



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ
имени А.А. Логунова

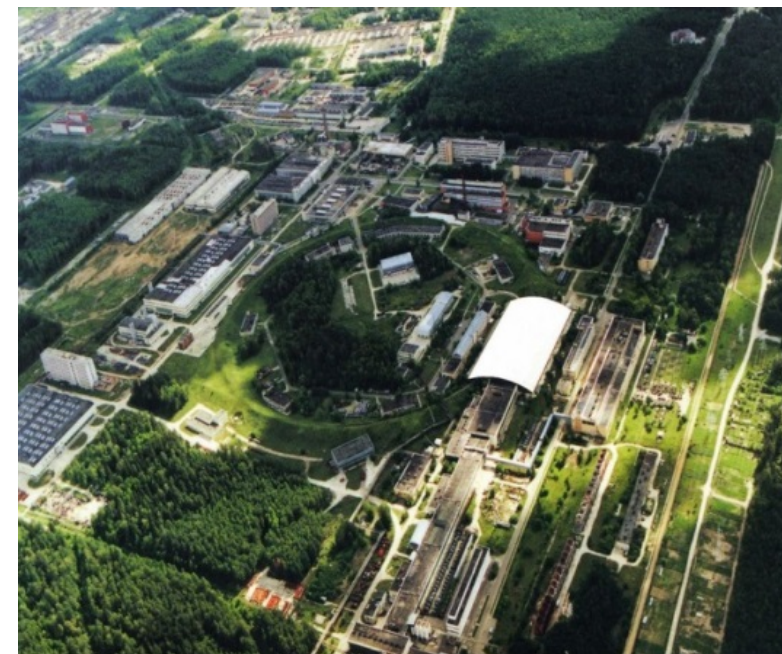
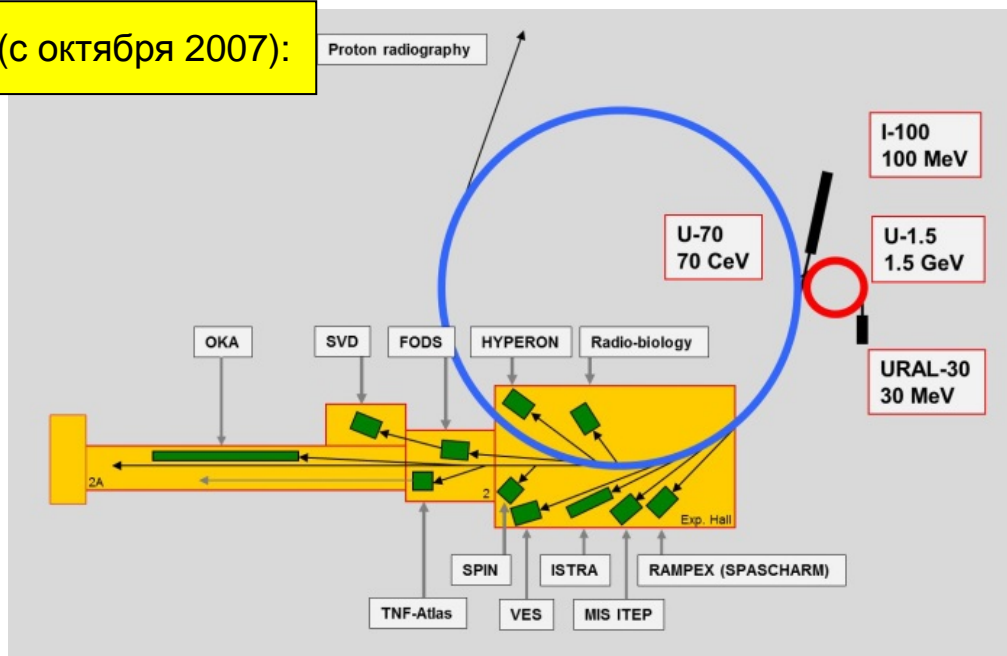
Россия, 142281, Московская область, г. Протвино, пл. Науки, д. 1

Ускорительный комплекс У-70 — статус и планы

С.В. Иванов

Сессия-конференции Секции ядерной физики ОФН РАН
«Физика фундаментальных взаимодействий»,
посвященная 70-летию со дня рождения
Валерия Анатольевича РУБАКОВА (16.02.2025)
17 - 21 февраля 2025 года

4 установки (с октября 2007):



1БВ: 156 × 96 м²

Распоряжением Правительства РФ от 30 декабря 2009 года № 2125-р **УК У-70** включен в «Перечень уникальных ядерно-физических установок, ...».

- каскад из из 4-х резонансных УЗЧ — двух линейных (И-100, ЛУ-30) и двух кольцевых (У-15, **У-70**),
- сеть (> 1 км) каналов транспортировки и формирования пучков частиц,
- экспериментальные физические установки (fixed-target) (**ФИ**: ОКА, ВЕС, ФОДС, СПИН, СПАСЧАРМ, ГИПЕРОН, ИСТРА, **ПИ**: ПРГК-100, РБС)

- **УНУ** «У-70», **ЦКП** «ОЦ - У-1.5», **ЦКП** «РБС - У-70» .

