

«Всякий, кто захотел истины, уже страшно силен.»

Ф. Достоевский

**О создании Комплекса NICA
и необходимых расходах до 2022 года**

В. Кекелидзе

*Заседание Координационного Комитета проекта NICA
8 апреля 2020 года*

1. Создание ускорительного комплекса, включающего бустерный синхротрон и коллайдер;

Расходы, М\$

*по заключенным
контрактам
оплачено / осталось*

81,2 / 8,7

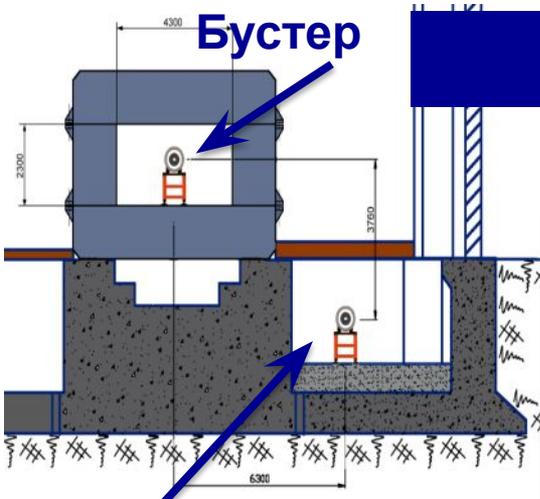
*по новым
контрактам*

47,0

*требуется
всего*

55,7

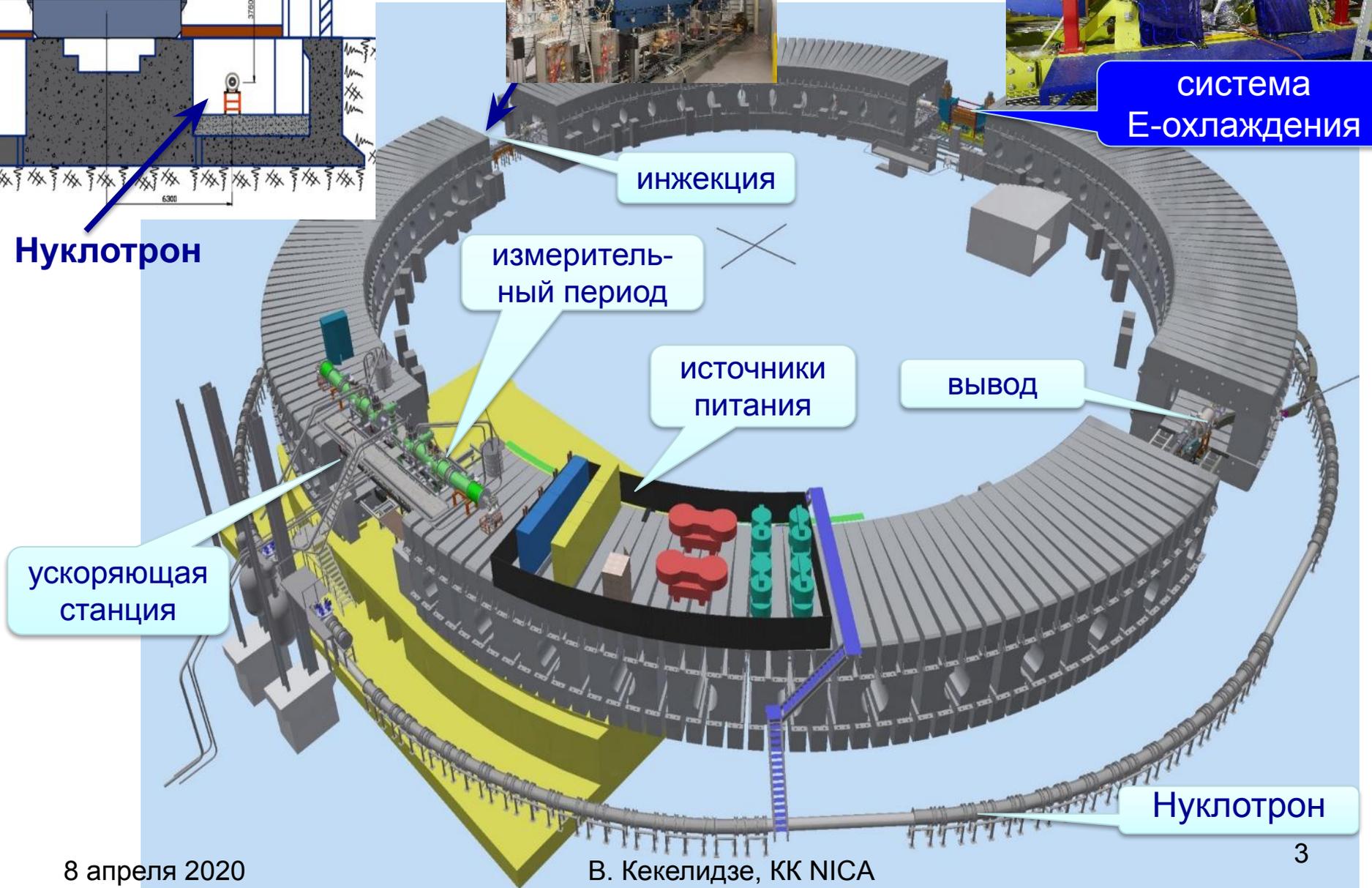
Бустер: монтаж с 2018



Нуклотрон



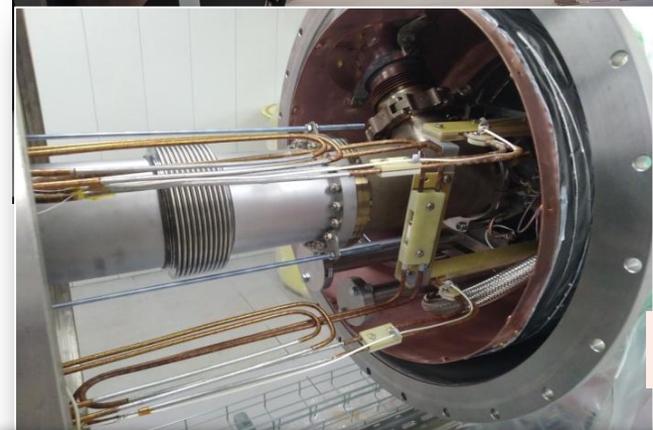
система
Е-охлаждения



Нуклотрон



*СЭО - установлена
и испытана (ИЯФ)*



Готовность систем диагностики в стойках:

- **все 40 диполей**
- и
- **24 дублета квадрупол.**
установлены в туннеле;

- *диагностика пучка - 90%*
- *системы контроля
и упр. - 90%*
- *асу откачки пучковой
камеры - 30%*



Система питания и эвакуации энергии



Церемония запуска технологических испытаний



23 декабря 2019 г.

