Status of the Factory of Super Heavy Elements and the Quality control system for construction of the DC-280 cyclotron

Igor Kalagin

FLEROV LABORATORY of NUCLEAR REACTIONS
JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH

Dubna 2018

Superheavy Elements (SHE) Factory – the Goals

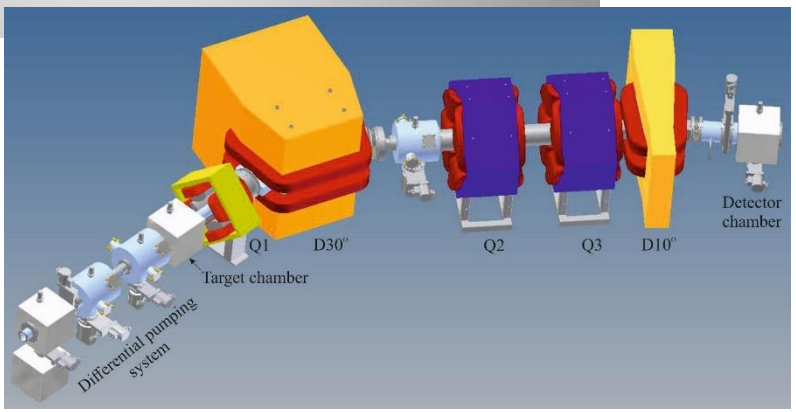
- **Experiments at the extremely low (σ<100 fb) cross sections:**
  - **Synthesis of new SHE in reactions with ^{50}Ti, ^{54}Cr ...;**
  - **Synthesis of new isotopes of SHE;**
  - **Study of decay properties of SHE;**

- **Experiments requiring high statistics:**
  - **Nuclear spectroscopy of SHE;**
  - **Study of chemical properties of SHE.**

SHE Factory

SHE Factory Building

High-current cyclotron DC-280



New facilities:

- New gas-filled separator
- Preseparator
- SHELS
- Etc.

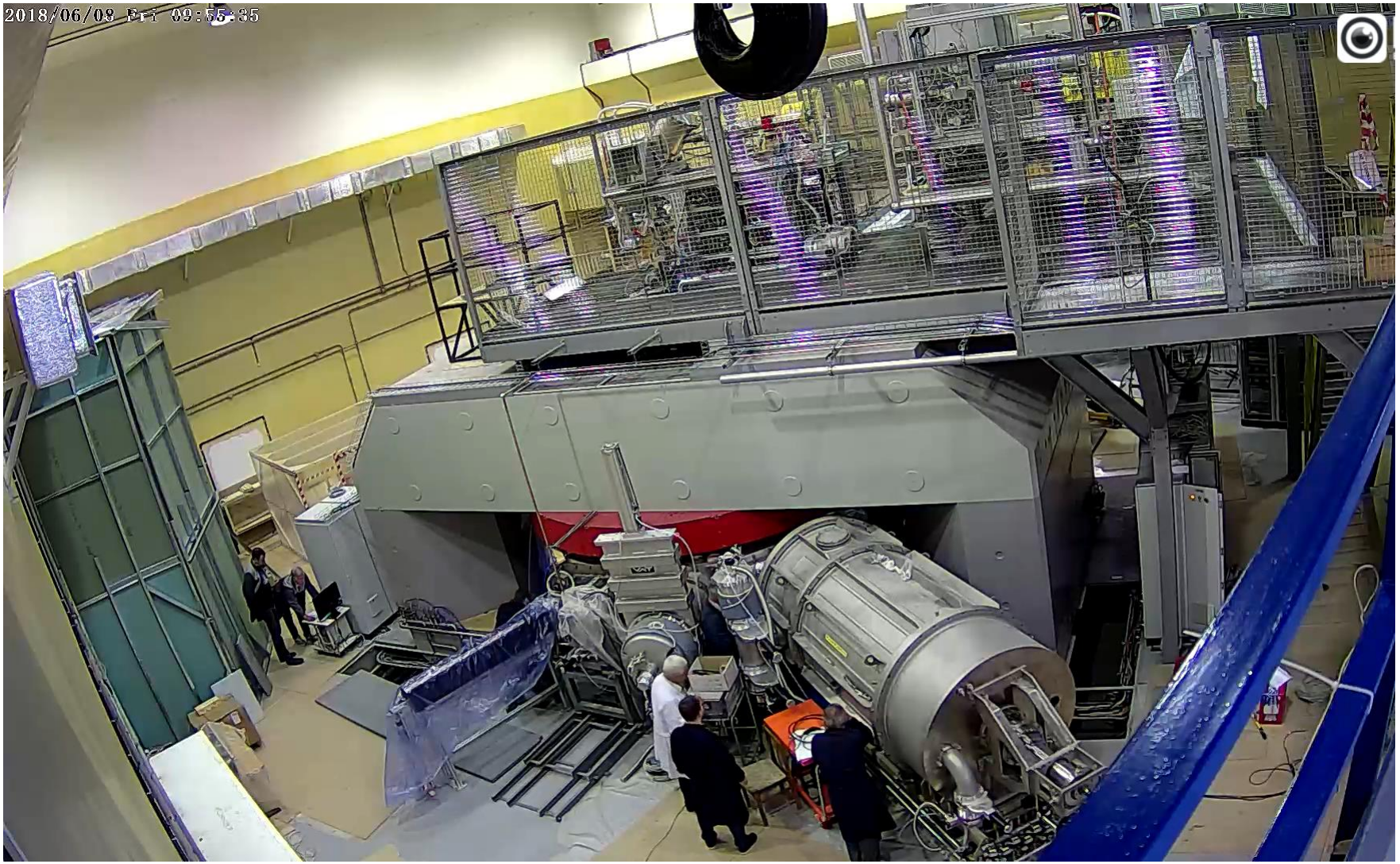
DC-280 cyclotron for stand-alone SHE factory

DC280 (expected) E=4÷8 MeV/A		
Ion	**Ion energy [MeV/A]**	**Output intensity**
^{7}Li	4	1×10^{14}
^{18}O	8	1×10^{14}
^{40}Ar	5	6×10^{13}
^{48}Ca	5	$0,6\text{-}1,2\times10^{14}$
^{54}Cr	5	2×10^{13}
^{58}Fe	5	1×10^{13}
^{124}Sn	5	2×10^{12}
^{136}Xe	5	1×10^{14}
^{238}U	7	5×10^{10}