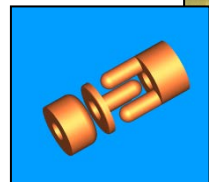
- 1 римская миля = 1000 двойных римских шагов = **1483.5 м**
- длина орбиты У-70 = **1483.7 м**

Моды:

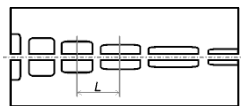
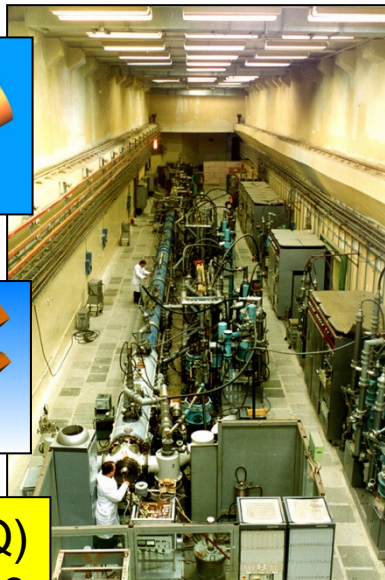
- протонная (основная, [25], 50-70 ГэВ) УРАЛ-30 / У-1.5 / У-70
- (легко)ионная (С, комплементарная) И-100 (2 из 3) / У-1.5 / У-70

Ядра углерода:

- высокой энергии 24.1-34.1 ГэВ/нуклон
- **промежуточной энергии 455-200 МэВ/нуклон**



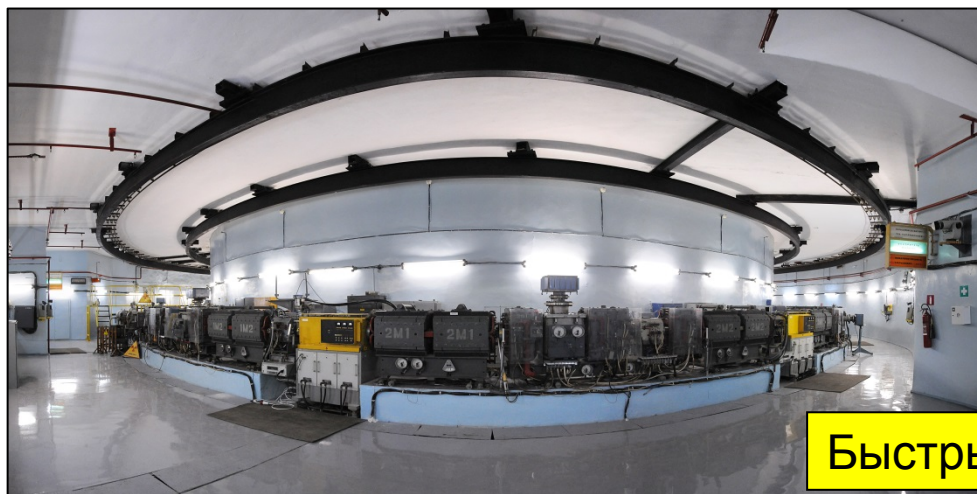
ЛУ (RFQ)
УРАЛ-30



ЛУ (Alvarez)
И-100

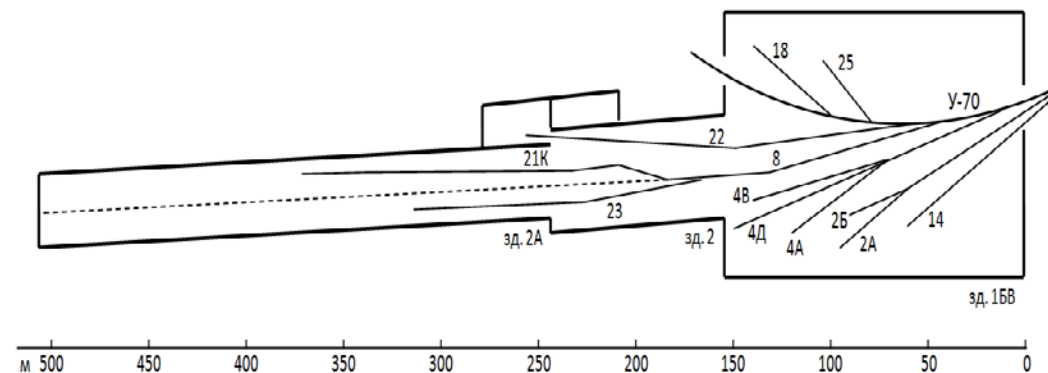


Большой ПС У-70



Быстрый ПС бустер У-1.5

Номер канала	Длина всех участков канала, м	Количество МОЭ	Назначение, сорт частиц, энергия/импульс
2 (2А, 2Б), 14	200	20	h^- (40–65 ГэВ/с), e^\pm (< 40 ГэВ/с)
4 (4А, 4В, 4Д)	250	21	h^- (25–40 ГэВ/с), e^\pm (< 40 ГэВ/с)
18	50	7	h^\pm (5–15 ГэВ/с)
8	60	9	p (< 70 ГэВ/с)
22	180	16	p (< 70 ГэВ/с), h^\pm (7–60 ГэВ/с), e^\pm , $p(\Lambda)$ (< 40 ГэВ/с), C_{12} (< 35 ГэВ/н)
23	140	13	h^\pm (< 35 ГэВ/с)
21К	200	26	h^\pm (5.0, 12.5, 17.7 ГэВ/с)
25	35	11	C_{12} (200–450 МэВ/н)