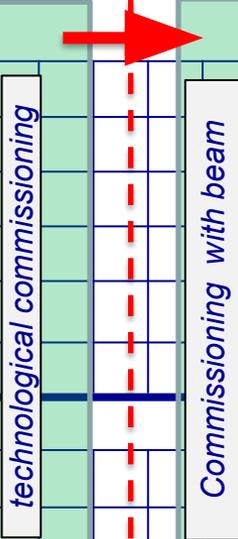


План-график запуска Бустера



текущее состояние: задержка ~ 2 месяца

| Booster assembly | 2018 | | | | | | | | | | | | 2019 | | | | | | | | | | | | 2020 | | | | | |
|-------------------------|------|----|-----|------|----|---|----|-----|---|----|-----|----|------|----|-----|------|----|---|----|-----|---|----|-----|----|------|----|--|--|--|--|
| | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I | II | III | IV | VI | VI | | | | |
| “Cold” sections | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quadrant 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quadrant 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quadrant 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quadrant 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| bypasses and ends | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| reference magnets | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| “Warm” sections | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E-cooling | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| injection section | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| beam extraction section | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RF system | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Systems | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| vacuum system | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| power supply | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| cryogenic system | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| thermometry system | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |





План-график запуска



Бустера
 текущее состояние: задержка ~ 2 месяца

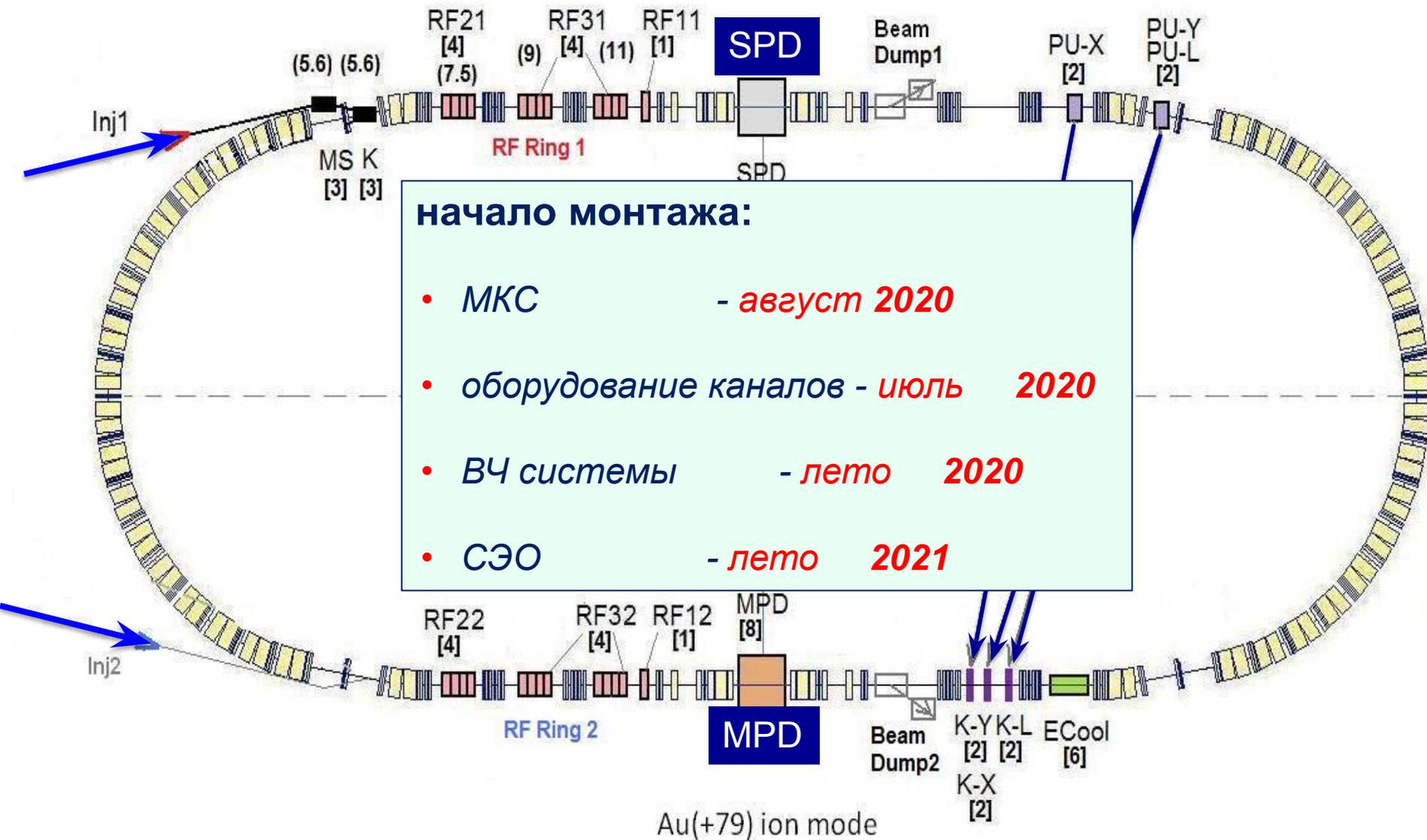
| Booster assembly | 2018 | | | | | | | | | | | | 2019 | | | | | | | | | | | | 2020 | | | | | |
|------------------------|------|----|-----|------|----|---|----|-----|---|----|-----|----|------|----|-----|------|----|---|----|-----|---|----|-----|----|------|----|--|--|--|--|
| | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I | II | III | IV | VI | VI | | | | |
| “Cold” sections | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quadrant 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quadrant 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quadrant 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quadrant 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| byr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| refe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| “Wa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E-c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| inje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| bea | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RF s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sys | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| vacuum system | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| power supply | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| cryogenic system | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| thermometry system | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Расходы, М\$

| | | |
|--|----------------------------|------------------------|
| <i>по заключенным контрактам оплачено / осталось</i> | <i>по новым контрактам</i> | <i>требуется всего</i> |
| 30,7 / 1,5 | 4,4 | 5,9 |

ing

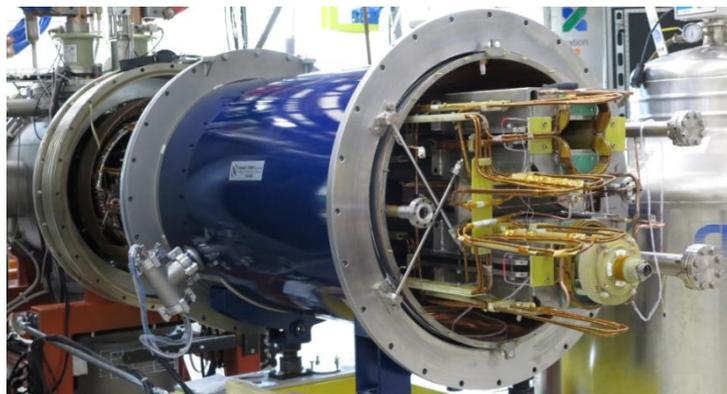
Commissioning with beam



начало монтажа:

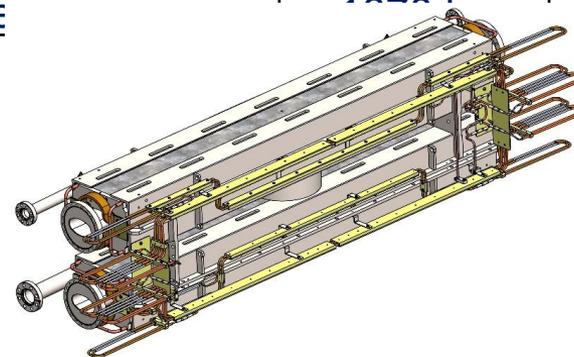
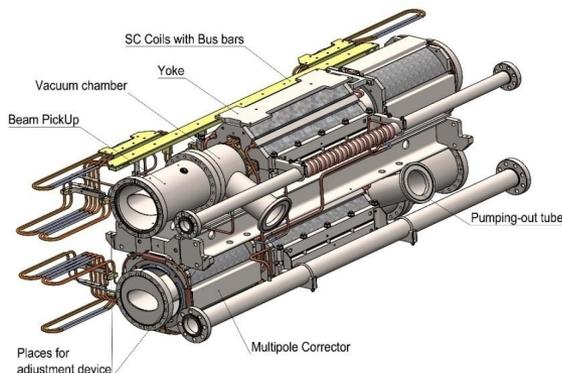
- *МКС* - август 2020
- *оборудование каналов* - июль 2020
- *ВЧ системы* - лето 2020
- *СЭО* - лето 2021