DC-280
Main Parameters

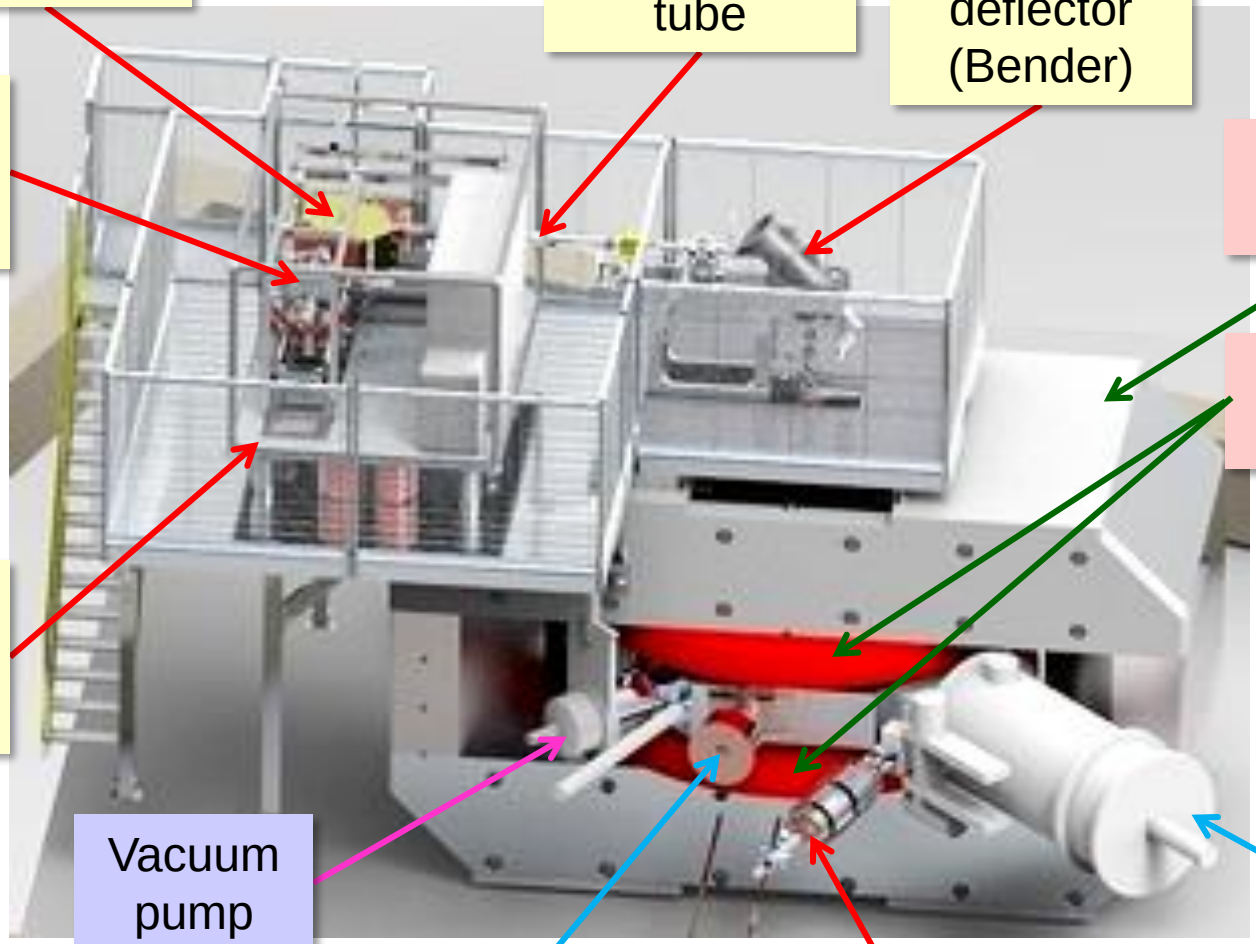
Ion sources	DECRIS-PM - 14 GHz Superconducting ECR (developing stage)
Injection energy	Up to 80 keV/Z
A/Z range	4÷7
Energy	4÷8 MeV/n
Magnetic field level	0.6÷1.3 T
K factor	280
Gap between plugs	400 mm
Valley/hill gap	500/208 mm/mm
Magnet weight	1000 t
Magnet power	300 kW
Dee voltage	2x130 kV
RF power consumption	2x30 kW
Flat-top dee voltage	2x14 kV

DC-280 cyclotron



Autonomous Launching and Tuning Works (LT Works)

Configuration of the DC-280



Beam injection system

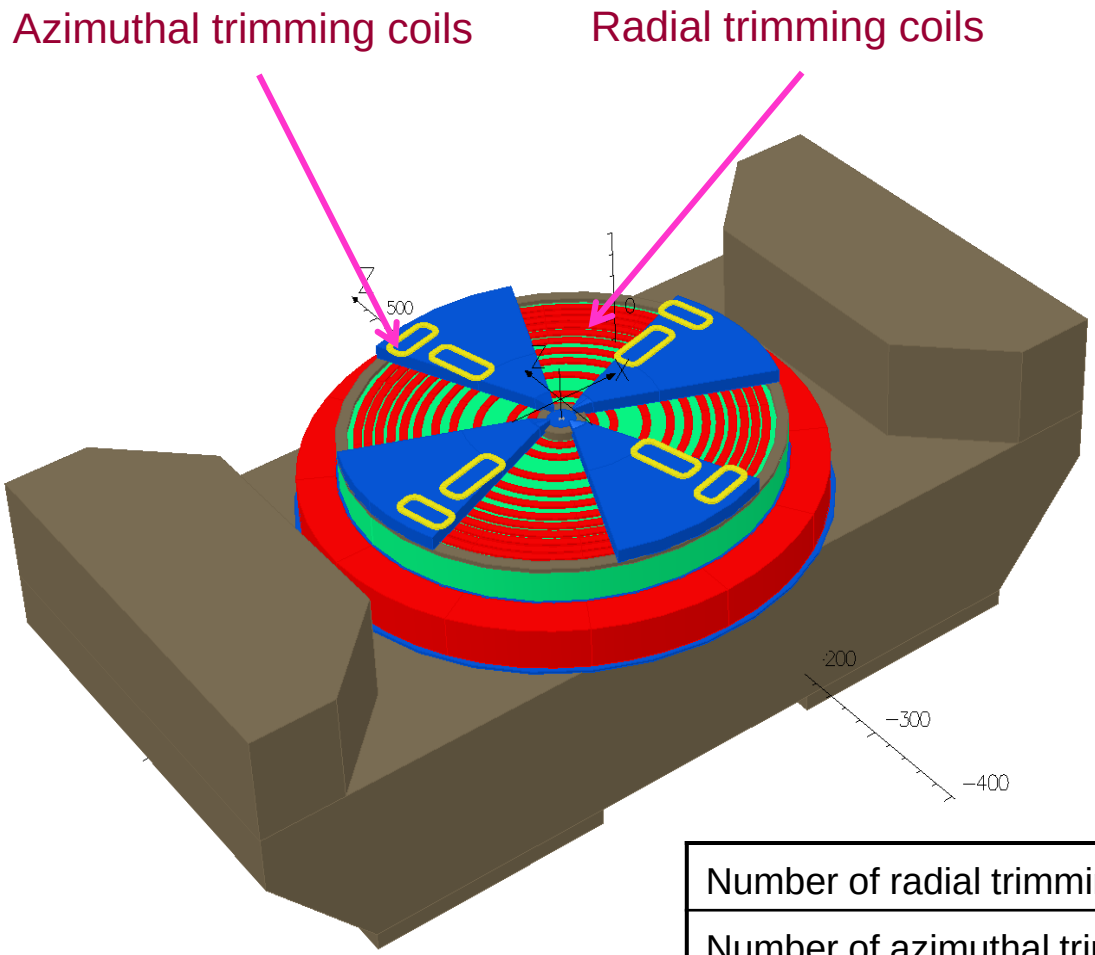
The HV platform (December 2017)

Area of the electrostatic deflector (Bender)

