

Владимир Иосифович Векслер

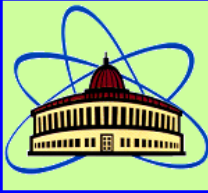
*–основатель и первый директор
Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.*

от СИНХРОФАЗОТРОНА к НУКЛОТРОНУ

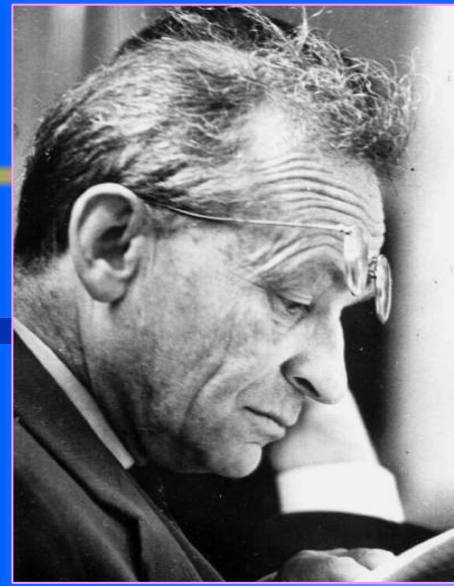
А.Д.Коваленко, ЛВЭ ОИЯИ, Дубна

*Научная сессия и объединенное заседание
Ученых советов ФИАН, ОИЯИ, ИЯИ РАН и Совета
по ускорителям заряженных частиц
посвященное 100-летию В.И.Векслера.*

Москва, 5 Марта 2007 года



Научная сессия и объединенное заседание Ученых советов ФИАН, ОИЯИ, ИЯИ РАН и научного совета по ускорителям заряженных частиц, посвященное 100-летию В.И.Векслера. Москва, 5 Марта 2007 года



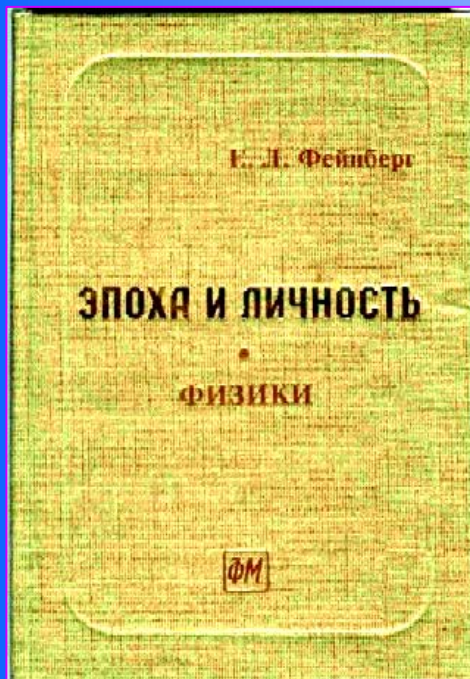
В.И.Векслер (1907-2007)

**Глубокоуважаемые участники сессии,
члены Ученых советов, коллеги!**

Мне выпала честь представлять большой коллектив ученых-ускорительщиков, инженерно-технический состав и всех сотрудников Лаборатории, созданной выдающимся ученым, внесшим огромный вклад в мировую науку, в международное сотрудничество ученых В.И.Векслером, на торжественной сессии, посвященной 100-летию со дня его рождения.

ПРИНЦИП АВТОФАЗИРОВКИ:

“гордиев узел разрублен!”



«...В конце 30-х годов не меньше, чем теперь, было ясно, что ядерная физика нуждается в ускорителях частиц на большие энергии.

...Сергей Иванович (Вавилов) понимал, что серьезная ядерная физика невозможна без крупного ускорителя.

И вот в 1940 г. принимается смелое решение: создается «циклотронная бригада» с заданием изучить вопрос о сооружении циклотрона с диаметром полюсов в несколько метров и приступить к его проектированию. ... В циклотронную бригаду вошла все та же «зеленая» молодежь — Векслер, Вернов, Грошев, Черенков и я (Е.Л.Ф) Изучение вопроса шло интенсивно, споры по поводу возможных вариантов были горячими, но все лишь для того, чтобы снова и снова убеждаться в невероятной трудности задачи.

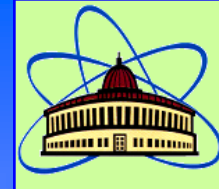
Однако все было круто изменено, когда в феврале 1944 г. В.И.Векслер, все годы, чем бы он одновременно ни занимался, неустанно размышлявший над проблемой ускорения, буквально разрубил гордиев узел: он обнаружил, что можно перескочить через релятивистский барьер. Открытая им возможность создания ускорителей совершенно нового класса повернула всю мировую технику ускорителей на другой путь.»

Е.Л.Фейнберг. Эпоха и личность, Вавилов и вавиловский ФИАН, стр.233.

А.Д.Коваленко

Научная сессия и объединенное заседание Ученых советов ФИАН, ОИЯИ, ИЯИ РАН и научного совета по ускорителям заряженных частиц, посвященное 100-летию В.И.Векслера. Москва, 5 Марта 2007 года

ПРИНЦИП АВТОФАЗИРОВКИ the PHASE STABILITY PRINCIPLE

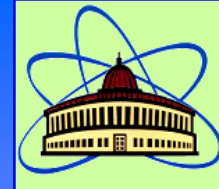


В.И.Векслер и Е.М. McMillan

**ОТКРЫТИЕ ПРИНЦИПА АВТОФАЗИРОВКИ СНЯЛО
ПРИНЦИПИАЛЬНОЕ ОГРАНИЧЕНИЕ НА ПОЛУЧЕНИЕ В
ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ
ЧАСТИЦ СКОЛЬ УГОДНО ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ**