Магнитная система коллайдера

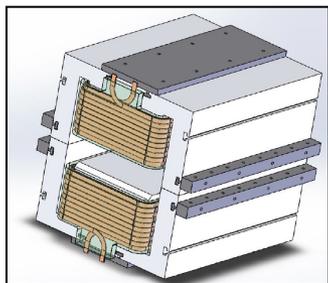
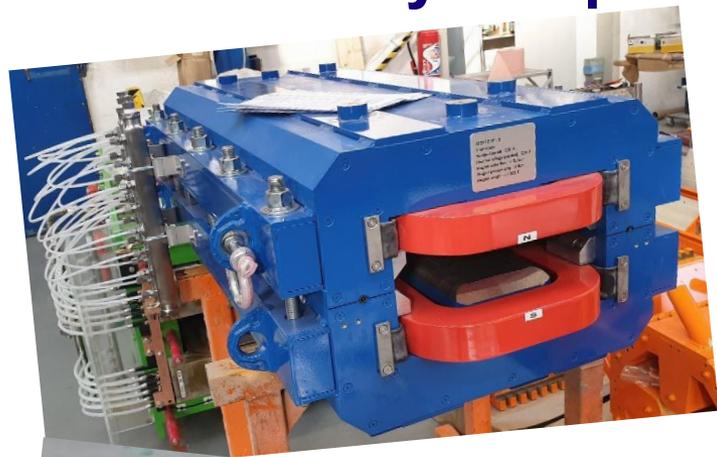


- дипольные магниты - сборка, испытания прогресс 35%
- квадрупольные магниты - сборка прототипа прогресс 10%
- элементы фин. фокуса прогресс 5%
- монтаж и наладка: **07.2020 - 07.2021**

| | ДИПОЛИ | ЛИНЗЫ |
|----------------------|---------|----------|
| КОЛИЧЕСТВО | 80+8* | 70+12** |
| Мах. Поле / градиент | 1.8 Т | 23.1 Т/м |
| вЕС ЭЛЕМЕНТА | 1070 kg | 240 kg |



Каналы транспортировки пучка из Нуклотрона в Коллайдер (*Sigma-Phi*)



- магниты - готовность 95%
поставка 01.2020
- вакуумные камеры и диагностика - готовность 70%
поставка 06.2020
- источники питания - готовность 10%
поставка 08.2020
- монтаж и наладка - 08.2020 > 02.2021

| Magnetic element | Number | Effective length, m | Max. magnetic field (gradient), T (T/m) |
|------------------|--------|---------------------|---|
| Long dipole | 21 | 2 | 1.5 |
| Short dipole | 6 | 1.2 | 1.5 |
| Quadrupole Q10 | 22 | 0.353 | 31 |
| Quadrupole Q15 | 6 | 0.519 | 31 |
| Steerer | 33 | 0.466 | 0.114 11 |

системы Коллайдера

Расходы, М\$

*по заключенным
контрактам
оплачено / осталось*

37,7/ 6,8

*по новым
контрактам*

40,1

*требуется
всего*

46,9

2. Создание экспериментальных установок BM@N, MPD и SPD

Расходы, М\$

*по заключенным
контрактам
оплачено / осталось*

63,3 / 7,1

*по новым
контрактам*

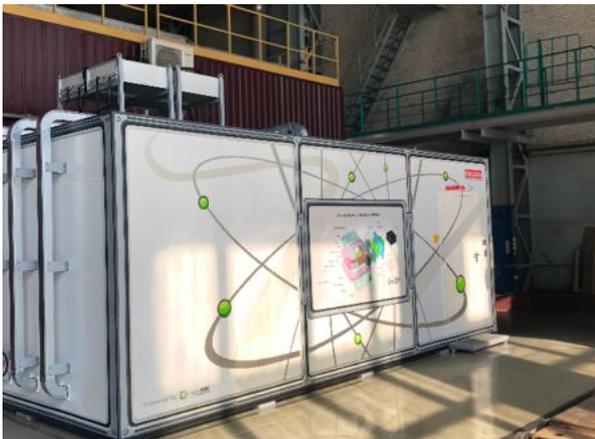
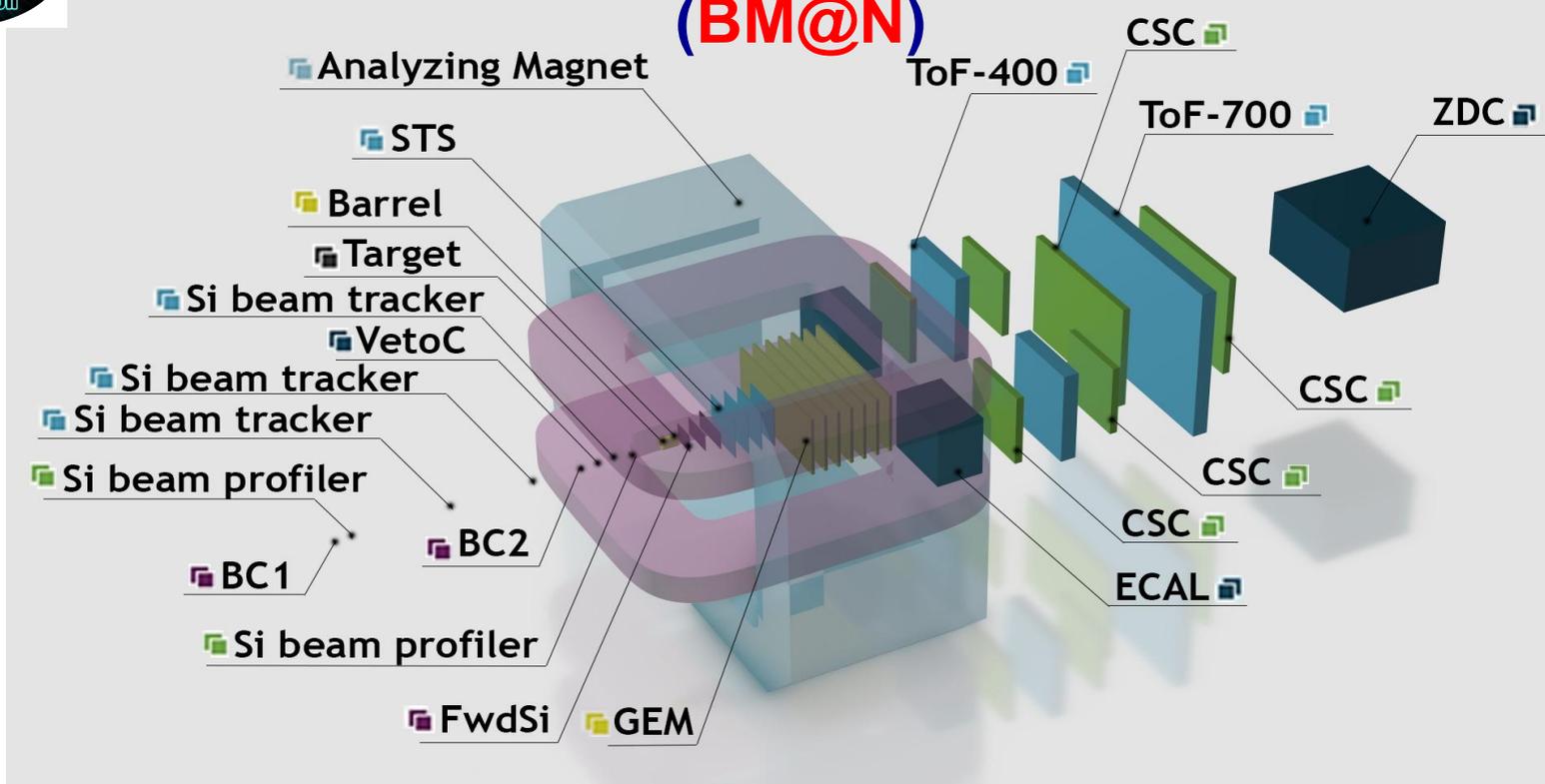
24,8