The DECRIS-PM ion source on the platform

Communications under the platform

Magnet trimming coils



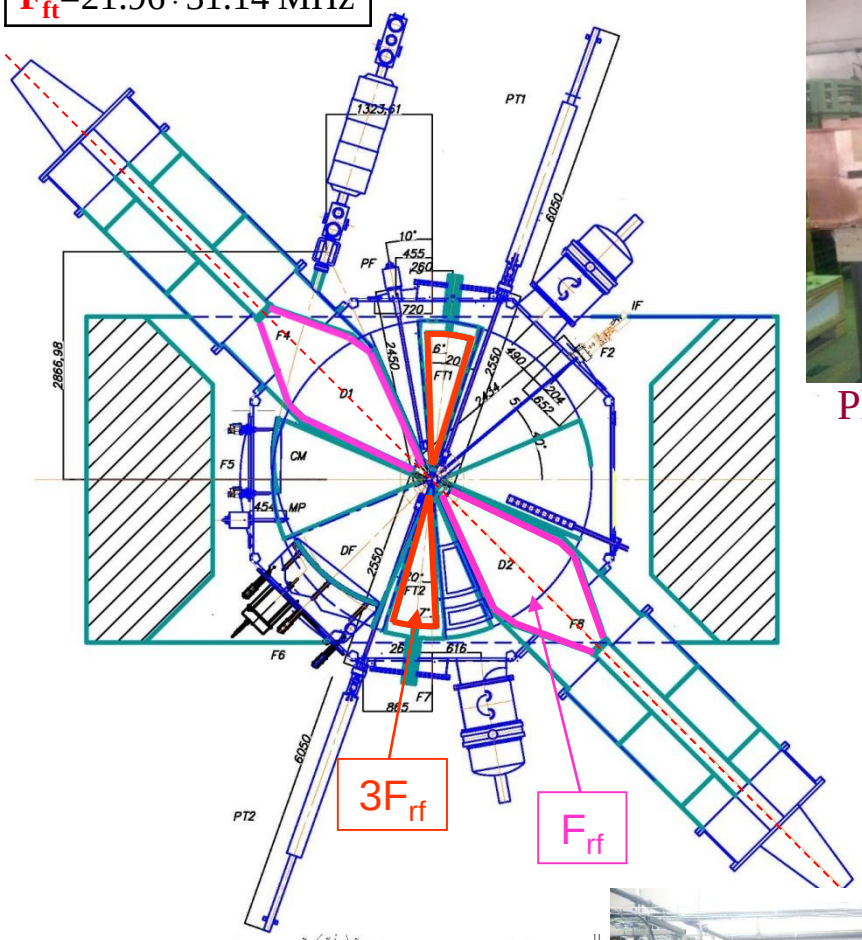
Number of radial trimming coils	11
Number of azimuthal trimming coils	8

Checking of magnetic field direction between trimming coils was carried out during Launching and Tuning Works

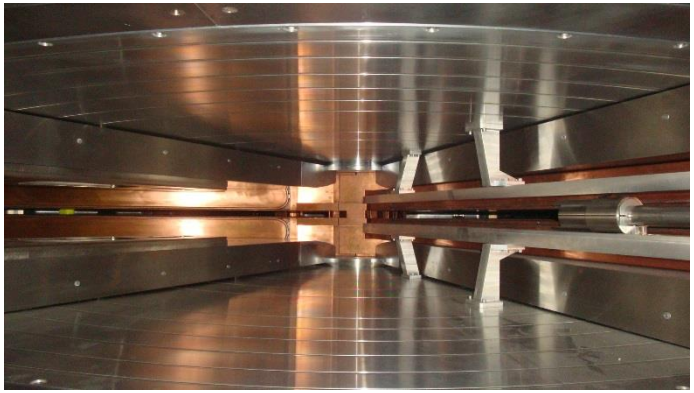
RF system

F_{rf}=7.32÷10.38 MHz

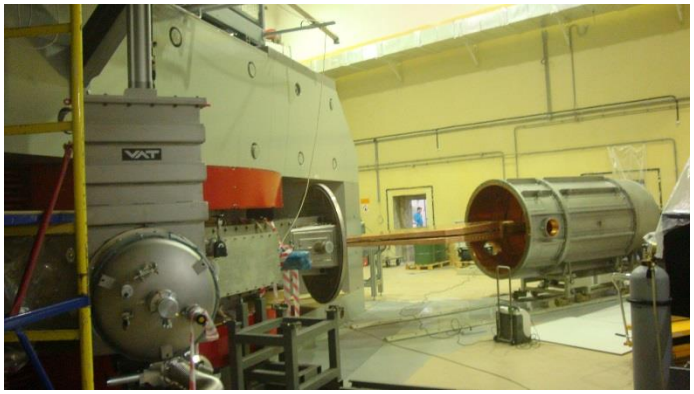
F_{ft}=21.96÷31.14 MHz



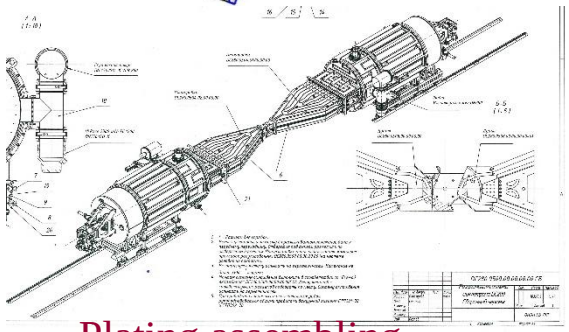
Plating (antidee)



Platings inside the vacuum chamber

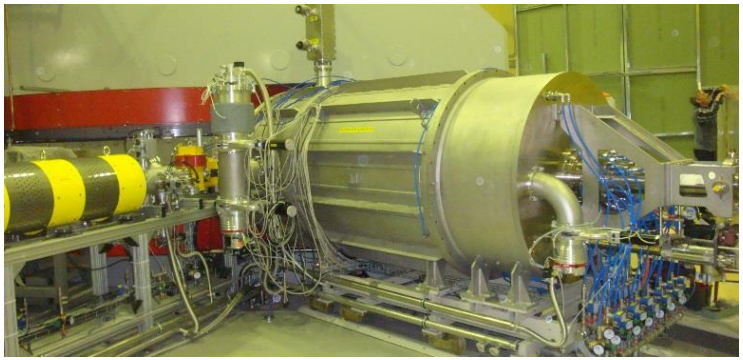


Installation of dee (Feb. 2018)