А.Д.Коваленко

*Научная сессия и объединенное заседание Ученых советов ФИАН, ОИЯИ, ИЯИ
РАН и научного совета по ускорителям заряженных частиц, посвященное
100-летию В.И.Векслера. Москва, 5 Марта 2007 года*

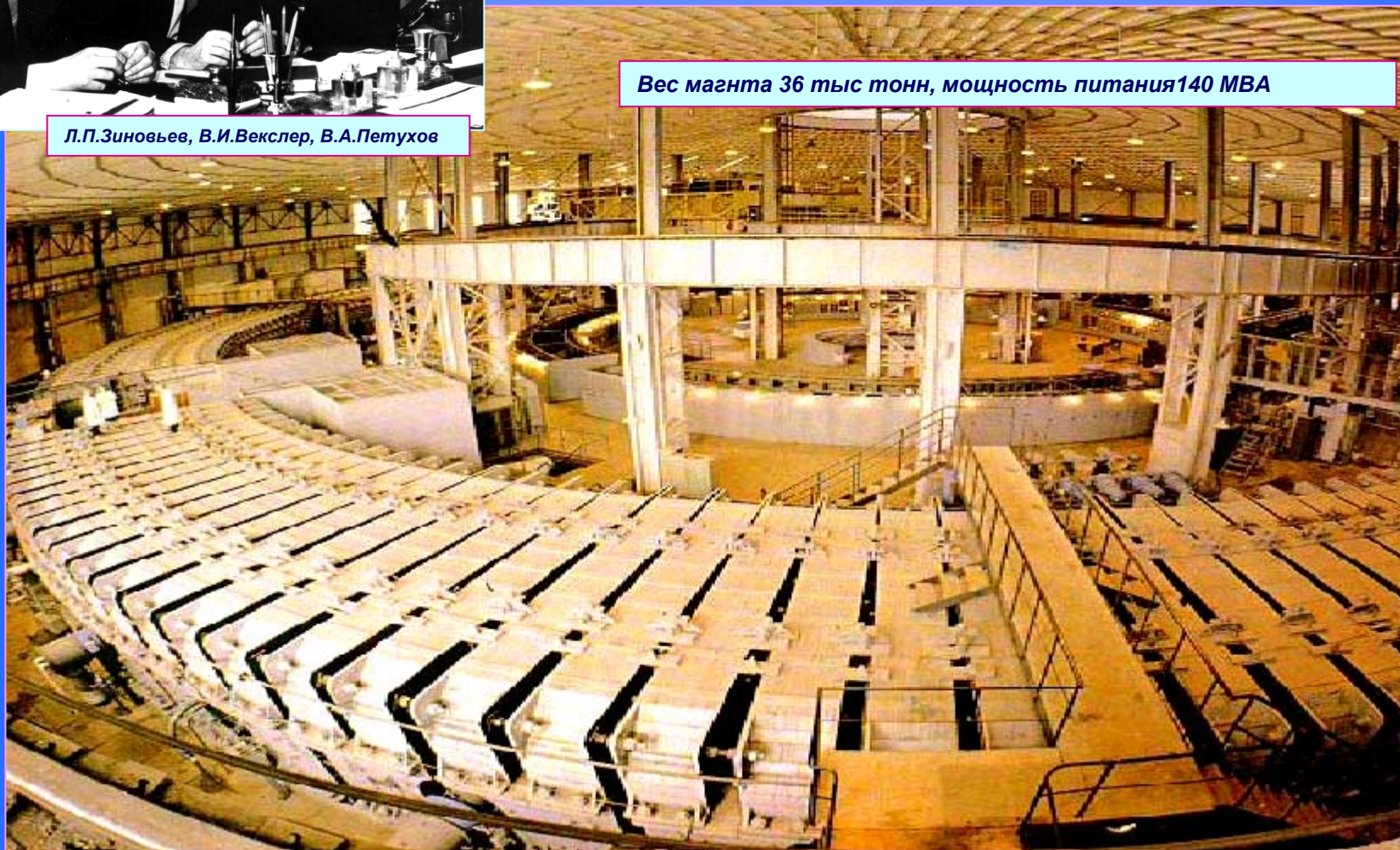


ОБЪЕКТ «КМ» - Синхрофазотрон на энергию протонов 10 ГэВ



Л.П.Зиновьев, В.И.Векслер, В.А.Петухов

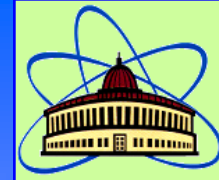
Вес магнита 36 тыс тонн, мощность питания 140 МВА



А.Д.Коваленко

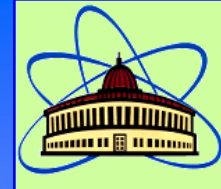
Научная сессия и объединенное заседание Ученых советов ФИАН, ОИЯИ, ИЯИ РАН и научного совета по ускорителям заряженных частиц, посвященное 100-летию В.И.Векслера. Москва, 5 Марта 2007 года

СИНХРОФАЗОТРОН- ЗАЛ УПРАВЛЕНИЯ



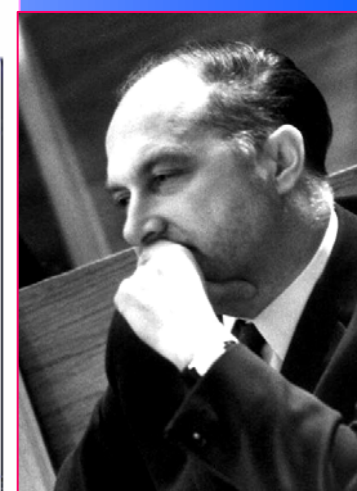
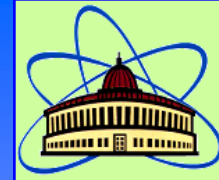
А.Д.Коваленко