к 8 и 23



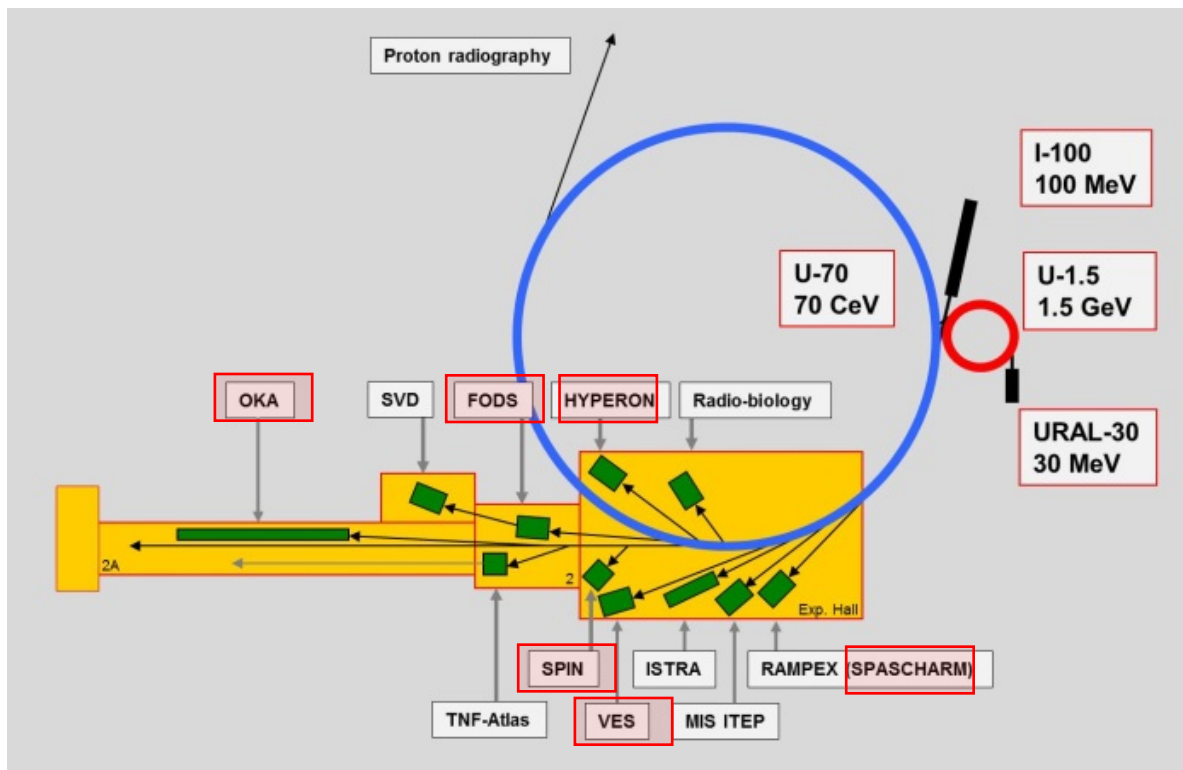
к 21К



ПРГК-100



к 23



Пучки p , π , K , e , ν , C

Области ФВЭ:

- h -спектроскопия
- спиновые явления
- редкие распады K -мезонов
- h - A взаимодействия
- релятивистская ЯФ
- [физика ν]

Прикладные:

- p радиография
- C радиобиология
- ...

Сотрудничество (ЦКП):
ИФВЭ, ИТЭФ, ОИЯИ,
ИЯИ, ПИЯФ, ИЯФ СО,
НИИЯФ МГУ, НИЯУ
МИФИ, ЦЕРН, ...
РФЯЦ ВНИИЭФ, МРНЦ
НМИРЦ, ИТЭБ...

Ускорительный комплекс У-70 (реестр ПП РФ 30.12.2009 № 2125-р):

- 4 УЗЧ (2 кольцевых (1.5 + 0.1 км) и 2 линейных (80 и 30 м) = ЭФУ
- 6 (8) экспериментальных физических установок
- сеть каналов транспортировки пучка (1.1 км суммарно)

- 27 ЗУ, общая площадь 2533 Га
- ТТП У-70: 1.3×1.3 км² 182,2 [225.5] Га
- 463 ОнДИ 627 ОЦДИ
- > 1240 сотрудников

23 МВт

7 МВт

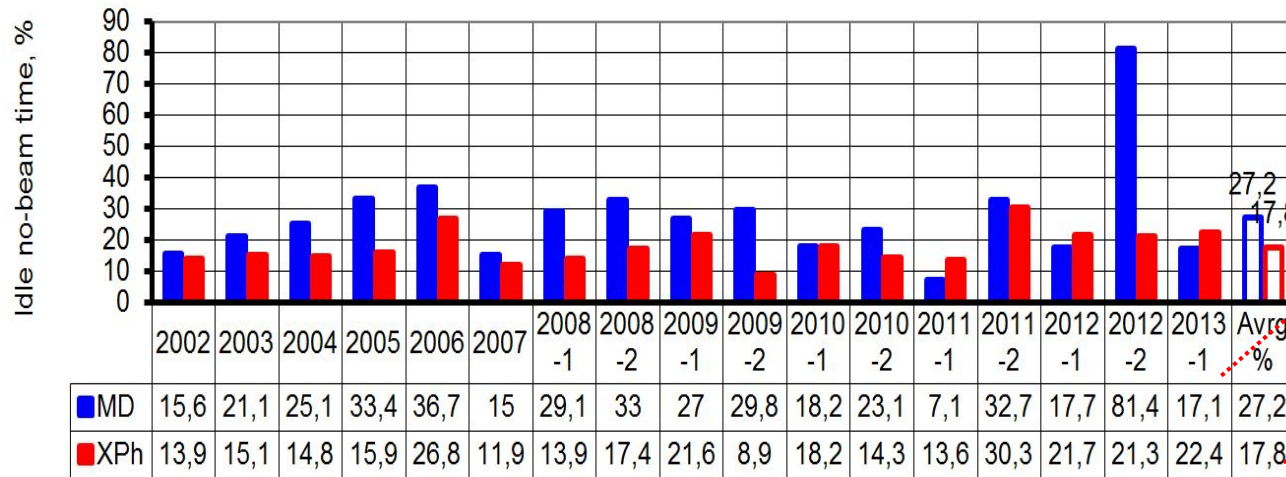
30 МВт

- Бюджет 2017-2024 (план) --13.5%
- Рост тарифов (2017-2023) +45%
- Материалы < 1%