Plating assembling

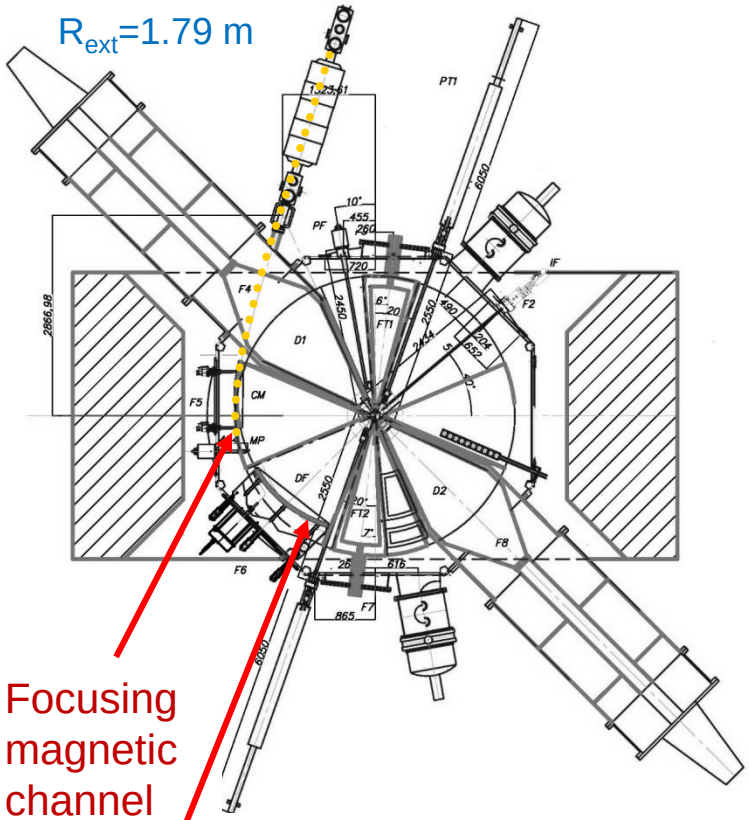
RF generators



RF resonator (June 2018)