*требуется
всего*

31,9

Baryonic Matter at Nuclotron

(BM@N)



8 апреля 2020



Мобильная компьютерная ферма установки BM@N

В. Кекелидзе, КК NICA



Baryonic Matter at Nuclotron (BM@N)

| Год | 2017 весна | 2018 весна | 2021 | 2022 и далее |
|------------------|---------------|-------------------|--------|-----------------|
| Пучок | C | Ar, Kr, C(SRC) | Kr, Xe | до Au |
| пучок, Гц | 0.5M | 0.5M | 0.5M | 2-5M |
| прием данных, Гц | 5k | 10k | 10k | 20k→50k |

| | | | | |
|--------------------|-------------|------------------------------|----------------------------|---|
| Центральный трекер | 6 ½ пл. GEM | 6 ½ пл. GEM + 3 пл. FwdSi | 7 пл. GEM + 3 пл. FwdSi | 7 пл. GEM + 3 пл. FwdSi + 4 пл. STS |
| Статус | тех. сеанс | тех. и физ. сеанс | физ. сеанс, 1-я стадия | Физ. сеанс, 2-я стадия |

Установка VM@N

Расходы, М\$

*по заключенным
контрактам
оплачено / осталось*

12,4/ 0,7

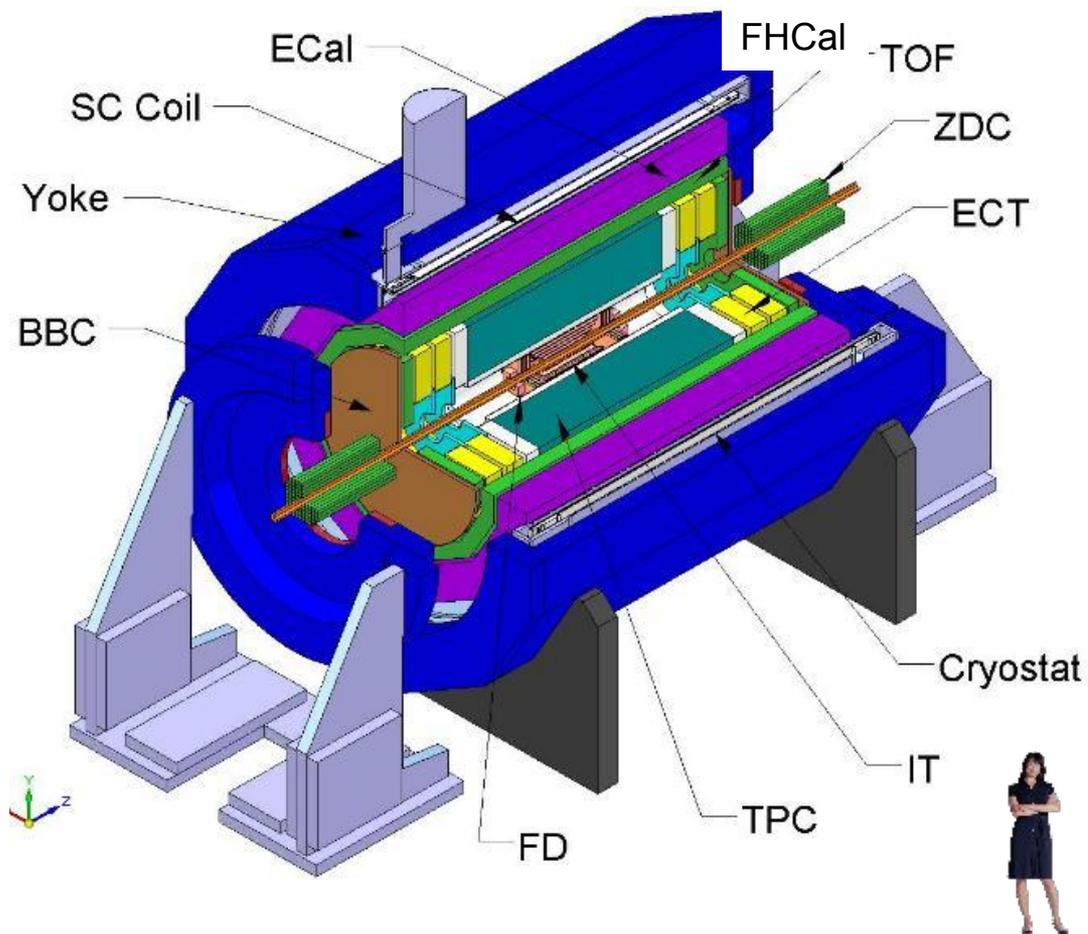
*по новым
контрактам*

2,8

*требуется
всего*

3,5

Multi Purpose Detector (MPD)



СП соленоид: изготовление в ASG (Genova) и Vitkovice HM

$B_0 = 0.5 \text{ T}$

вес ~ 900 t

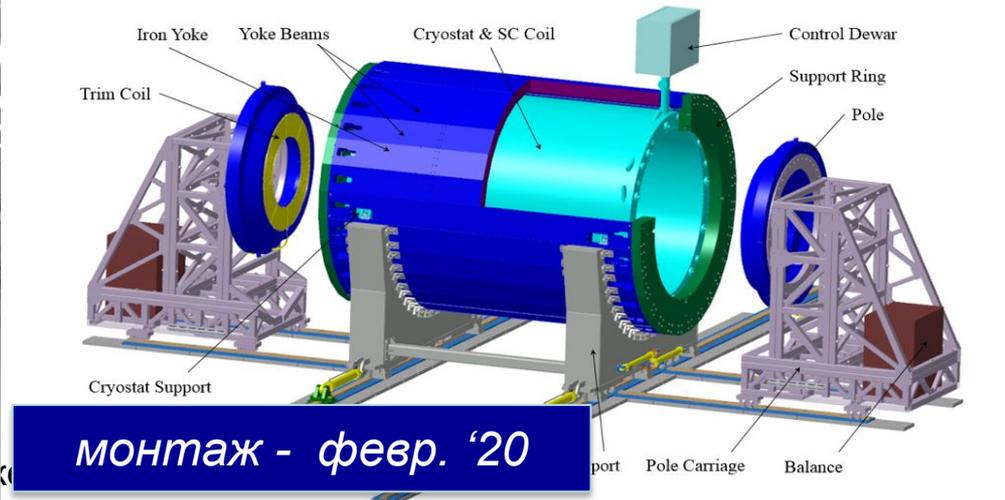
рабочий ток: 1790 A
запасенная энергия: 14.6 МДж