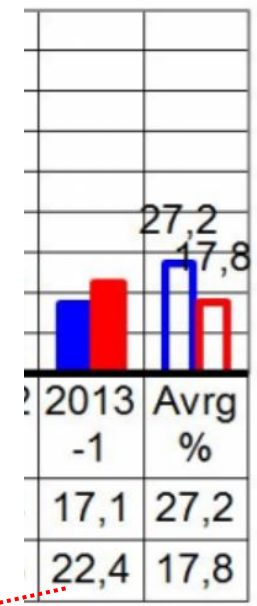
Рег. № 720000Ф.99.1Б392АА01000 (реестр ГЗ)
«Обеспечение функционирования уникальных научных установок» (Уникальная научная установка – «Ускорительный комплекс У-70 с каналами транспортировки пучков и экспериментальными физическими установками»)

Финансово-экономическое обоснование дополнительной потребности в финансировании мероприятий по модернизации Ускорительного комплекса У-70 (протонного синхротрона У-70 НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ, г. Протвино Московской области)

Ускорительный комплекс У-70



■ MD
■ XPh



Run	MD (%)	XPh (%)
2002	15,6	13,9
2003	21,1	15,1
2004	25,1	14,8
2005	33,4	15,9
2006	36,7	26,8
2007	15	11,9
2008	29,1	13,9
2008	33	17,4
2009	27	21,6
2009	29,8	8,9
2010	18,2	18,2
2010	23,1	14,3
2011	7,1	13,6
2011	32,7	30,3
2012	17,7	21,7
2012	81,4	21,3
2013	17,1	22,4
Avg	27,2	17,8

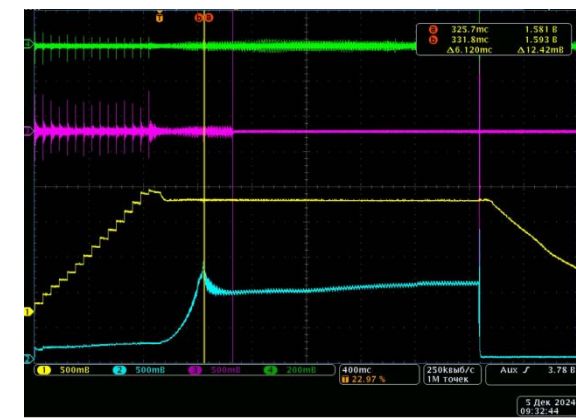
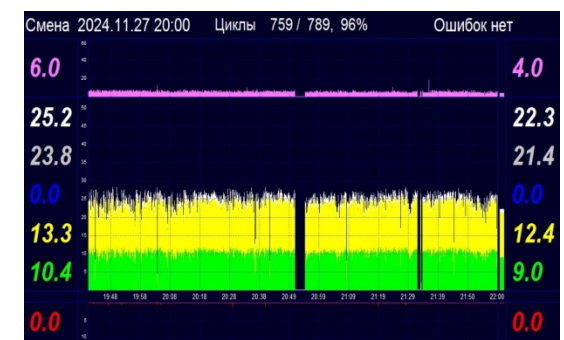
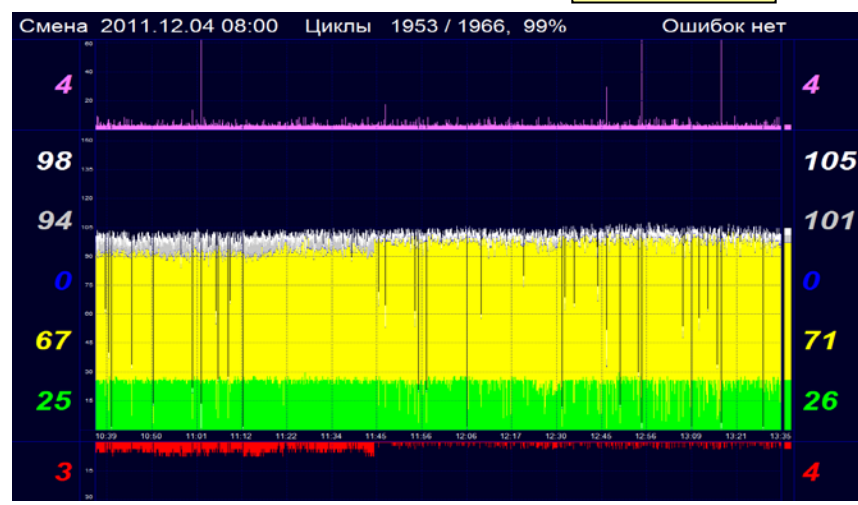
Run

1 · 10¹³ ppp

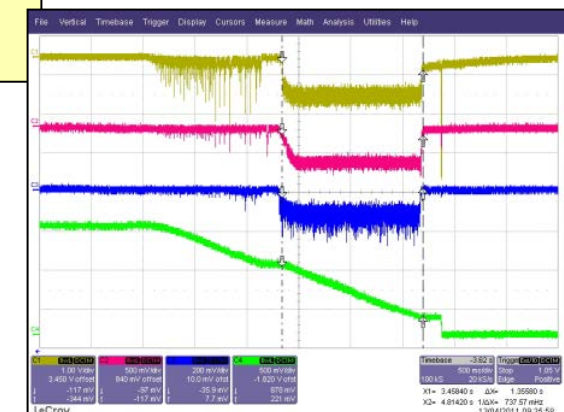
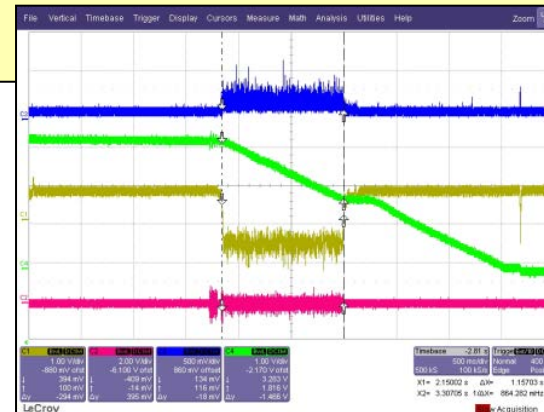
2 сеанса (7/24) в год:

- короткий (XPh 10 дн) 2 MD(p) + ионы
- длинный (XPh 30 дн) 3 MD(p) + ионы

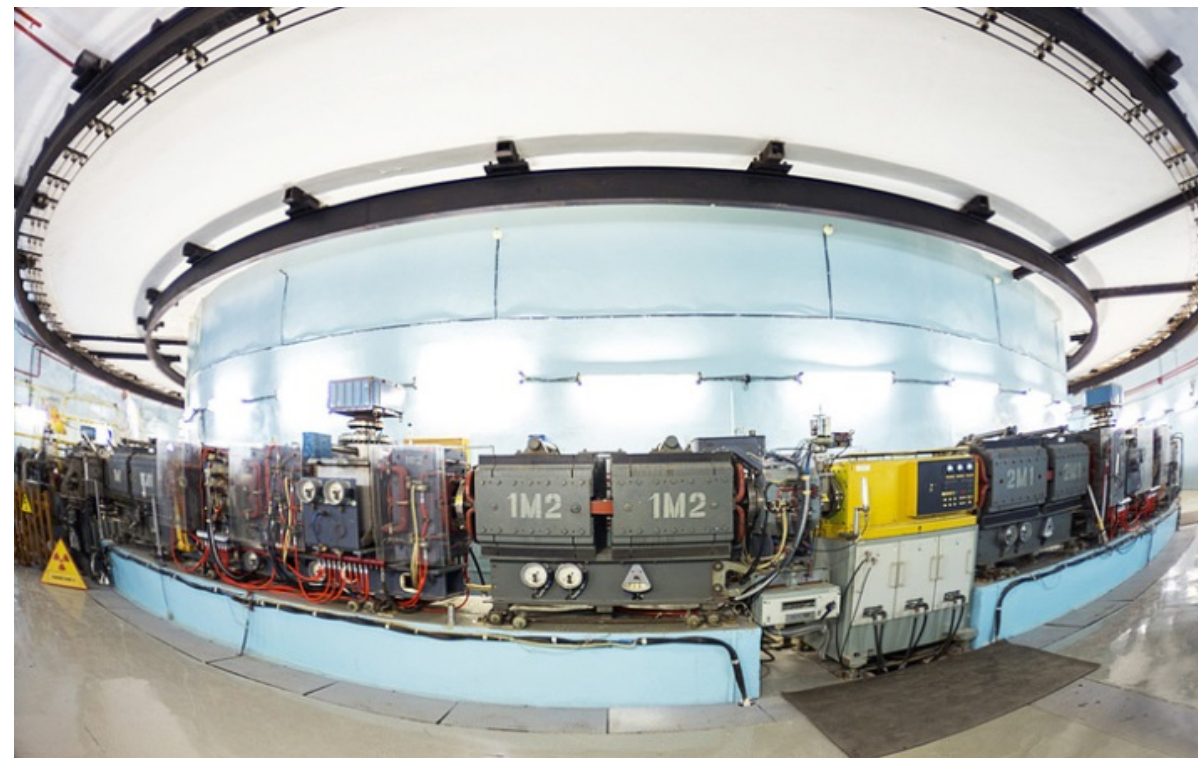
3 ч, 1000 циклов



- **Быстрый однооборотный**, 1–29 р-сгустков, до $1.1\text{--}1.2 \cdot 10^{13}$ р/ цикл, эффективность около 90%
- **Медленный резонансный**, до $5 \cdot 10^{11}\text{--}1 \cdot 10^{13}$ р/ сброс, длительность до 2–3.5 с при 50 ГэВ
 - Обычный, наведение магнитной оптикой, линза Q38
 - Стохастический, наведение ВЧ шумом на 200 МГц, с 2006 г
- Вторичные частицы с **внутренних мишеней**
- Дефлекторы из **изогнутых кристаллов (Si)**, $1 \cdot 10^6\text{--}1 \cdot 10^{12}$ р/ импульс, эффективность до 85-90%
- Медленный вывод ионов на **промежуточной энергии**, углерод 455 -200 МэВ на нуклон
- **Быстрый многооборотный ...**