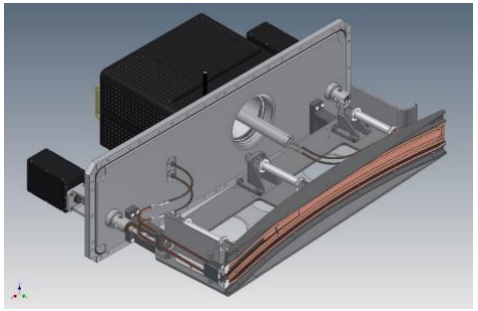
Beam extraction system

Extraction radius of
R_{ext}=1.79 m

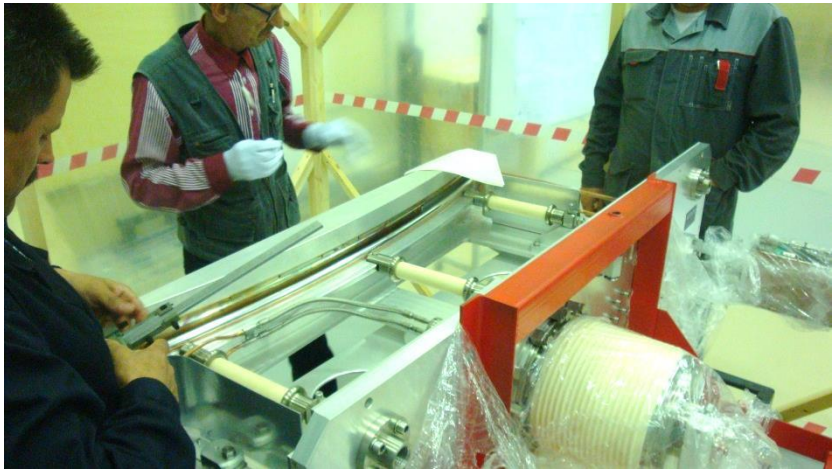


Focusing magnetic channel

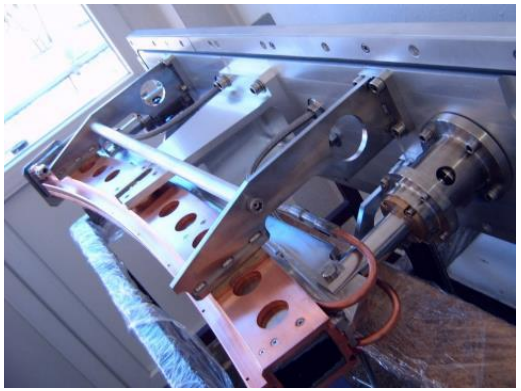
Electrostatic deflector



Electrostatic deflector
L=1.8 m, E=90 кВ/см

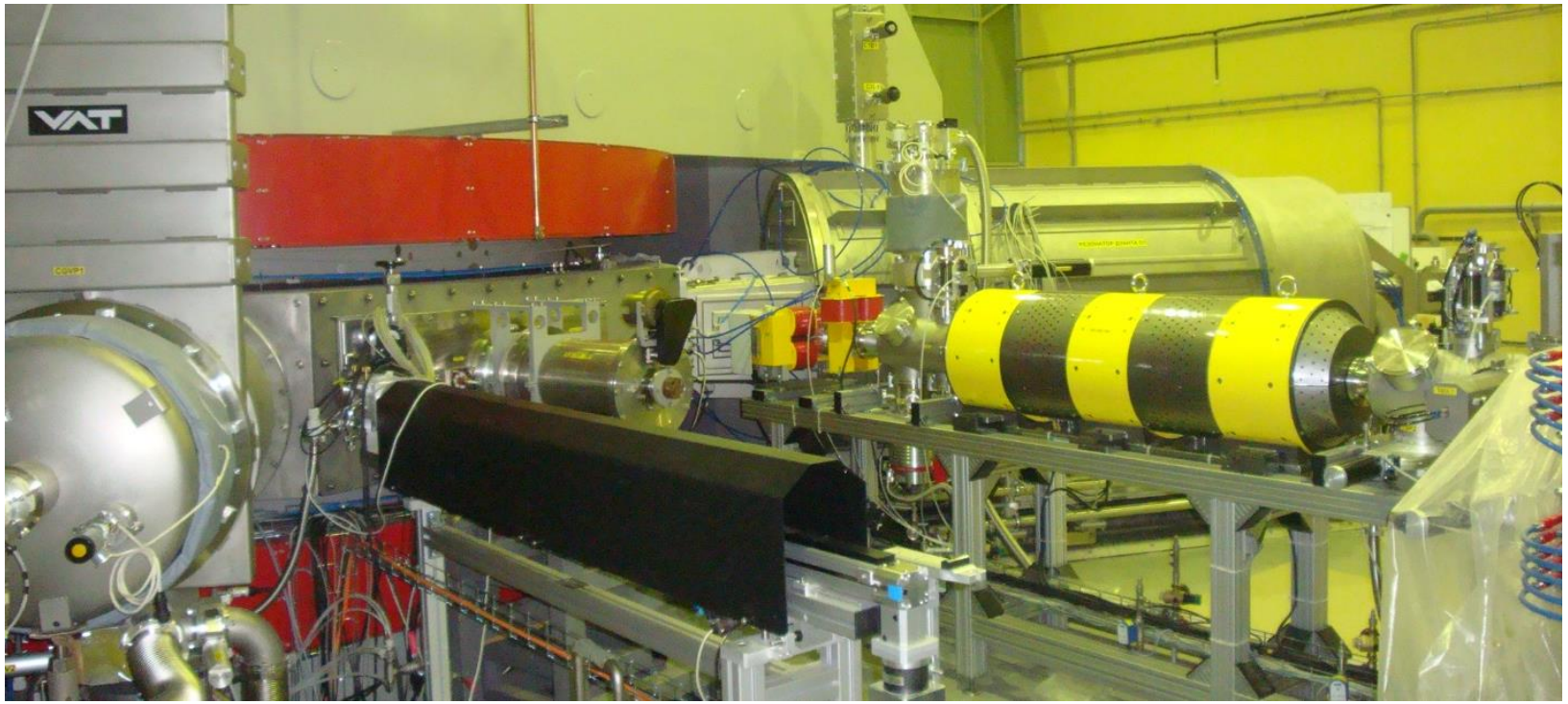


Assembling of the deflector



Magnetic channel
L=0.9 m, G=4.6÷8.4 T/m

Radial current probe, flat-top resonator, extraction channels



Flat-top resonator

Beam transport channels

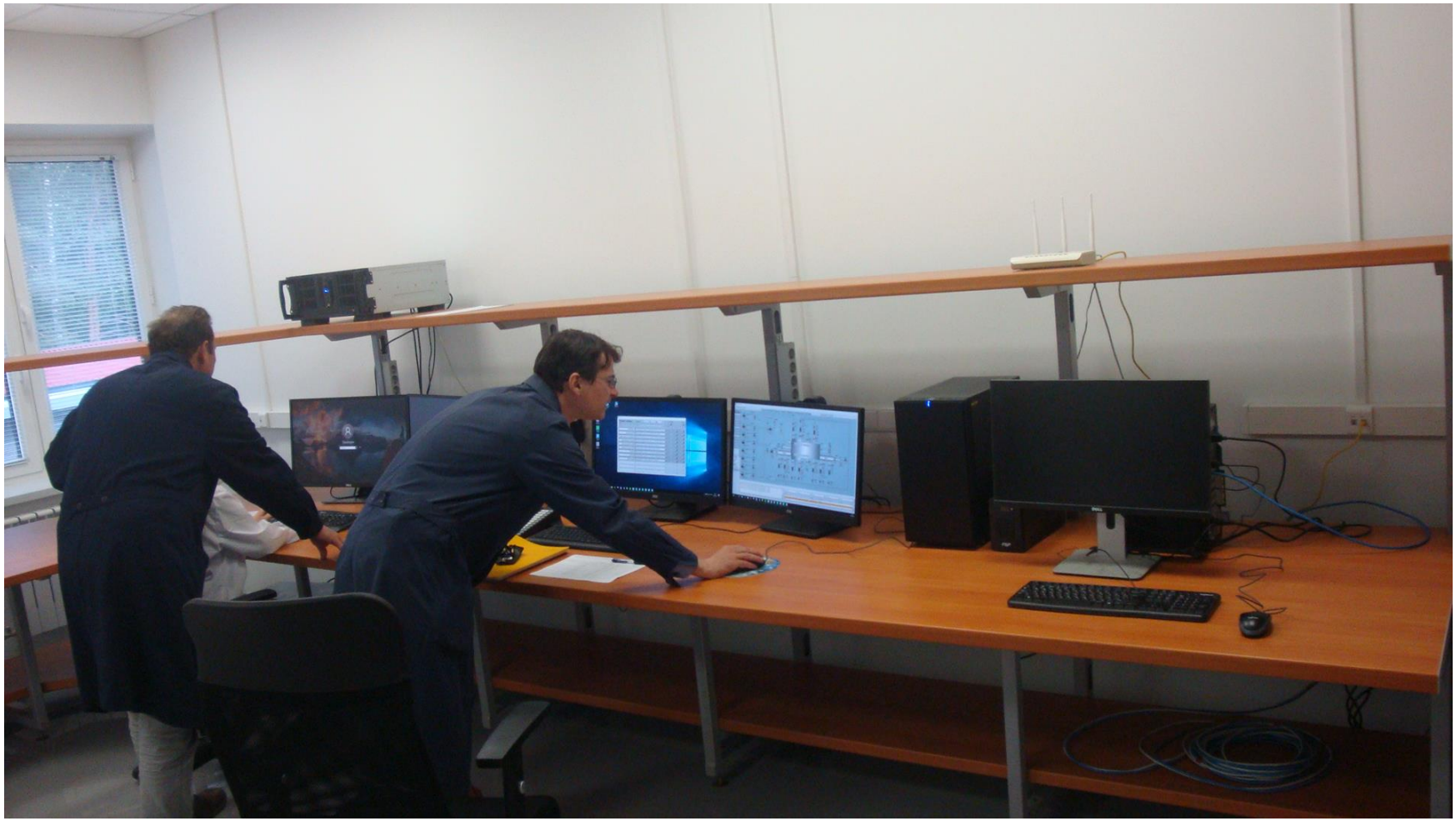
Control and power supply systems