Научная сессия и объединенное заседание Ученых советов ФИАН, ОИЯИ, ИЯИ РАН и научного совета по ускорителям заряженных частиц, посвященное 100-летию В.И.Векслера. Москва, 5 Марта 2007 года



- **Синхрофазотрон оставался «в строю» с 1957 до 2003 года**
- **В результате последовательной модернизации этот протонный ускоритель был преобразован в первый ускоритель релятивистских ядер и на протяжении 15-и лет был лидирующим в области релятивистской ядерной физики.**
- **На синхрофазотроне были получены уникальные пучки поляризованных дейтронов с импульсом до 4.5 ГэВ/нуклон, сформированы вторичные пучки поляризованных нейтронов**
- **В период 1970 – 1990 гг средний годовой уровень работы ускорительного комплекса ЛВЭ превышал 4000 часов**

УСКОРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ЛВЭ

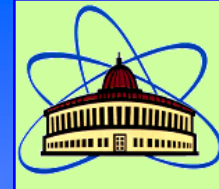


А.М.Валдин

А.Д.Коваленко

Научная сессия и объединенное заседание Ученых советов ФИАН, ОИЯИ, ИЯИ РАН и научного совета по ускорителям заряженных частиц, посвященное 100-летию В.И.Векслера. Москва, 5 Марта 2007 года

НУКЛОТРОН ОИЯИ



6 АГЭВ СВЕРХПРОВОДЯЩИЙ СИНХРОТРОН



• ПРОЕКТ УТВЕРЖДЕН В ДЕКАБРЕ 1986 года

• ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ ЗАВЕРШЕНЫ в янв. 1993г.

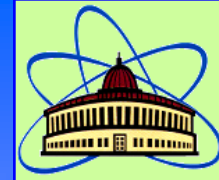
• ПЕРВЫЙ СЕАНС РАБОТЫ - март 1993 года

• В МАРТЕ 2007 на НУКЛОТРОНЕ ПРОВОДИТСЯ 36-й СЕАНС

А.Д.Коваленко

Научная сессия и объединенное заседание Ученых советов ФИАН, ОИЯИ, ИЯИ РАН и научного совета по ускорителям заряженных частиц, посвященное 100-летию В.И.Векслера. Москва, 5 Марта 2007 года

НУКЛОТРОН: новая технология



685 мм



ДИПОЛЬНЫЙ
МАГНИТ:
 $B = 2 \text{ Тл}$, $\dot{B} = 4 \text{ Т/с}$



КВАДРУПОЛЬНАЯ
ЛИНЗА: $G = 34 \text{ Т/м}$,
 $\dot{G} = 68 \text{ Т/м}\cdot\text{с}$

• ПОЛЕ ФОРМИРУЕТСЯ ЖЕЛЕЗОМ

• ОБМОТКА ИЗ ПОЛОГО СП-КАБЕЛЯ

• ДВУХФАЗНЫЙ ГЕЛИЙ, $T = 4.5 \text{ К}$

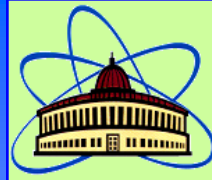
• МИНИАТЮРИЗАЦИЯ
ЗА СЧЕТ ВЫСОКОЙ
ПЛОТНОСТИ ТОКА В
ПРОВОДНИКЕ

• ОРИГИНАЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ СП-КАБЕЛЯ ДЛЯ РАБОТЫ В БЫСТРОЦИКЛИЧНОМ РЕЖИМЕ: 1 Гц

А.Д.Коваленко

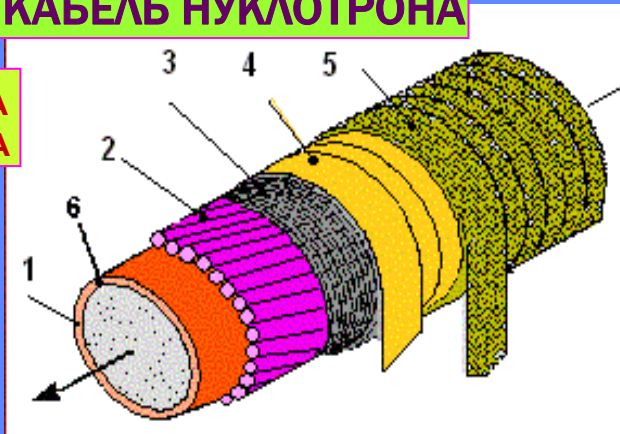
Научная сессия и объединенное заседание Ученых советов ФИАН, ОИЯИ, ИЯИ РАН и научного совета по ускорителям заряженных частиц, посвященное 100-летию В.И.Векслера. Москва, 5 Марта 2007 года

НУКЛОТРОН: новая технология



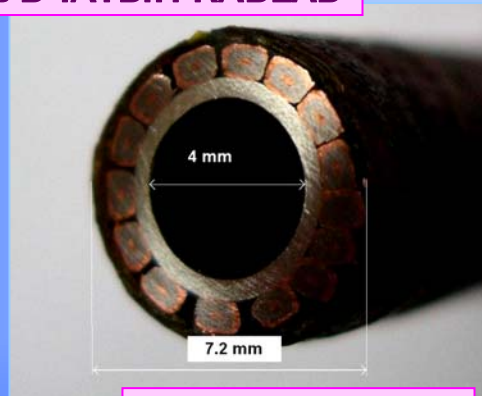
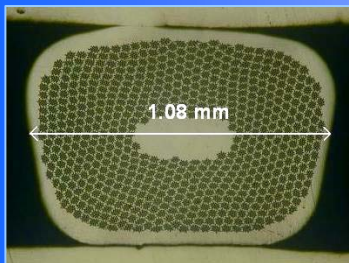
1978 год: СП КАБЕЛЬ НУКЛОТРОНА