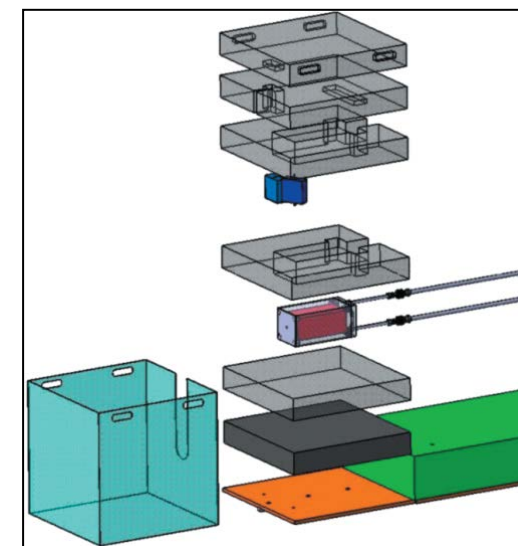
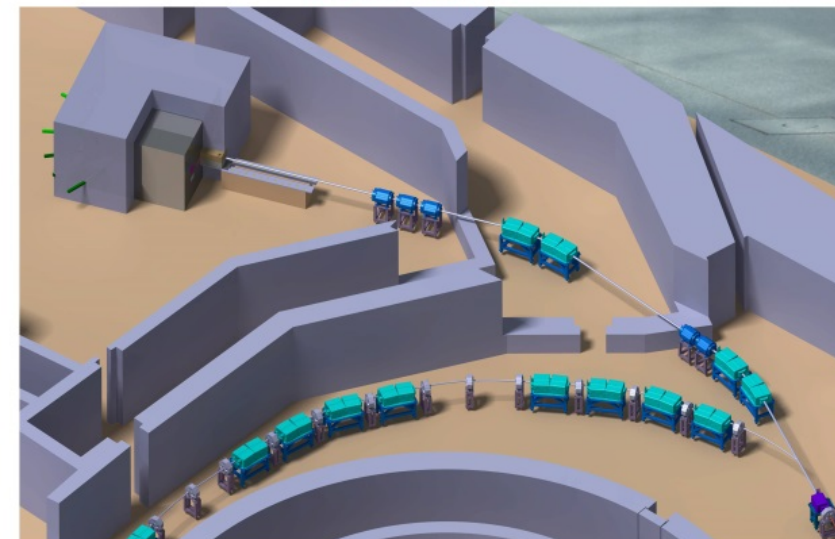
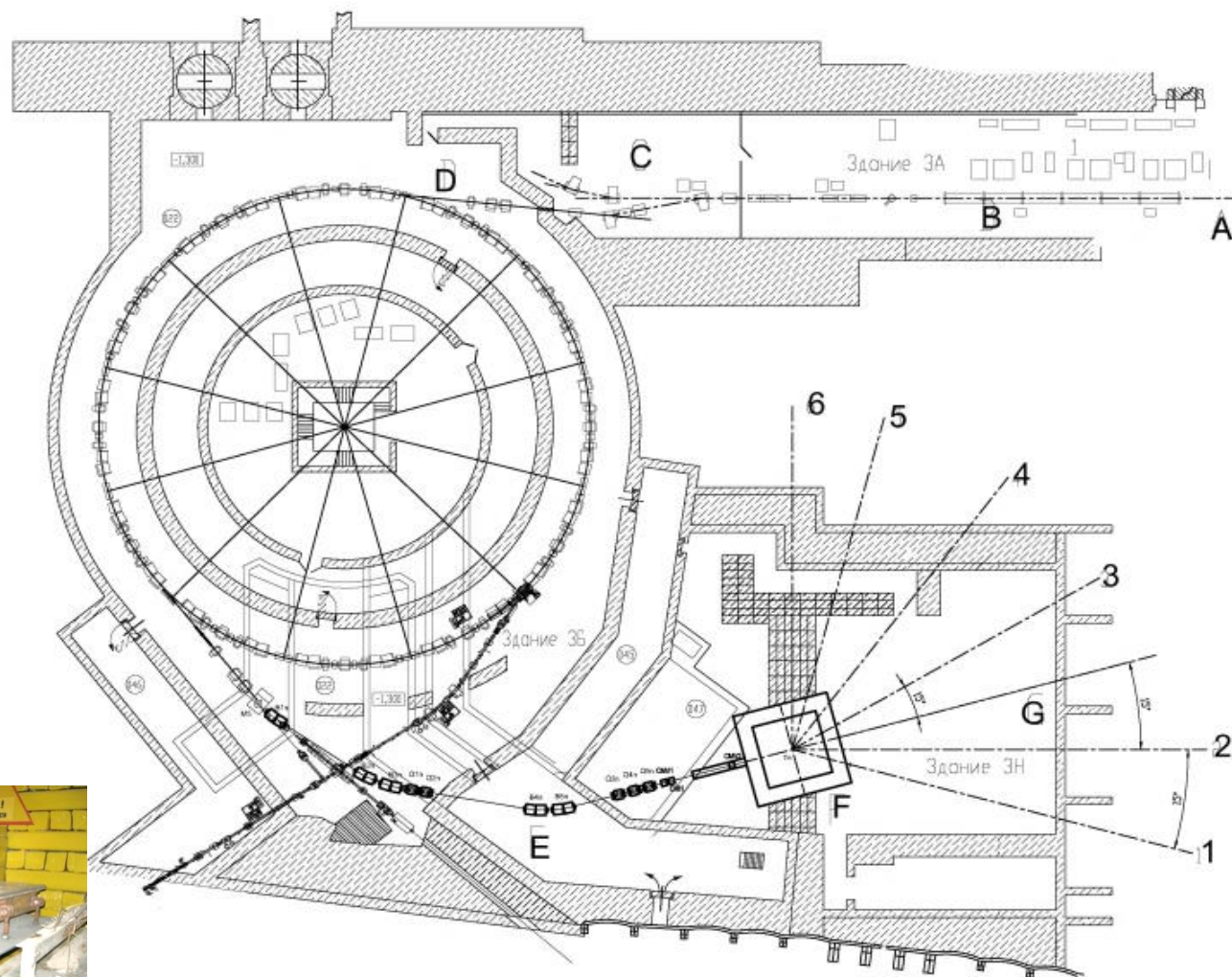


2. ОМЕГА: «Реконструкция здания Комплекс Бустер для размещения прототипа импульсного источника нейтронов на основе реакции испарительно-скалывающего типа» (2027 - 2030)