Power supplies of cyclotron

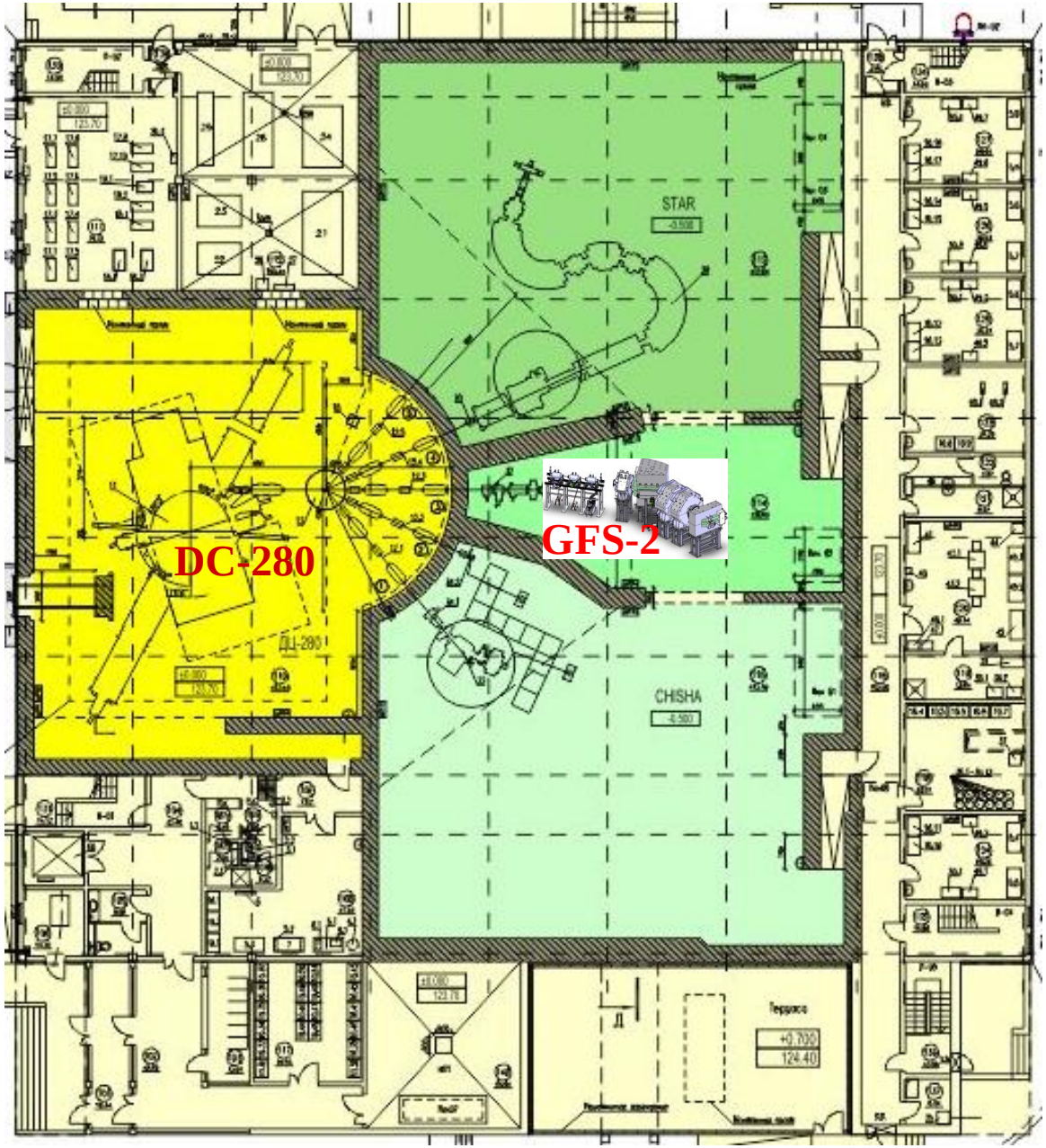
Power supplies of injection

Water cooling system

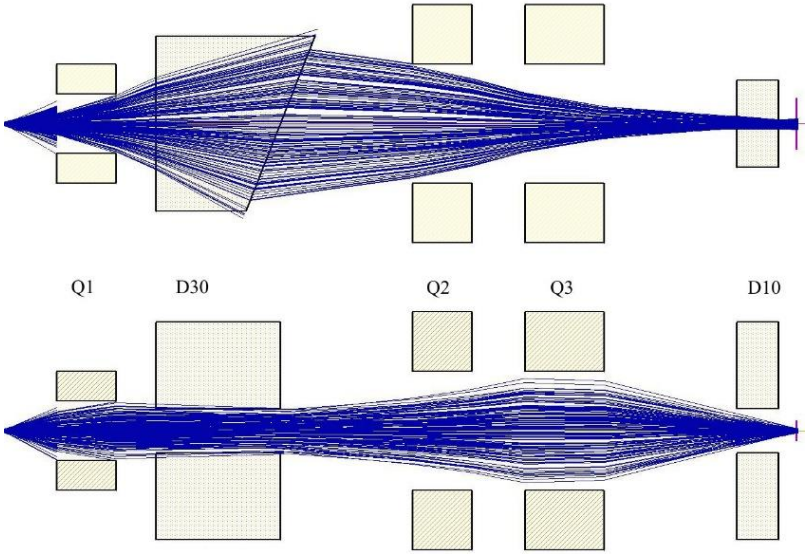
DC-280 control room



Plan of the 1-st floor of the SHE Factory

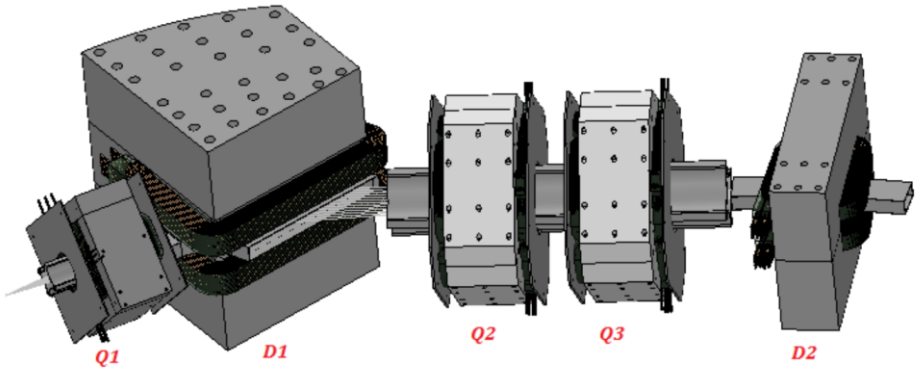


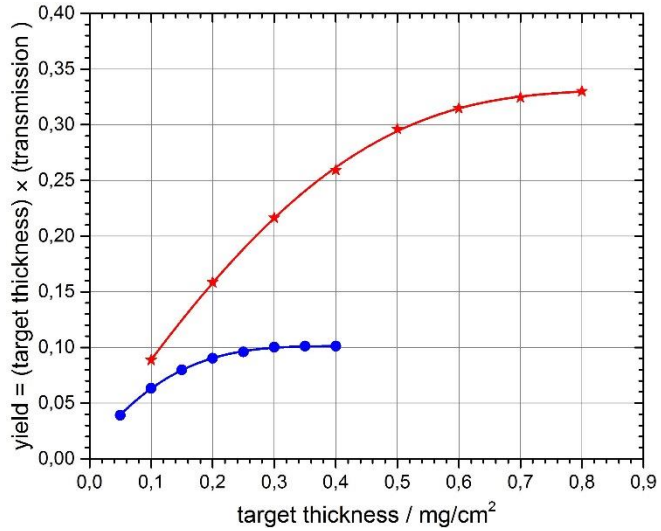
New FLNR gas-filled separator (contracted)



SIGMAPHI
MAGNETS AND BEAM TRANSPORT

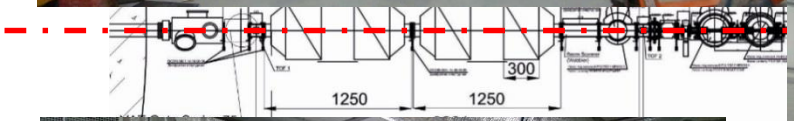
Technical Design Report No 412923





Reaction	Transmission
$^{244}Pu(^{48}Ca,3n)^{289}114$	60 %
$^{244}Pu(^{58}Fe,4n)^{298}120$	75 %