контр.
дюар

ядро
СП катушка

контр.
катушки

криостат





TPC – базовый трэкер

| | |
|---------------|--------------------------|
| длинаота | 340 см |
| радиус 4 | 140 см |
| 1адиус 1 | 27 см |
| газ | 0,9Ar+0,1CH ₄ |
| скорость др. | 5.45 см/мкс; |
| время др-фа | < 30 мс; |
| N R/O камер | 12 + 12 |
| каналы | 95 232 |
| макс. частота | ~ 7 kGz |



сборка в чистой комнате



FEC

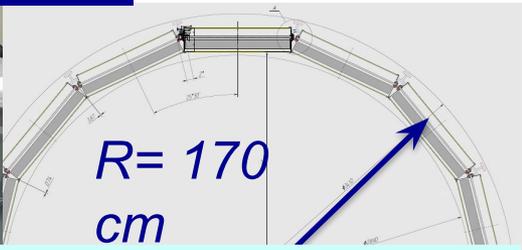
TPC/MPD Front-end card
4500 SAMP4 V4

– получено из **ЦЕРН**

Время пролетная система (TOF)



28 модулей
280 пр. камер
13 440 каналов



20% модулей собрано и протестировано



R/O карты
с NINO и HPTC
произведены



8 апреля 2020

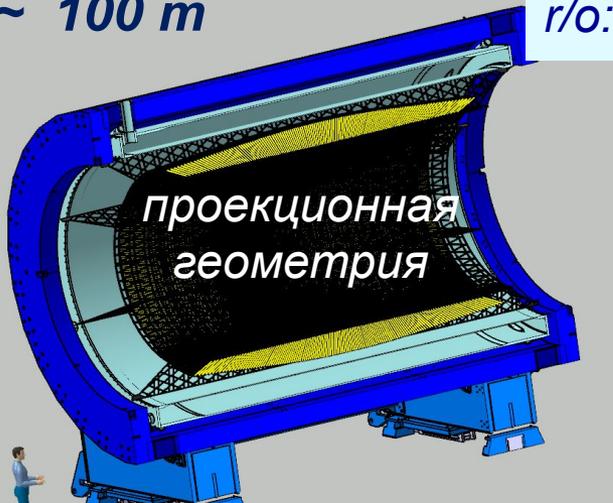
Электромагнитный калориметр (ECal) system

43000 модулей типа «шашлык» (Pb+Sc)

~ 100 m

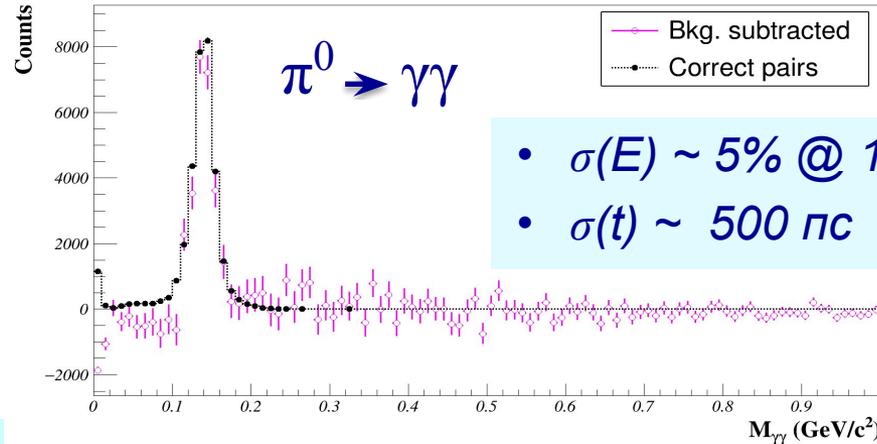
r/o: WLS фибры +MAPD;

- $L \sim 35$ см ($\sim 14 X_0$);
- сегмент. (4×4 см²).



проекционная геометрия

Invariant Mass of $\gamma\gamma$



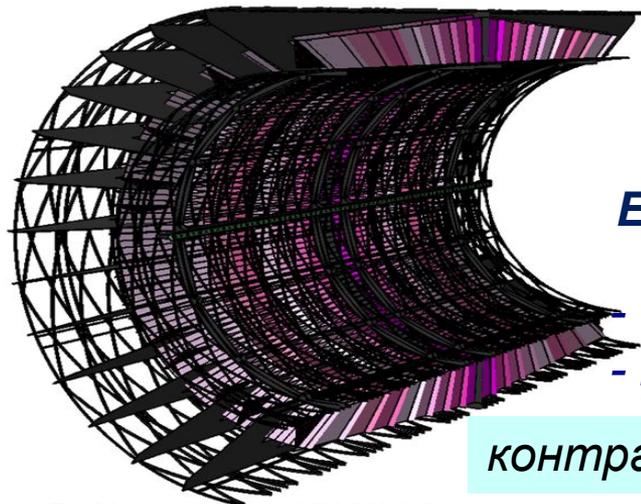
- $\sigma(E) \sim 5\%$ @ 1 ГэВ;
- $\sigma(t) \sim 500$ пс

план производства:

- ОИЯИ, ИФВЭ, Тензор + .. - **25%**
- **Китай** - **75%**

Блоки модулей

Силовая ферма



углепластик

ECal ~ 100 m

сагита ~ 5 мм
- материал (R) $0,13 X_0$

контракт с АО «ЦНИИСМ»

MOST
выделил
6 М \$

Пекин

ИФВЭ

Установка MPD

Расходы, М\$

*по заключенным
контрактам
оплачено / осталось*

49,2/ 6,4

*по новым
контрактам*

20,1

*требуется
всего*

26,5

3. Создание научно - исследовательской и инженерной инфраструктуры

Расходы, М\$

*по заключенным
контрактам
оплачено / осталось*

100,8 / 70,3

*по новым
контрактам*

41,8

*требуется
всего*

112,1

Строительство коллайдерного здания № 17



Завершение строительства – 2021

август 2019

Подготовка ДС5 с ГП отложена
Подготовлено ДС4

BM@N

MPD

SPD

туннель – подготовка
к монтажу

MPD

позапная сдача объектов
под монтаж:
MPD – апрель '20
коллайдер – июль '20;

