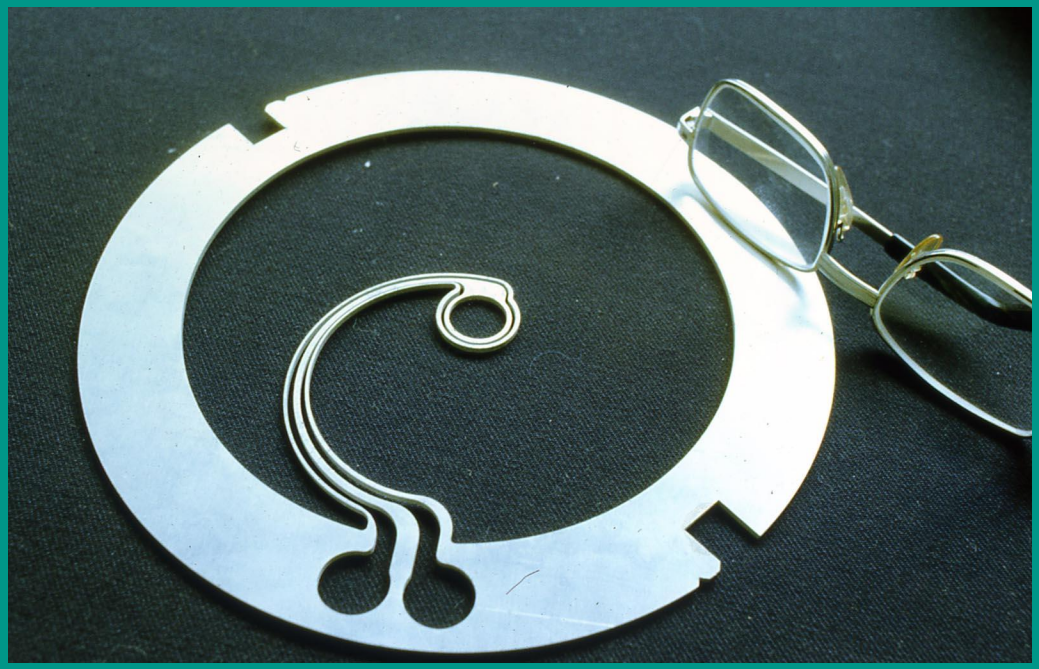


ACCELERATOR ELEMENTS

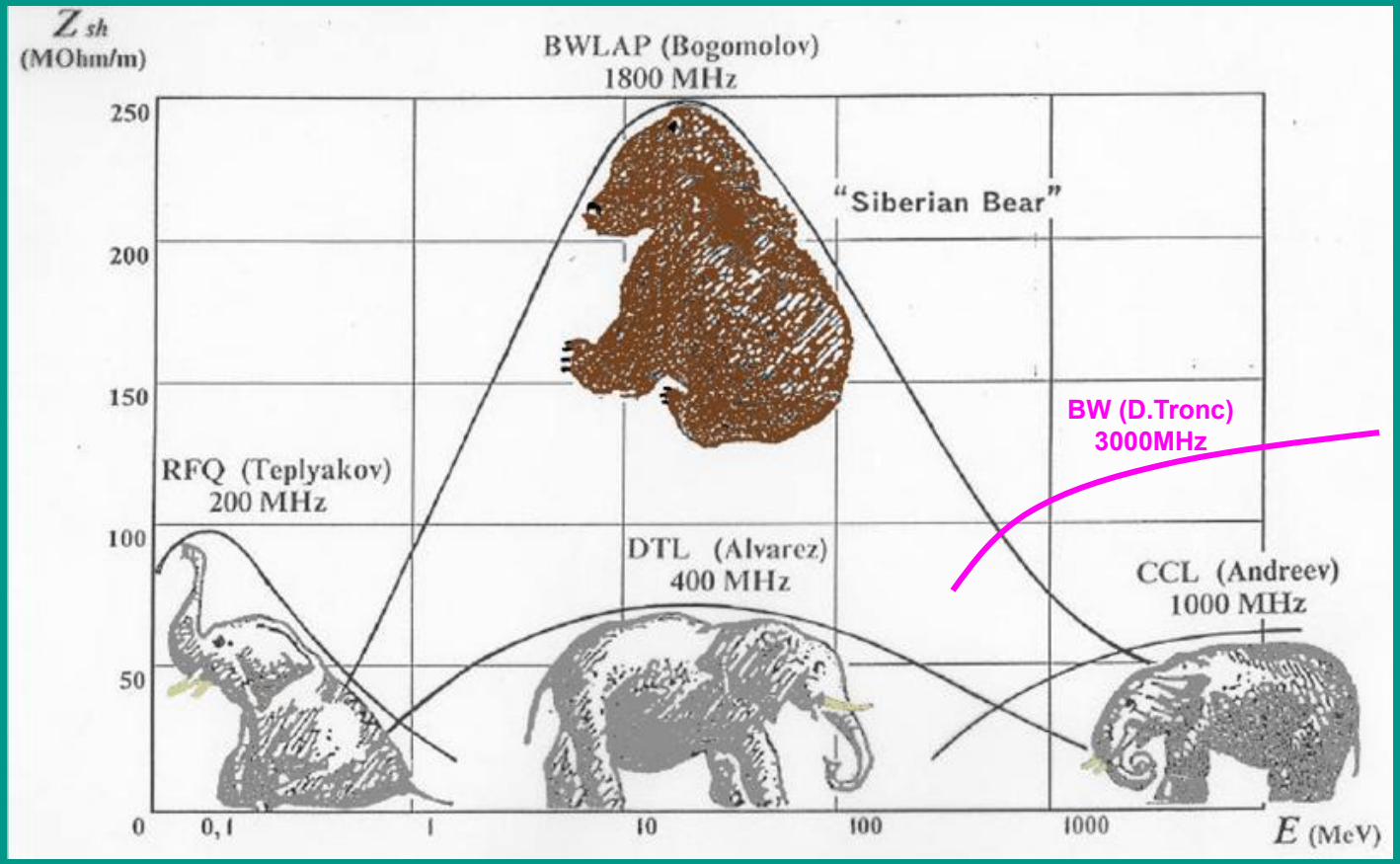




ACCELERATOR ELEMENT



Сравнение эффективности ускоряющих структур



$$Кпд = I*E\cos\varphi/(I*E\cos\varphi+E^2/Z_{sh}) \approx I/(I+E/Z_{sh})$$

Цель - УСКОРИТЕЛЕСТРОЕНИЕ

- **Создание уникальных линейных ускорителей протонов/дейтронов, имеющих:**
  - *высокую надежность, экономичность и экологическую чистоту*
  - *простоту и безопасность обслуживания*
  - *низкую себестоимость*
  - *малые весогабариты*
  - *широкий спектр практического приме-нения*

Области применения

- **ядерная энергетика**
  - *ЯРТ – релятивистская ядерная энергетика*
  - *создание взрывобезопасных подкритических ядерных реакторов*
  - *переработка отходов ядерного производства и оружейного плутония*
  - *практически неиссякаемое воспроизводство ядерного горючего для АЭС*

Области применения

- **материаловедение**
  - *дефектоскопия*
  - *производство высокочистых химических веществ, в том числе стабильных и короткоживущих изотопов для нужд микроэлектроники и медицины*
  - *обработка материалов, изменение их физических и химических свойств*

Области применения

- **медицина**
  - *производство медпрепаратов на основе короткоживущих изотопов, в том числе для позитронно-эмиссионной томографии*
  - *протонно-лучевая терапия (лечение онкологических и нейрохирургических заболеваний – без ножа и крови)*
  - *создание мобильных госпиталей протонно-лучевой терапии*

Области применения

- **в космосе**
  - *санация околоземного пространства*
  - *инспекция искусственных спутников Земли на орбите*
  - *селекция реальных и ложных целей*
  - *исследование различных космических объектов и явлений*

Области применения

- **<u>контроль за расщепляющимися и взрывчатыми материалами</u>**
  - *контроль за перемещением (распространением) ядерного оружия и расщепляющихся материалов в рамках международных договоренностей*
  - *досмотр грузового транспорта и контейнеров, в том числе в движении*

Состояние работ по программе

- *На текущий момент созданы два опытных образца, на которых отработаны все технологические приемы и методики для перехода к полномасштабному серийному производству ускорителей BWLAP с различными эксплуатационными характеристиками.*