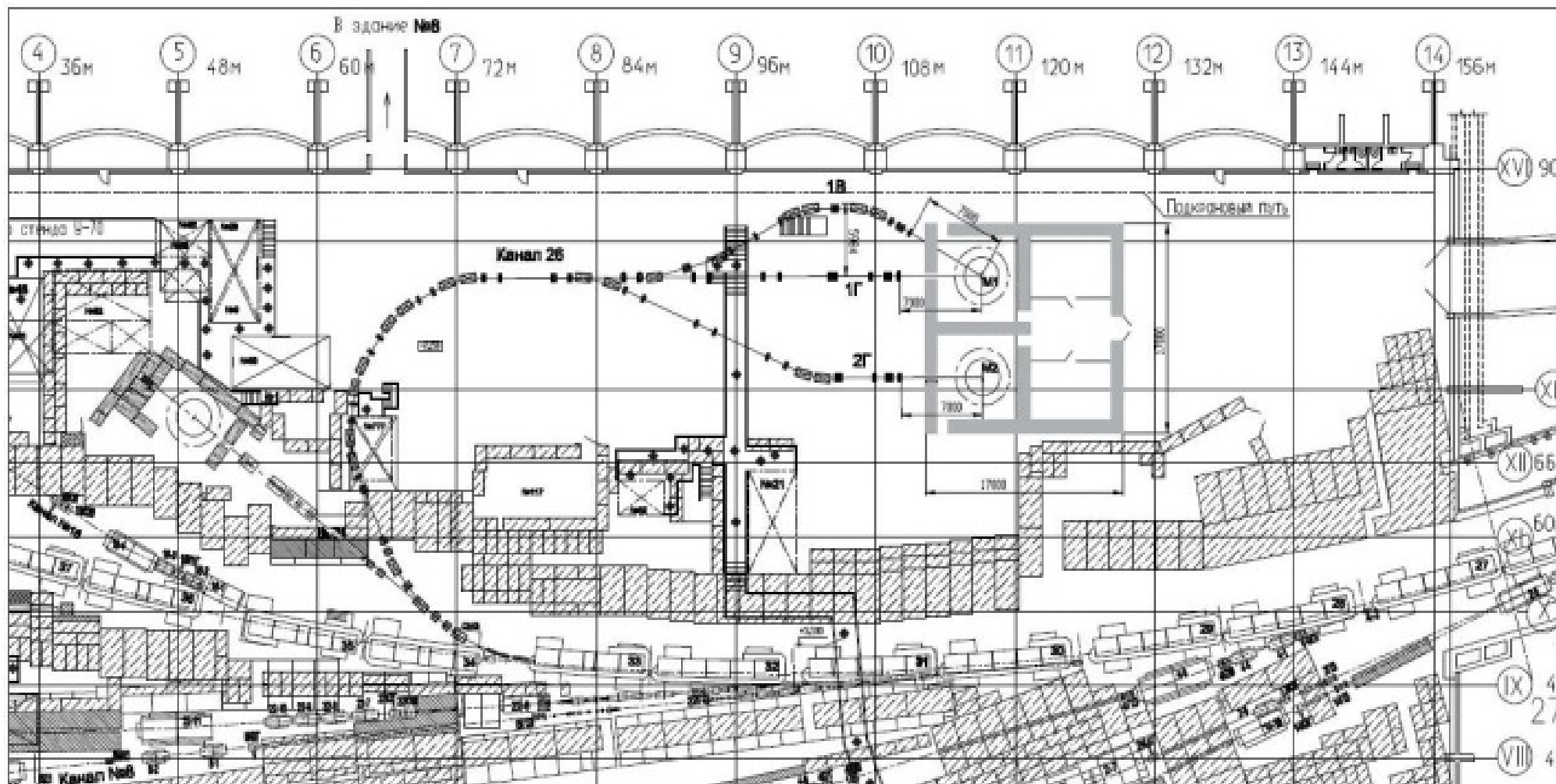
Общая технологическая схема установки «ОМЕГА»

ПРОЕКТ «ОМЕГА»