Завершение строительства – 2021

август 2019

BM@N

Расходы, M\$

по заключенным
контрактам
оплачено / осталось

53,9/ 61,9

по новым
контрактам

0,5

требуется
всего

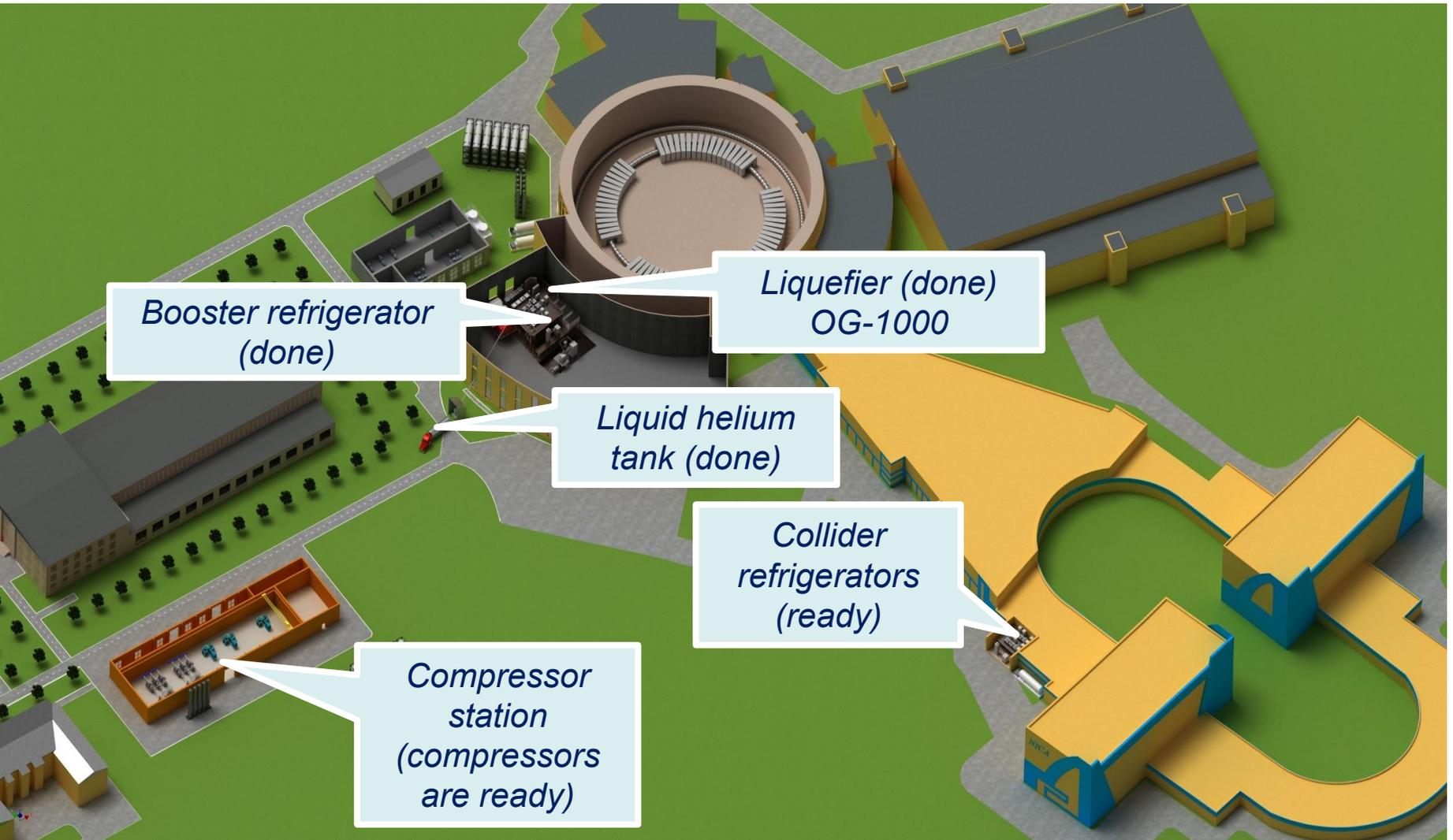
62,4

овка

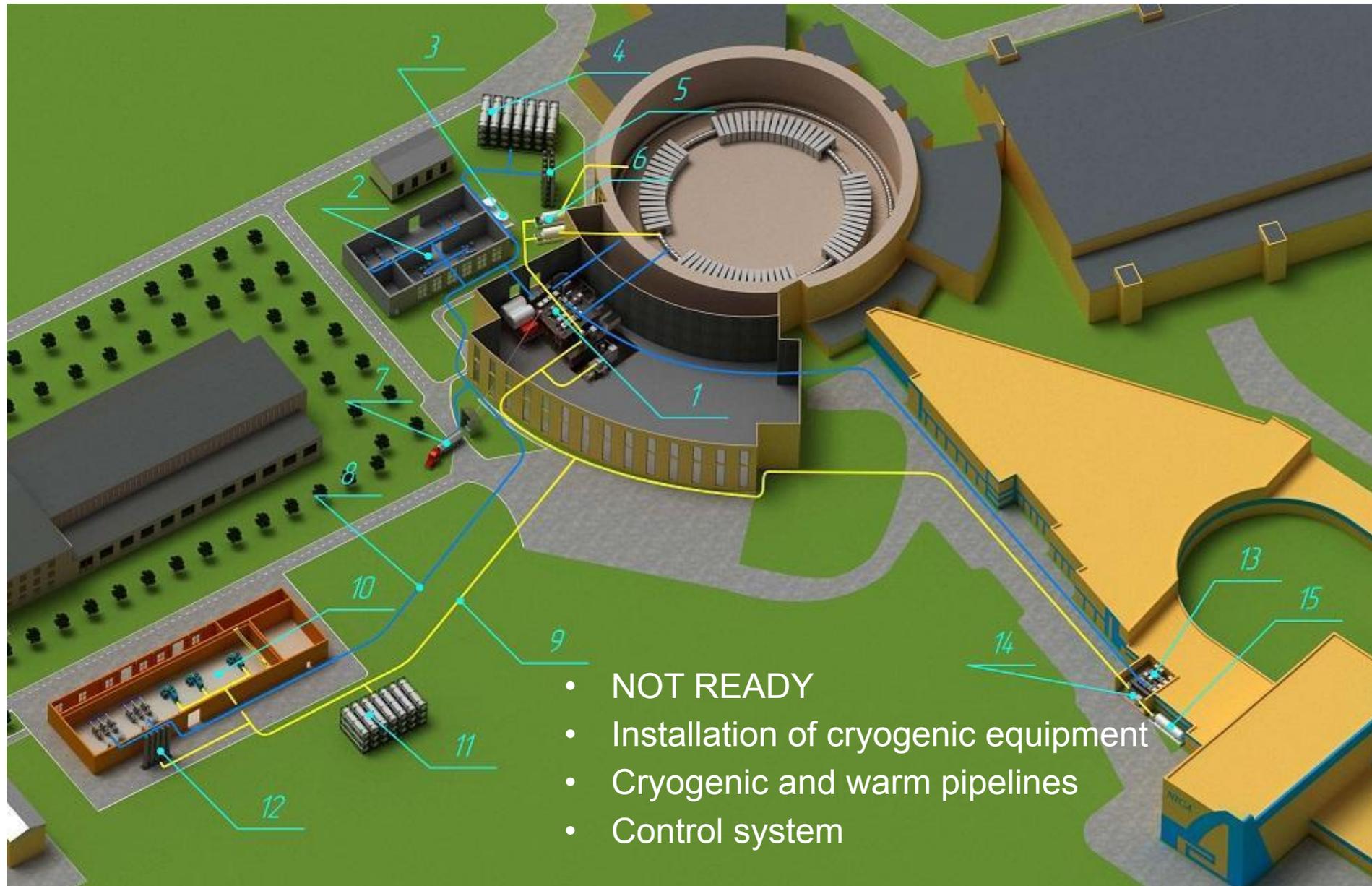


поэтапная сдача объектов
под монтаж:
MPD - апрель '20
коллайдер – июль '20;