РАБОЧИЙ ТОК: 6 кА
КРИТ. ТОК: 8.4 кА

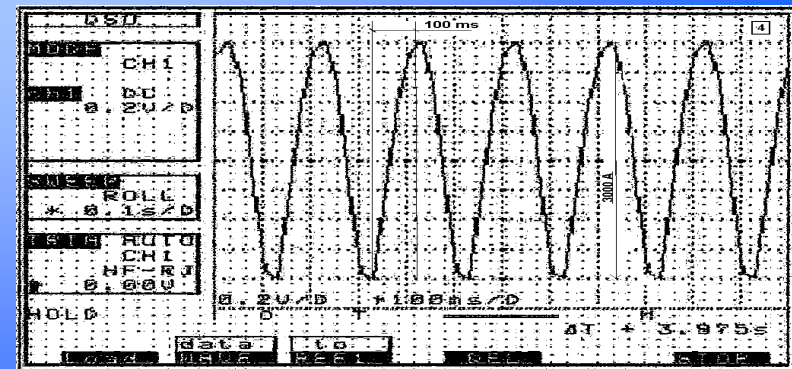


2 Тл СП ДИПОЛЬ: $f = 5$ Гц

2004 год: НОВЫЙ ТРУБЧАТЫЙ КАБЕЛЬ



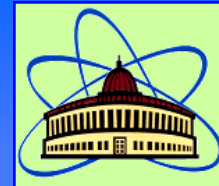
РАБОЧИЙ ТОК: 12 кА
КРИТ. ТОК: 20 кА



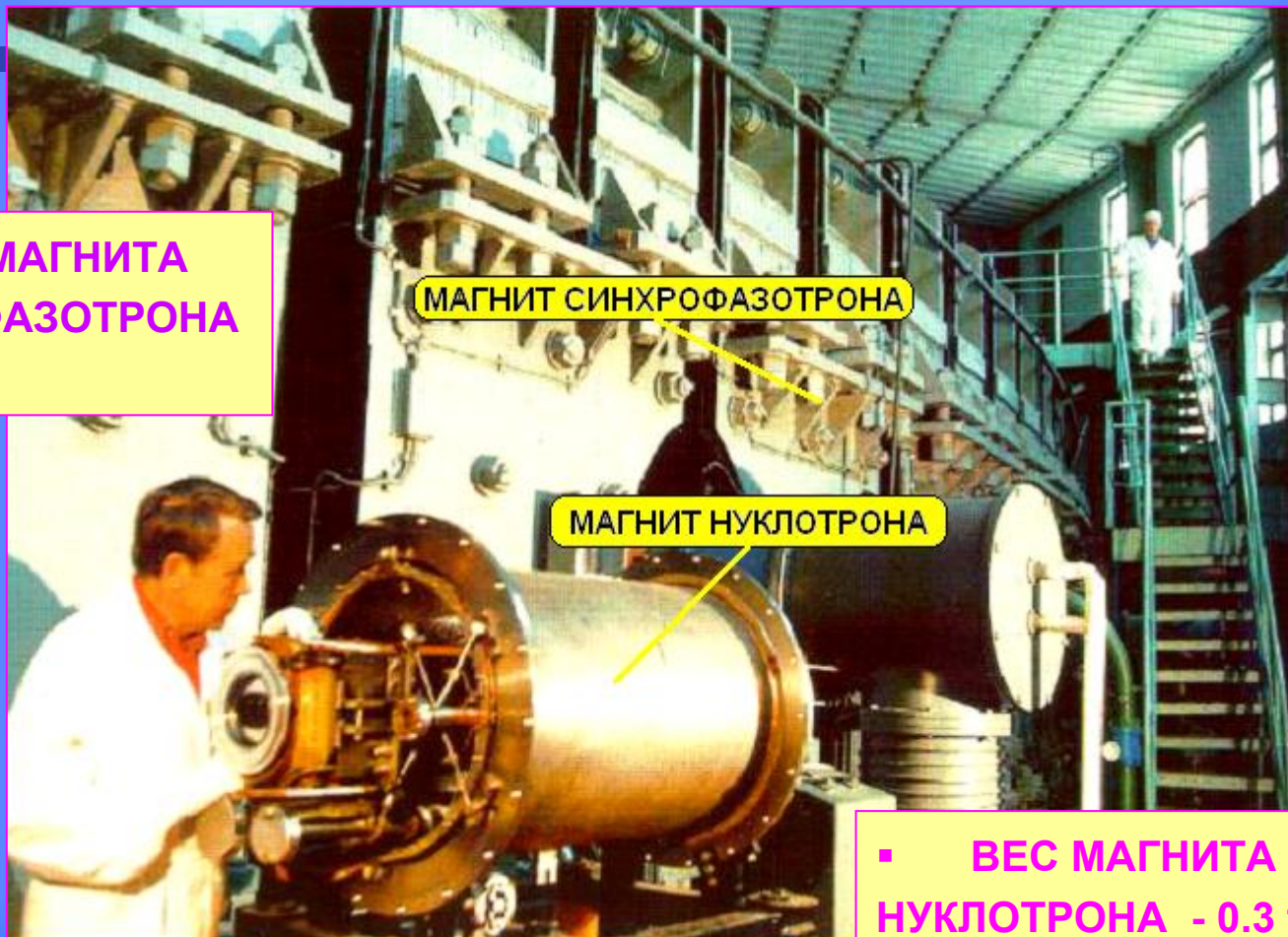
А.Д.Коваленко

Научная сессия и объединенное заседание Ученых советов ФИАН, ОИЯИ, ИЯИ РАН и научного совета по ускорителям заряженных частиц, посвященное 100-летию В.И.Векслера. Москва, 5 Марта 2007 года