Arrangement of GFS-2 at the beam line No3



Installation of magnets: June 2018

Commissioning: Sept. – Oct. 2018

Obtaining licenses and permits : Nov. 2018

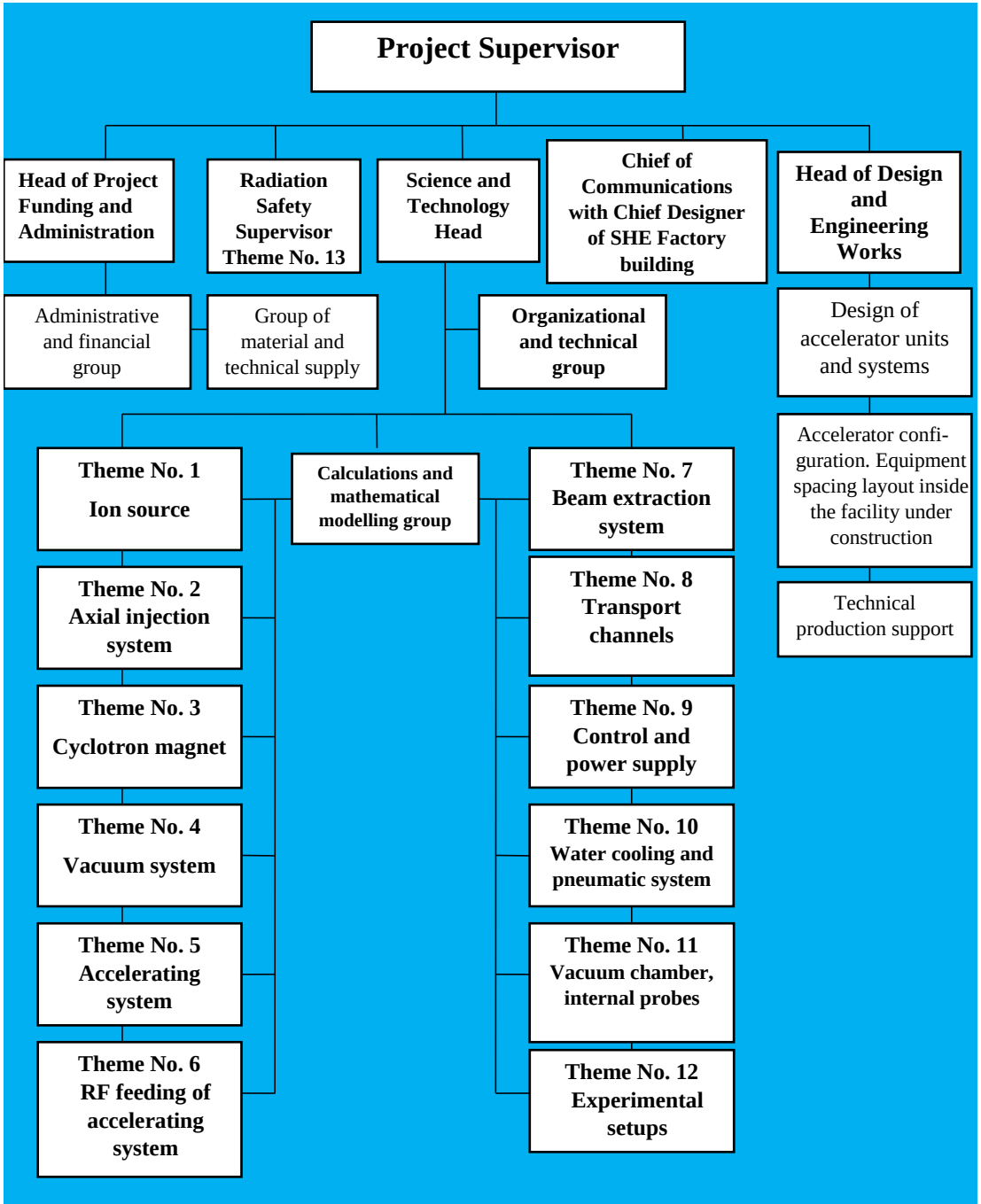
Quality control system for construction of the DC-280 cyclotron

The DC-280 cyclotron was constructed in compliance with the Quality Assurance System under standard GOST R ISO 9001

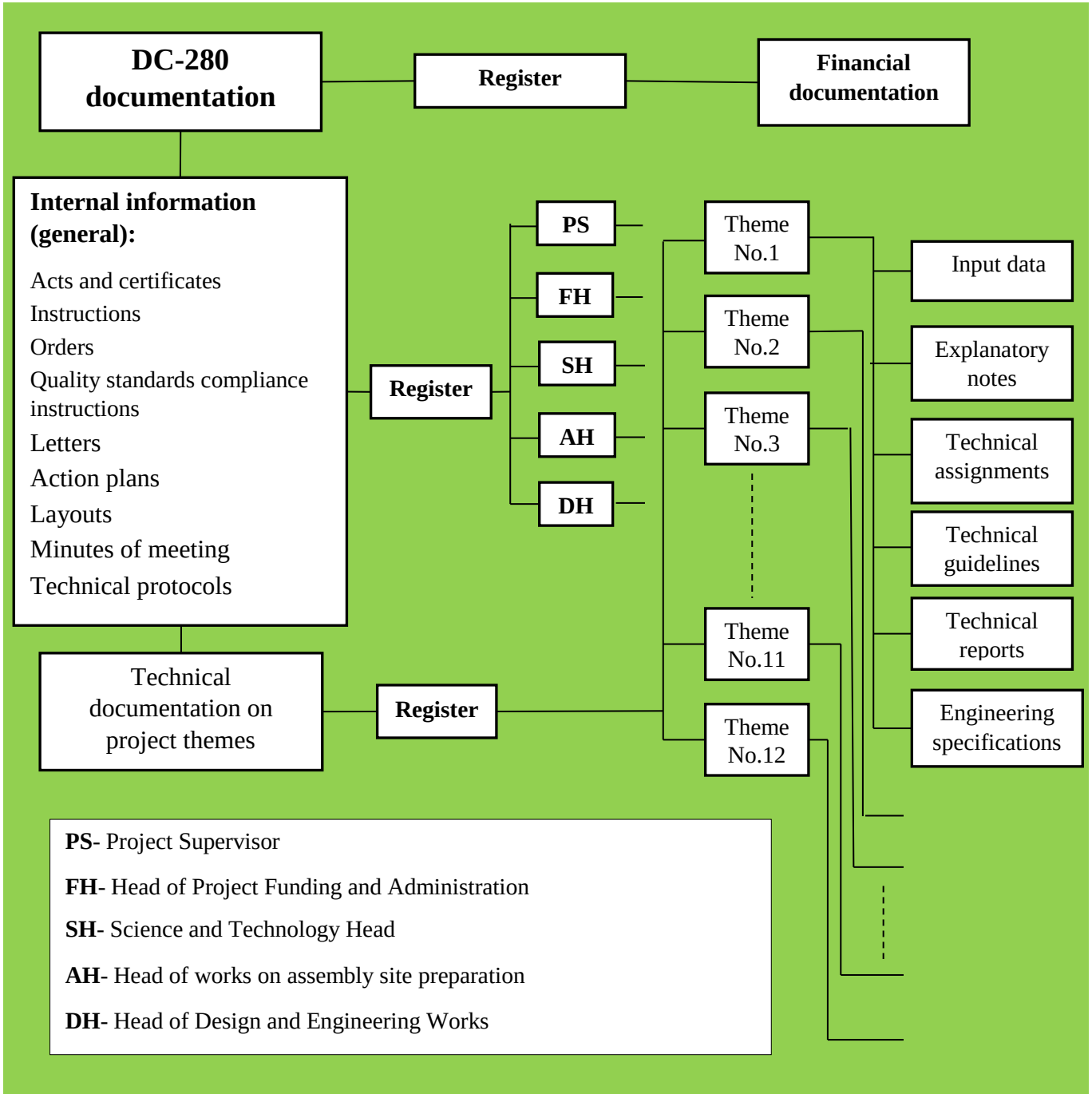
The Quality Assurance System defines:

- **Project structure management**
- **Types of official documents, procedures for their preparation, processing, storage, and classification**
- **Stages of the DC-280 project implementation**