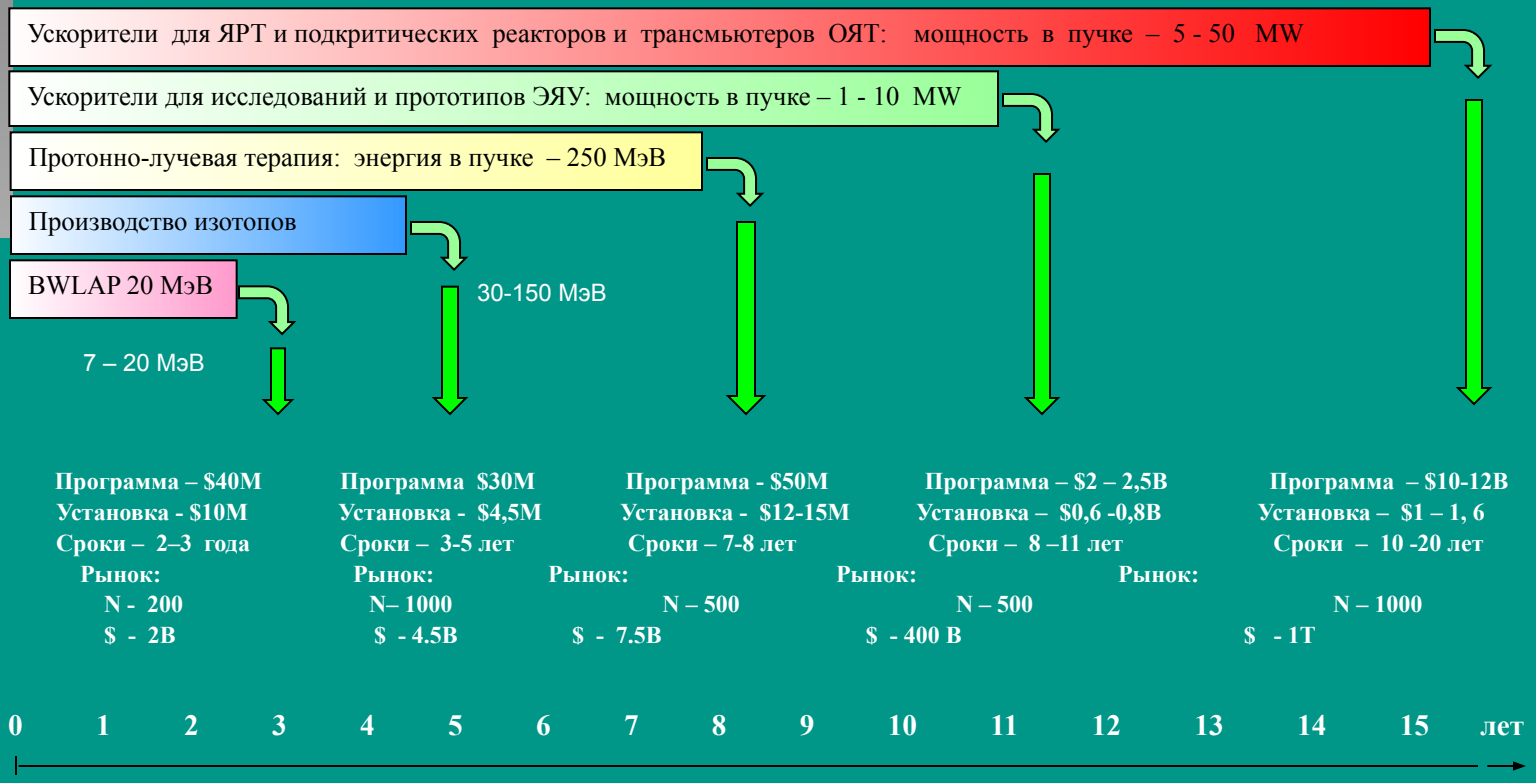
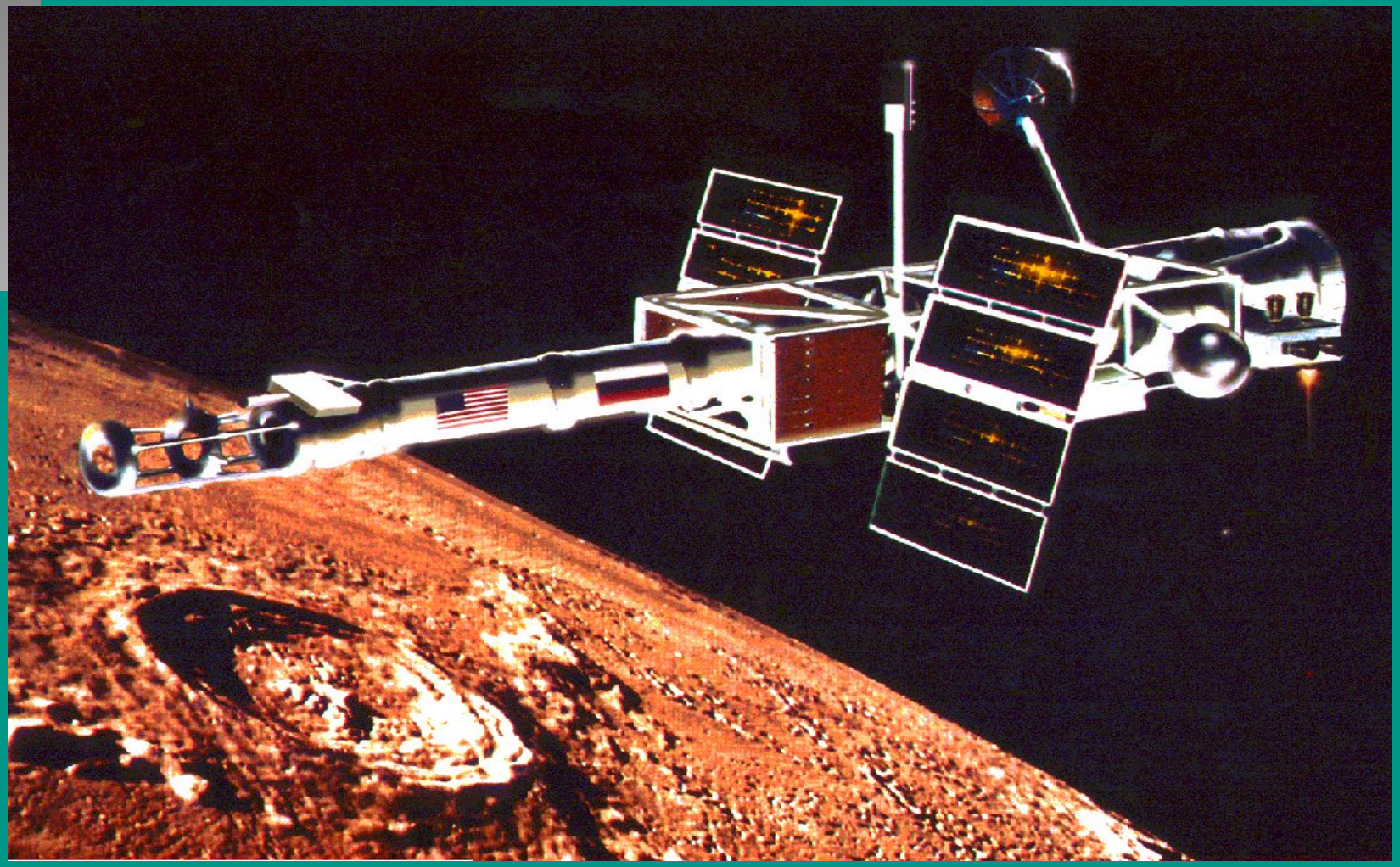
Главные преимущества

- *программа комплексная, охватывает несколько самостоятельных направ-лений коммерческой деятельности, что позволяет без особого риска поэтапно привлечь для ее реализации значительные капиталовложения на длительный срок в рамках отдельных высокоокупаемых проектов.*

Главные преимущества

- *программа затрагивает глобальные проблемы экологической и ядерной безопасности, лечения рака, борьбы с наркотиками и распространением расщепляющихся материалов, что предусматривает международную ко-операцию и вовлечение в программу иностранного капитала.*

Комплексная программа создания многофункциональных ускорителей
(основные направления развития отрасли ускорителестроения)



«Черномырдин – Гор»