НУКЛОТРОН & СИНХРОФАЗОТРОН



- **ВЕС МАГНИТА
СИНХРОФАЗОТРОНА**
- 170 т/м

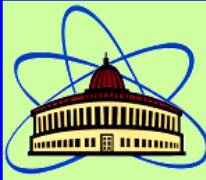


- **ВЕС МАГНИТА
НУКЛОТРОНА - 0.3 т/м**

А.Д.Коваленко

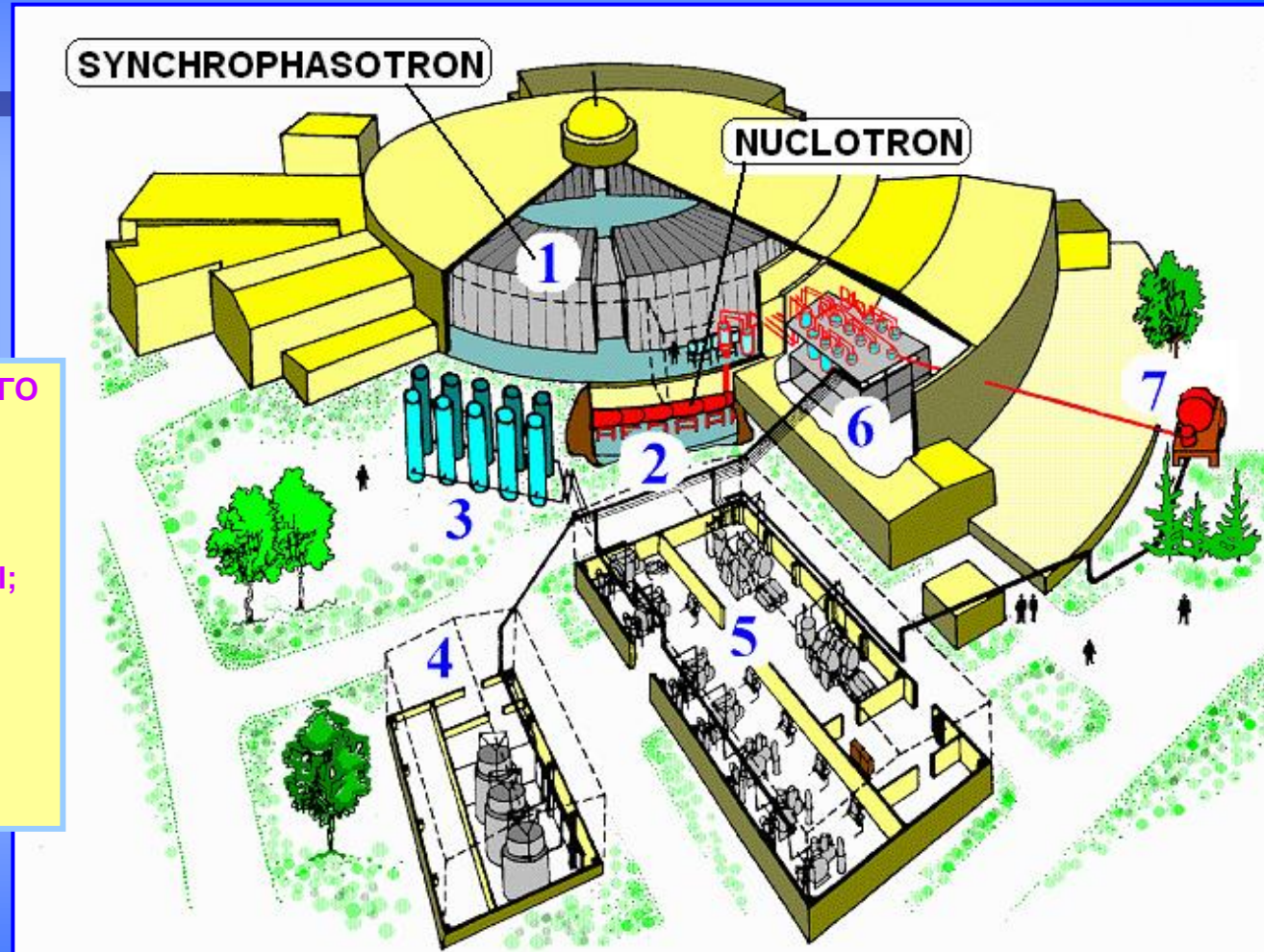
Научная сессия и объединенное заседание Ученых советов ФИАН, ОИЯИ, ИЯИ РАН и научного совета по ускорителям заряженных частиц, посвященное 100-летию В.И.Векслера. Москва, 5 Марта 2007 года

КРИОГЕННЫЙ КОМПЛЕКС НУКЛОТРОНА



SYNCHROPHASOTRON

NUCLOTRON



3- ХРАНИЛИЩЕ ГАЗООБРАЗНОГО
ГЕЛИЯ: $V = 5000 \text{ m}^3$

4 – ГАЗГОЛЬДЕРЫ;

5 – ГЕЛИЕВЫЕ КОМПРЕССОРЫ;