NICA cryogenic complex



Status at 2020 – what is missing



Криогенно-компрессорная станция

завершение: сентябрь 2020



8 апреля 2020

В. Кекелидзе, КК NICA

27

Криогенно-компрессорная станция

завершение: сентябрь 2020



Расходы, М\$

*по заключенным
контрактам
оплачено / осталось*

3,4/ 3,2

*по новым
контрактам*

0,0

*требуется
всего*

3,2

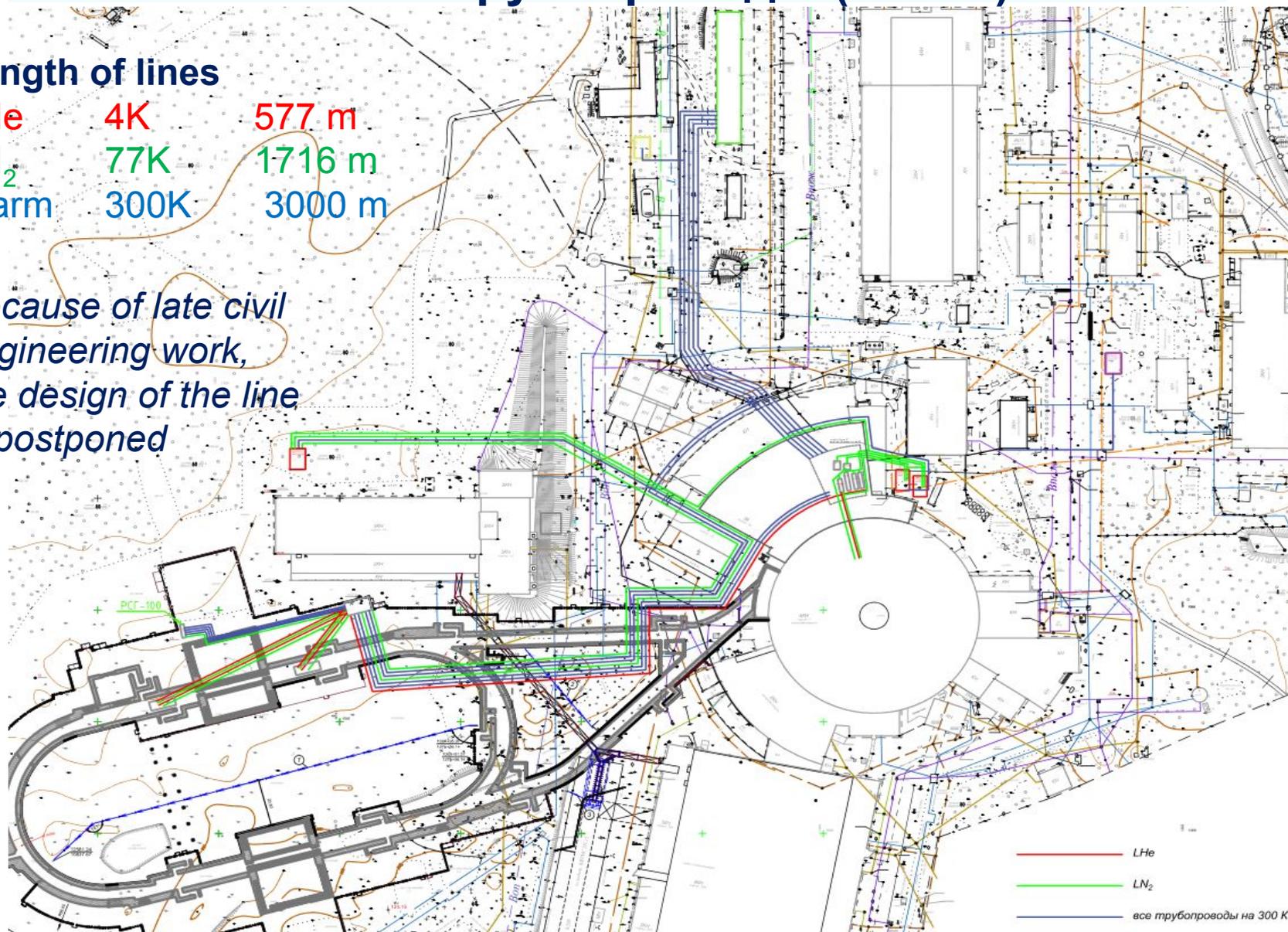


Криогенная инфраструктура, включая трубопроводы (> 5 км)

Length of lines

| | | |
|-----------------|------|--------|
| LHe | 4K | 577 m |
| LN ₂ | 77K | 1716 m |
| Warm | 300K | 3000 m |

Because of late civil engineering work, the design of the line is postponed



Криогенная инфраструктура, включая трубопроводы (> 5 км)

Length of lines

| | | |
|-----------------|------|--------|
| LHe | 4K | 577 m |
| LN ₂ | 77K | 1716 m |
| Warm | 300K | 3000 m |

Расходы, М\$

*по заключенным
контрактам
оплачено / осталось*

30,2/ 1,4

*по новым
контрактам*

9,0

*требуется
всего*

10,4



Энергетика, подстанции 6 кВ



август 2019

1 для ККС: 11 МВт

BM@N

1 для зд. 205: 8 МВт

№15

SPD

MPD

5 для коллайдера: 11 МВт

август 2019

BM@N

1 для зд. 205: 8 МВт

1 с

Расходы, М\$

*по заключенным
контрактам
оплачено / осталось*

9,5/ 0,7

*по новым
контрактам*

9,1

*требуется
всего*

9,8

5 для коллайдера: 11 МВт

Центр NICA: ген проектировщик ООО ПИ «Арена»

План:
Главгосэкспертиза
2020 г.



Центр NICA: ген проектировщик ООО ПИ «Арена»

План:
Главгосэкспертиза
2020 г.