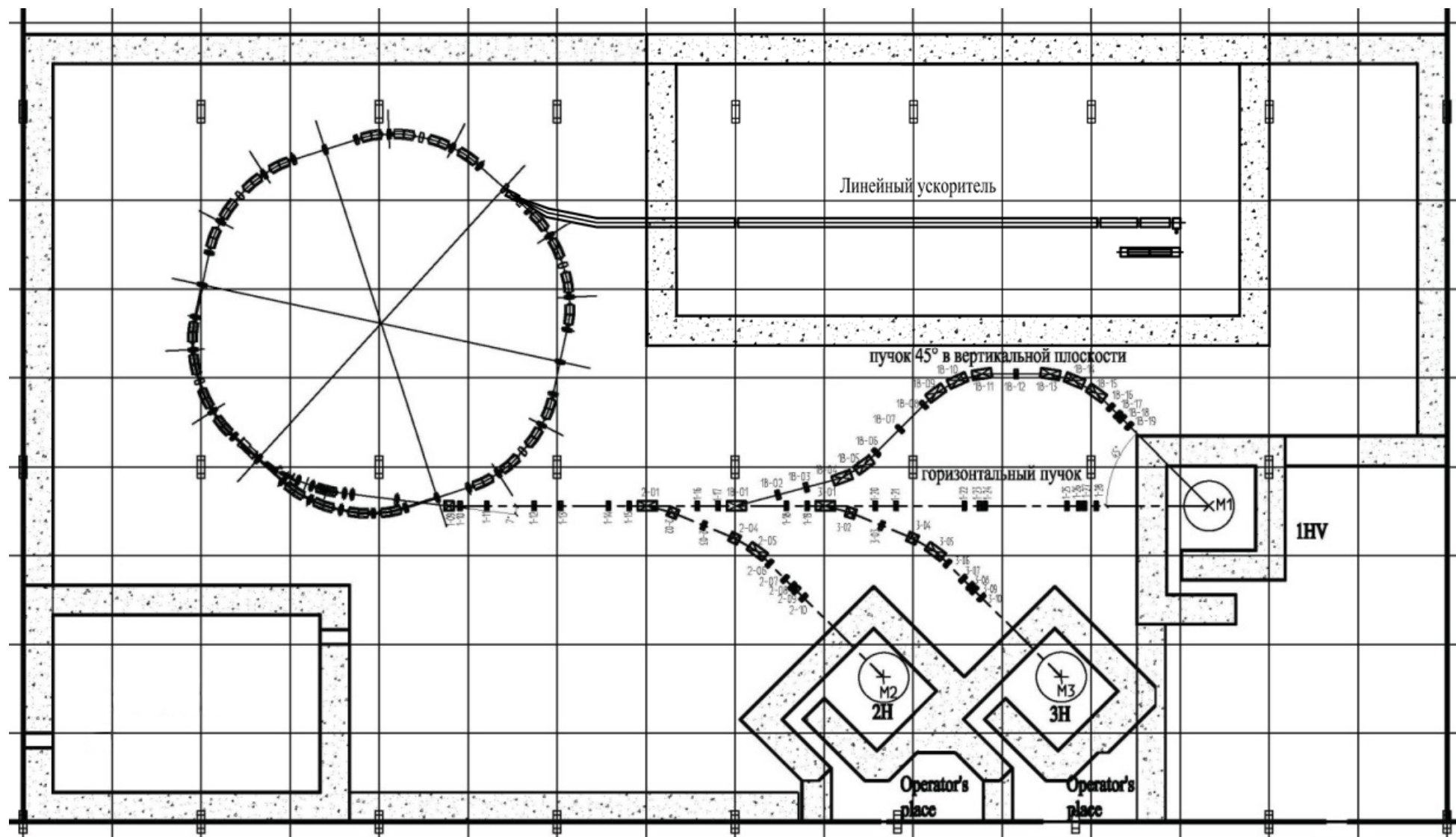
3. ЛУЧ У-70: «Реконструкция здания 1БВ и здания 8 с целью создания экспериментально-клинического комплекса ионной лучевой терапии на действующем Ускорительном комплексе У-70»

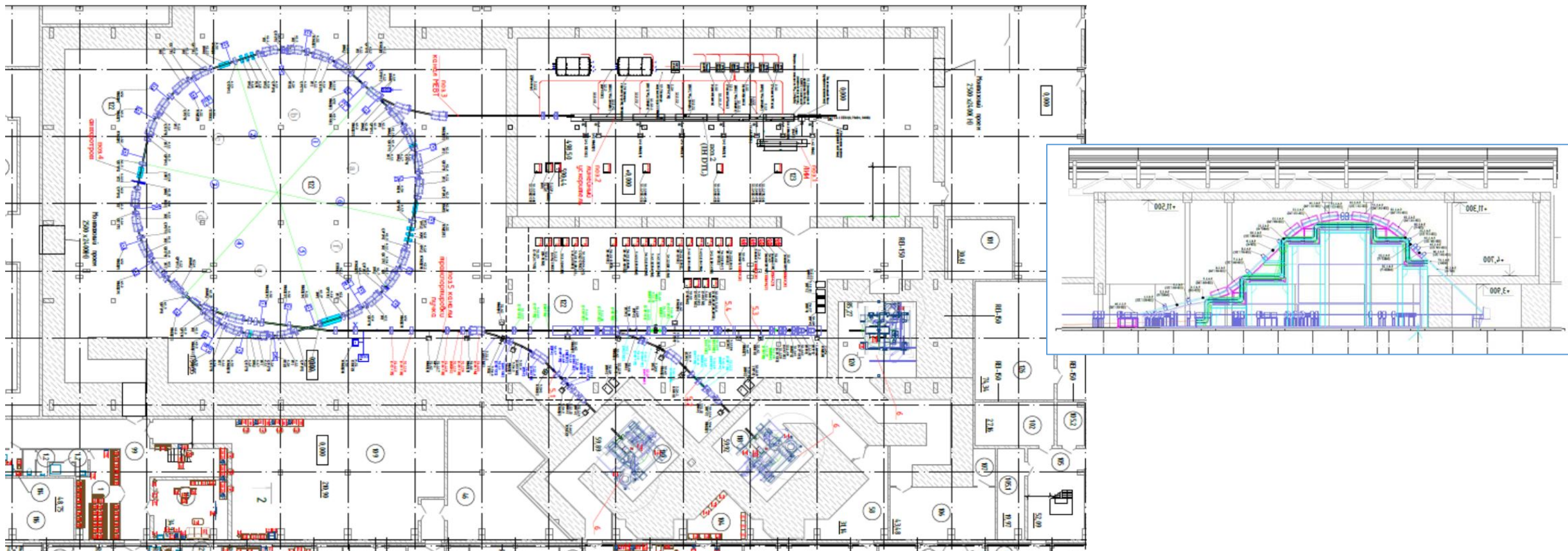




4. ЛУЧ ТИП: «Реконструкция здания 371 и строительство медицинского блока с целью создания прототипа типового отечественного клинического центра ионной углеродной терапии Луч-ТИП»







5. ПРОИЗВОДСТВО: «Модернизация опытного производства ФГБУ Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» [- ИФВЭ]



1	Эксплуатация. Длительные сеансы. Доступность пучка.
2	Первоочередные планово-профилактические и регламентные работы.
3	Мероприятия по программе модернизации УК У-70
4	Инвестиционные проекты на ТТП НИЦ КИ - ИФВЭ
5	Предложения по средне- и долгосрочному развитию

10.09.2024 при НИЦ КИ - ИФВЭ открыт диссертационный совет (к.ф.-м.н., д. ф.-м.н.) по специальности 1.3.18 «физика пучков заряженных частиц и ускорителей»