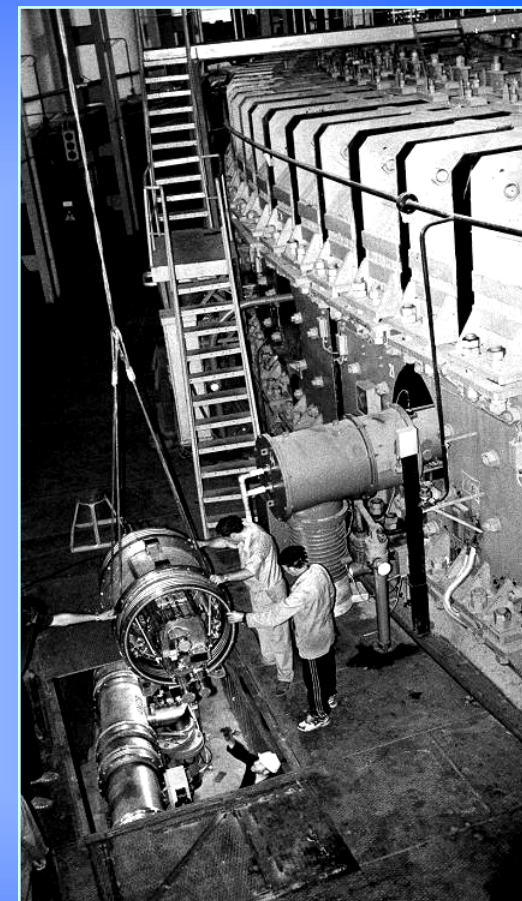
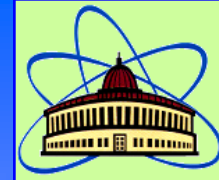
6 – РЕФРИЖЕРАТОРЫ КГУ:
 $3 \times 1600 \text{ W @ } T = 4.5 \text{ K};$

7 – СТАНЦИЯ НАПОЛНЕНИЯ
СОСУДОВ ЖИДКИМ ГЕЛИЕМ

А.Д.Коваленко

Научная сессия и объединенное заседание Ученых советов ФИАН, ОИЯИ, ИЯИ РАН и научного совета по ускорителям заряженных частиц, посвященное 100-летию В.И.Векслера. Москва, 5 Марта 2007 года

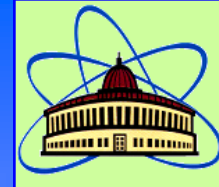
МОНТАЖ СИСТЕМЫ ВЫВОДА ПУЧКА



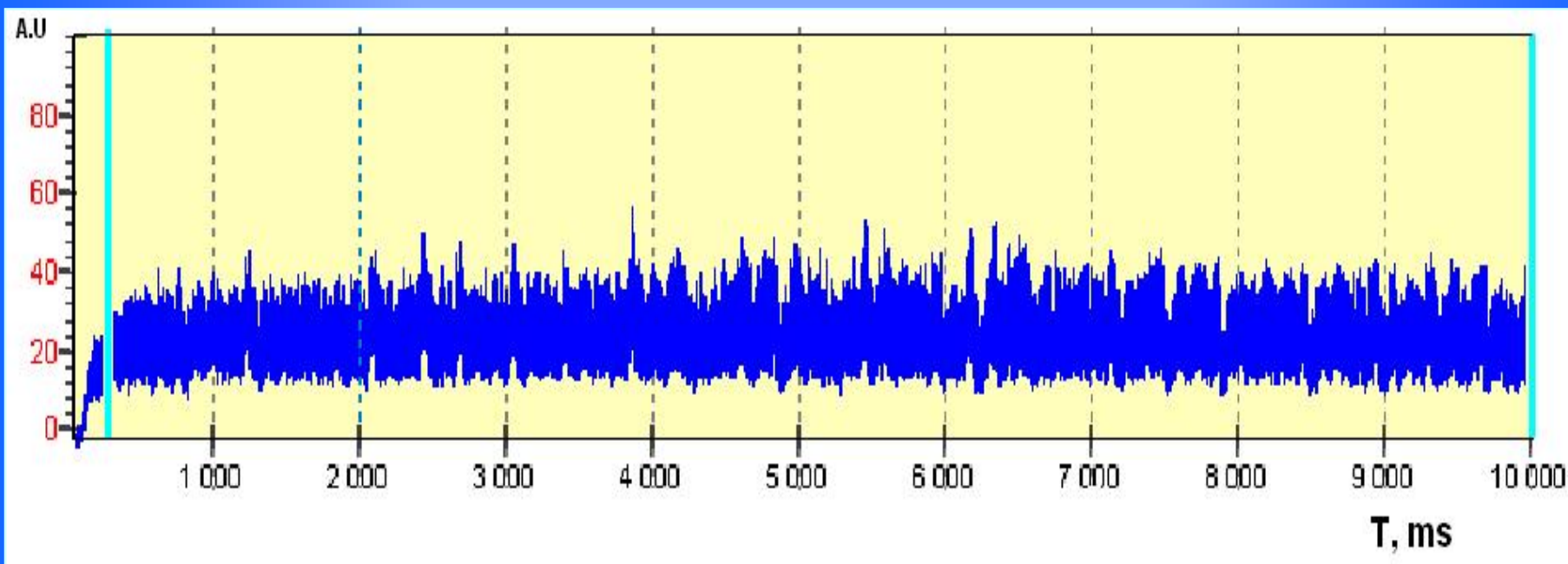
НУКЛОТРОН – единственный СП-синхротрон, имеющий сверхпроводящую систему медленного резонансного вывода пучка

А.Д.Коваленко

Научная сессия и объединенное заседание Ученых советов ФИАН, ОИЯИ, ИЯИ РАН и научного совета по ускорителям заряженных частиц, посвященное 100-летию В.И.Векслера. Москва, 5 Марта 2007 года



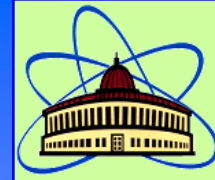
ДЛИТЕЛЬНОСТЬ РАСТЯЖКИ ПУЧКА 10 с (не предел)



А.Д.Коваленко

Научная сессия и объединенное заседание Ученых советов ФИАН, ОИЯИ, ИЯИ РАН и научного совета по ускорителям заряженных частиц, посвященное 100-летию В.И.Векслера. Москва, 5 Марта 2007 года

НУКЛОТРОН: тяжелые ионы



^{56}Fe

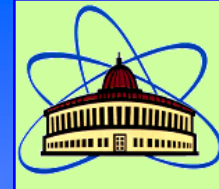
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЯДРА ^{56}Fe С ЭНЕРГИЕЙ 1 ГэВ/нуклон в ФОТОЭМУЛЬСИИ