Расходы, М\$

*по заключенным
контрактам
оплачено / осталось*

0,2/ 0,3

*по новым
контрактам*

16,2

*требуется
всего*

16,5

4. Создание компьютерно-информационного комплекса

Расходы, М\$

*по заключенным
контрактам
оплачено / осталось*

10,8 / 0,1

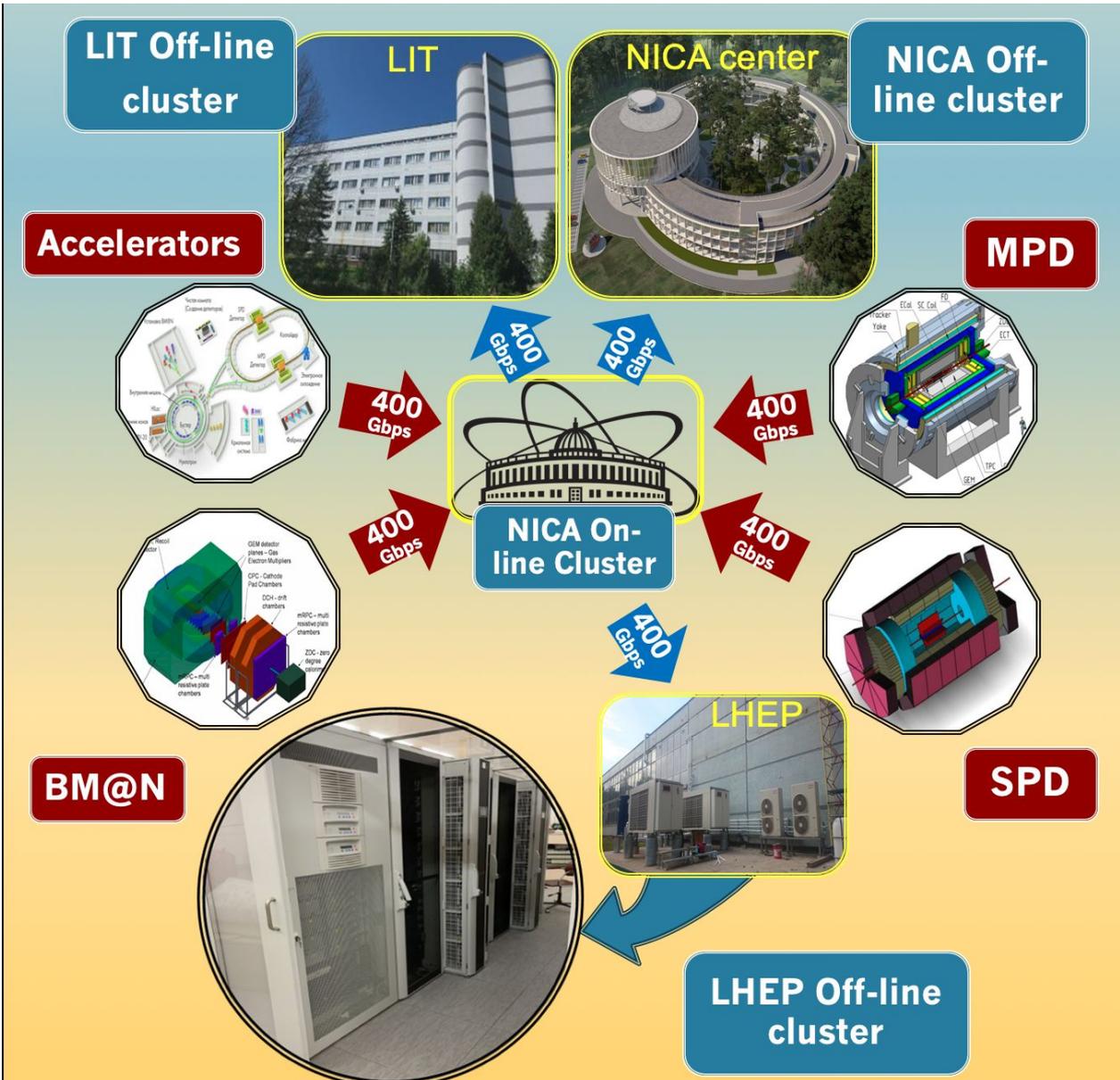
*по новым
контрактам*

0,9

*требуется
всего*

1,0

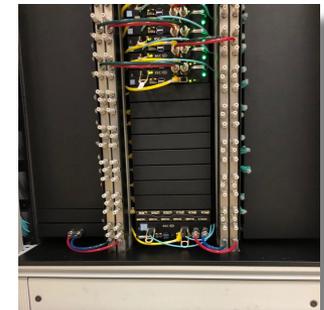
Сеть и компьютеринг для NICA



ЛИТ



Хранилище данных:
- 2017: 1 PB RAW /год
- план: 10 PB RAW /год



*Быстрая
дисковая
память в составе
суперкомпьютера
«Говорун»*

5. Создание каналов и установок для прикладных и инновационных исследований

Расходы, М\$

*по заключенным
контрактам
оплачено / осталось*

0,7 / 1,3

*по новым
контрактам*

13,6

*требуется
всего*

14,9

Технический проект каналов в к. 205 - Белгородский госуниверситет



Схема расположения каналов для прикладных исследований

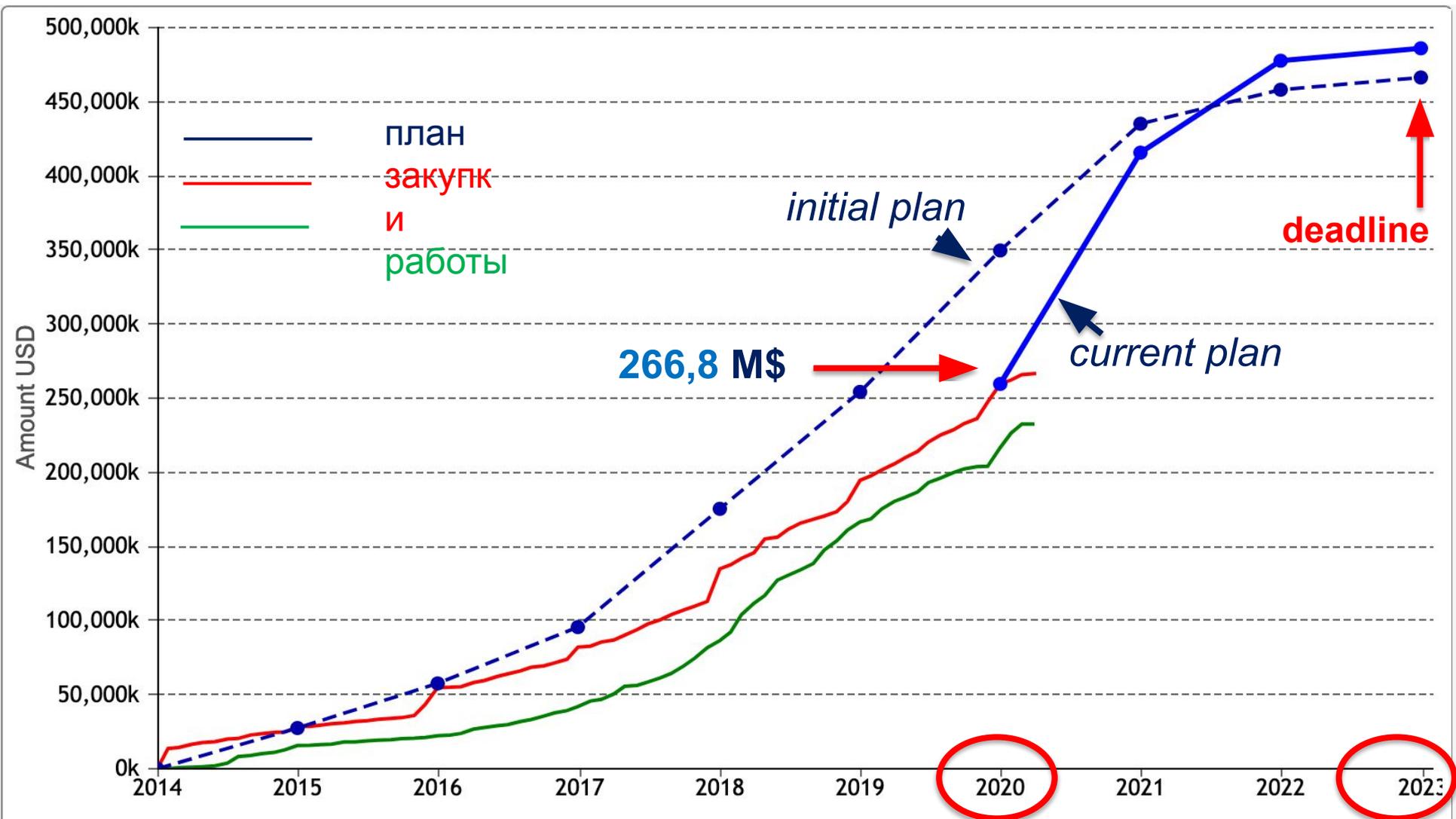
тендерная процедура выбора исполнителя по изготовлению оборудования каналов: ИТЭФ, ИФВЭ, ИЯФ СО РАН, Sigma-phi.

Запуск БК Комплекса NICA

Расходы, М\$

| | <i>по заключенным контрактам оплачено / осталось</i> | <i>по новым контрактам</i> | <i>требуется всего</i> |
|-----------------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|
| РФ <i>(14 400 MRub)</i> | 90,4 / 47,9 | 84,2 | 132,1 |
| ОИЯИ | 176,4 / 41,4 | 56,0 | 97,3 |
| Всего | 266,8 / 89,3 | 140,2 | 229,4 |

Прогресс в 2014 – 2019 и планы до конца 2022 (EVM диаграмма)



**Спасибо
за внимание!**