ПРОЕКТ БЕККЕРЕЛЬ

А.Д.Коваленко

Научная сессия и объединенное заседание Ученых советов ФИАН, ОИЯИ, ИЯИ РАН и научного совета по ускорителям заряженных частиц, посвященное 100-летию В.И.Векслера. Москва, 5 Марта 2007 года

РАЗВИТИЕ КОМПЛЕКСА: 2007- 2013



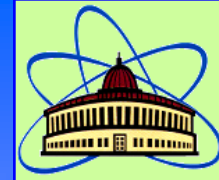
"...the truth is gained... from the comparison of what came to mind with what is really observed"
(Painting and sentence by D.I. Blokhintsev)
«... истина добывается... из сравнения того, что придумано, с тем, что наблюдается.»
(Рисунок и высказывание Д.И. Блохинцева)

- Предложен новый проект, реализация которого планируется на период 2007 – 2013 гг.
Руководитель проекта
А.Н.Сисакян

- Рабочая группа по подготовке проекта:
**С.Афанасьев, В.Кекелидзе, А.Коваленко,
А.Малахов, И.Мешков, В.Никитин, А.Сисакян,
А.Сорин, В.Тонеев**

А.Д.Коваленко

Научная сессия и объединенное заседание Ученых советов ФИАН, ОИЯИ, ИЯИ РАН и научного совета по ускорителям заряженных частиц, посвященное 100-летию В.И.Векслера. Москва, 5 Марта 2007 года



Search for the Mixed Phase of Strongly Interacting Matter at Nuclotron-based Ion Collider Facility



Nuclotron-based Ion Collider Facility and MultiPurpose Detector (NICA / MPD)

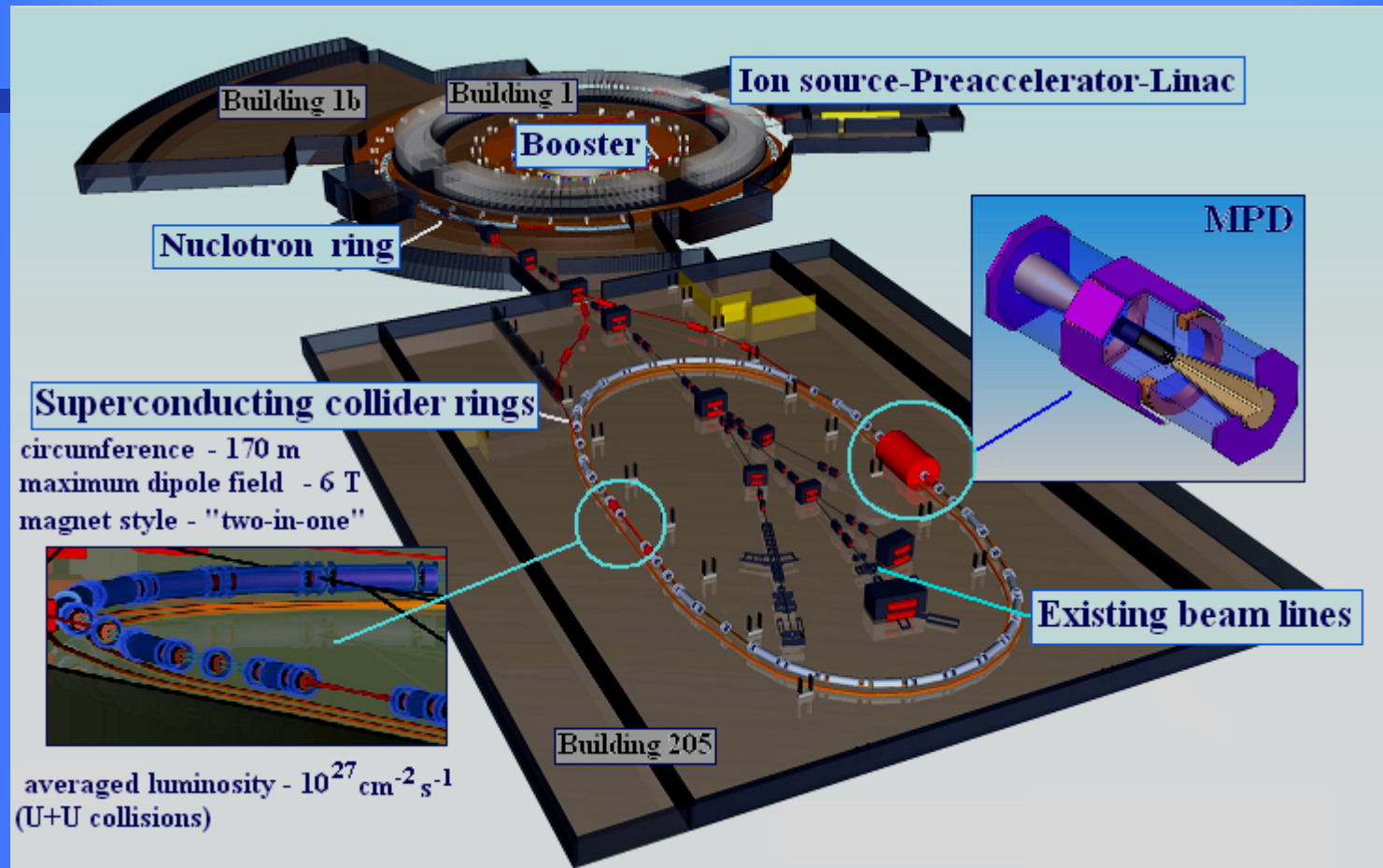
- The new flagship of the Joint Institute for Nuclear Research

The main goal of the NICA/MPD project is to start in the coming years experimental study of hot and dense strongly interacting QCD matter and search for a possible manifestation of the mixed phase formation and critical endpoint in heavy ion collisions. These investigations are relevant to understanding of the evolution of the Early Universe after Big Bang, formation of neutron stars, and the physics of heavy ion collisions. The new facility makes it possible to reach a new level in studying polarization phenomena in few-body nucleon systems.

- The main goal is proposed to be reached by :

- Development of the existing Nuclotron accelerator facility as a basis for generation of intense beams over atomic mass range from protons to uranium and light polarized ions.
- Design and construction of heavy ion collider (**NICA**) with maximum collision energy of $\sqrt{s_{NN}} = 9$ GeV and averaged luminosity $10^{27} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$.
- Design and construction of multipurpose particle detector (**MPD**) at colliding beams.

NICA/MPD: The proposed extension of JINR basic facility for generation of intense heavy ion and light polarized nuclear beams aimed at searching for the mixed phase of nuclear matter and investigation of polarization phenomena at the collision energies up to $\sqrt{s_{NN}} = 9$ GeV



- No new buildings, no additional power lines
- No extra heat, water cooling power

- Fixed target experiments could be also continued
- Polarized deuterons collision mode is foreseen

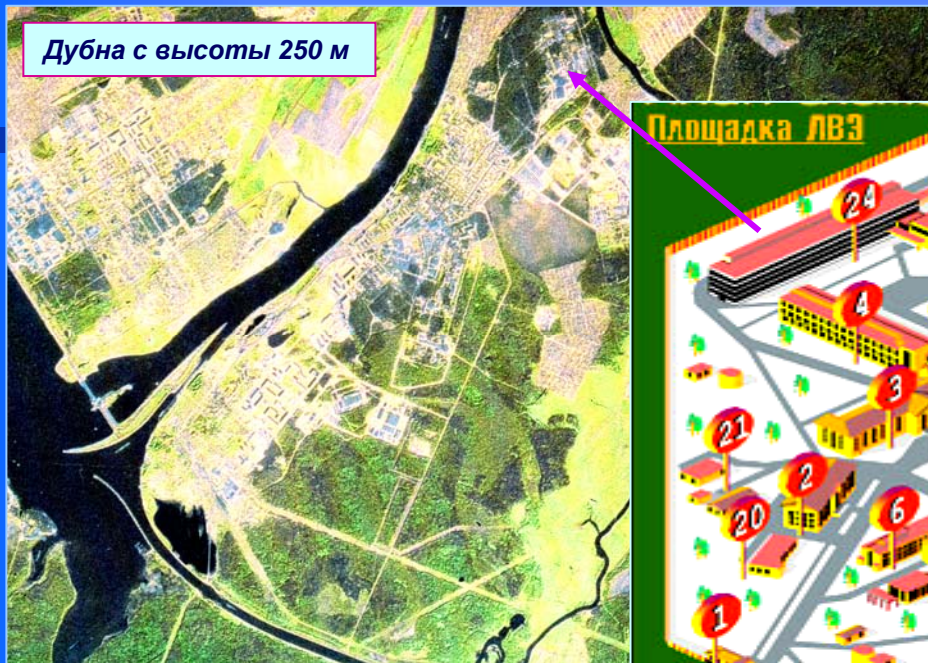


“ПЛОЩАДКА ВЕКСЛЕРА” в ДУБНЕ



В.И.Векслер

Дубна с высоты 250 м



Площадка ЛВЗ

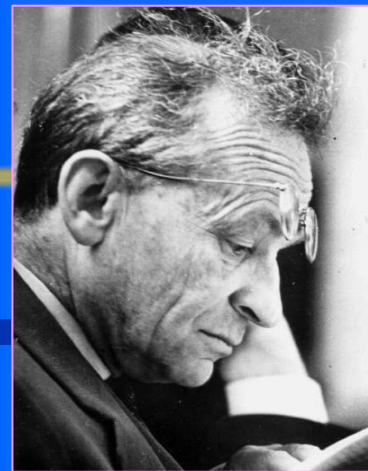
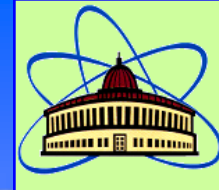


А.Д.Коваленко



А.М.Балдин

Научная сессия и объединенное заседание Ученых советов ФИАН, ОИЯИ, ИЯИ РАН и научного совета по ускорителям заряженных частиц, посвященное 100-летию В.И.Векслера. Москва, 5 Марта 2007 года



В.И.Векслер (1907-2007)

Лучшая оценка – это добрая память людей об этом человеке, о его деятельности, его наследии. И это имеет место в данном случае: имя В.И.Векслера вошло в историю мировой науки, в историю страны, в историю Дубны. О нем часто вспоминают те, которым пришлось работать вместе с ним (хотя таких все меньше и меньше), созданный под его руководством ускорительный комплекс продолжает жить. Этот комплекс развивался и продолжает развиваться несмотря на все трудности и после его безвременного ухода благодаря усилиям его последователей и многих людей.

Мне не довелось видеть Владимира Иосифовича, но вся моя работа и жизнь в Дубне с приезда на дипломную практику в феврале 1967 года оказалась связанной с его наследием: до 1974 года – с реализацией коллективного метода ускорения, а затем с синхрофазотроном и нуклотроном. Но еще гораздо раньше, за 10 лет до приезда в Дубну, на меня произвело, по-видимому, неизгладимое впечатление сообщение о запуске Синхрофазотрона и это во многом определило все дальнейшее.

А.Д.Коваленко

Научная сессия и объединенное заседание Ученых советов ФИАН, ОИЯИ, ИЯИ РАН и научного совета по ускорителям заряженных частиц, посвященное 100-летию В.И.Векслера. Москва, 5 Марта 2007 года