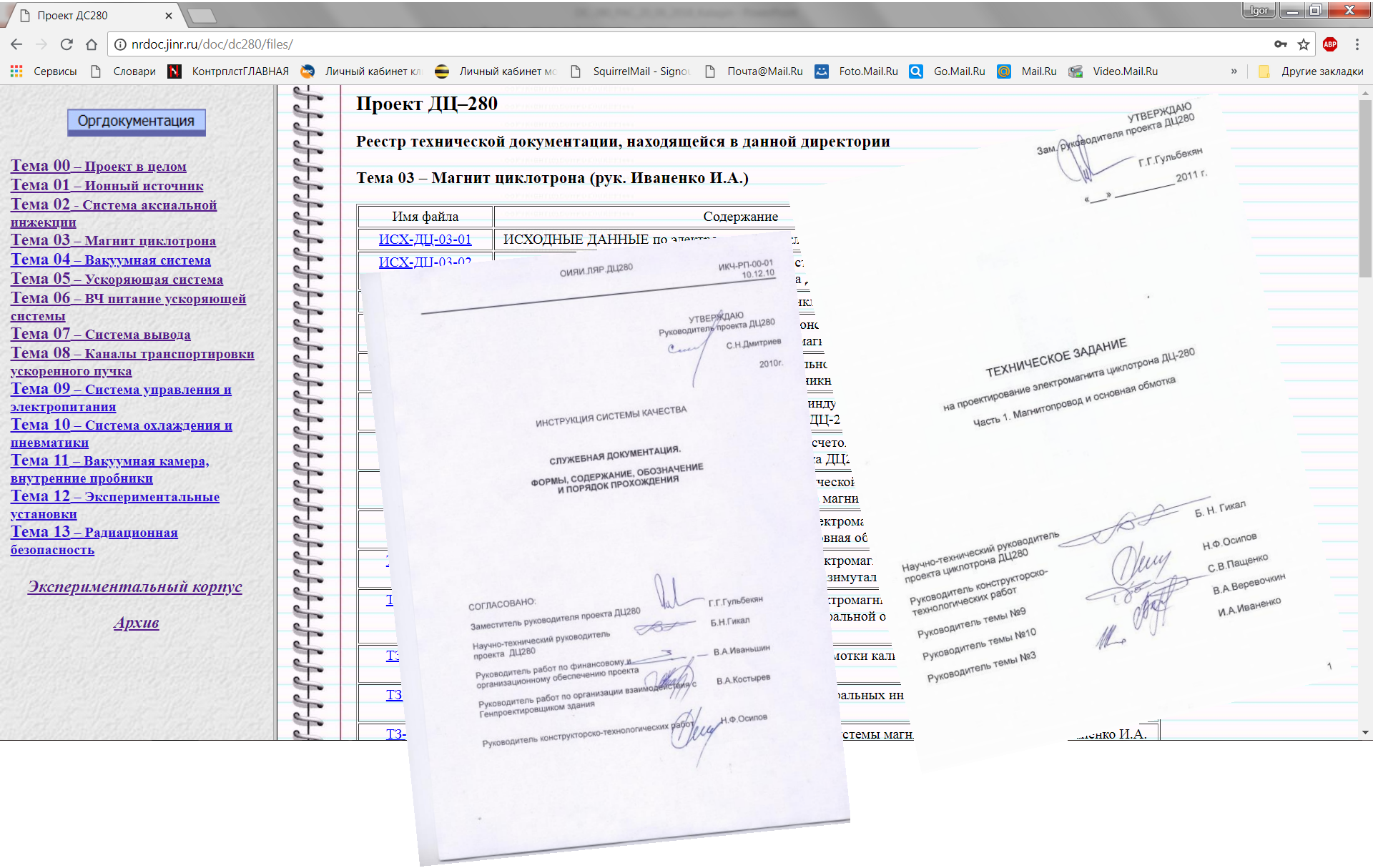
The project structure management



The structure of the DC-280 documentation catalogue



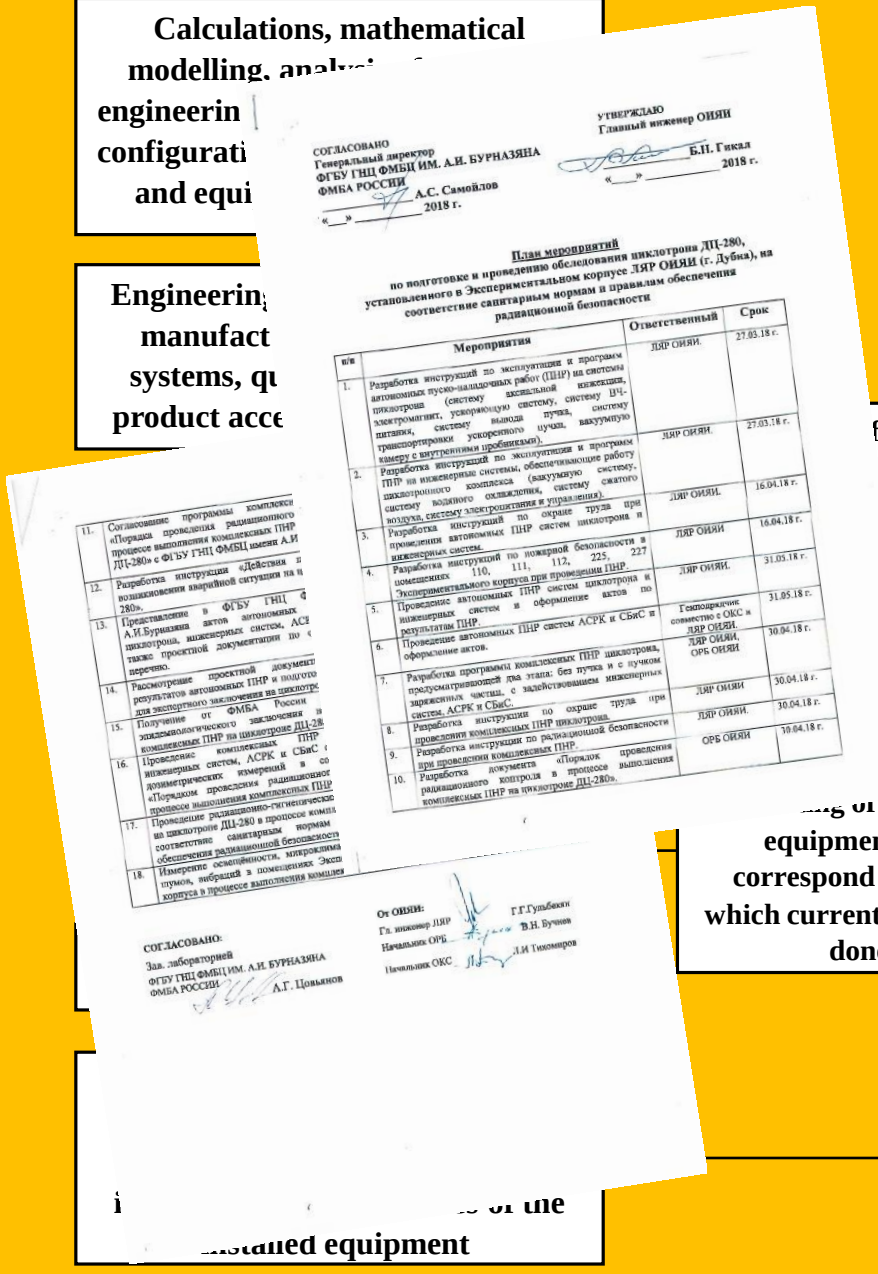
The DC-280 documentation catalogue



Stages of the DC-280 project implementation

Calculations, mathematical modelling, analysis of engineering configurations and equipment

Engineering, manufacturing systems, quality product acceptance



СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ФГБУ ГНЦ ФМБЦ ИМ. А.И. БУРНАЗЯНА
ФМБА РОССИИ
_____ А.С. Самойлов
«___» _____ 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ
Главный инженер ОИЯИ
_____ Б.Н. Гикал
«___» _____ 2018 г.

План мероприятий
по подготовке и проведению обследования циклотрона ДЦ-280, установленного в Экспериментальном корпусе ЛЯР ОИЯИ (г. Дубна), на соответствие санитарным нормам и правилам обеспечения радиационной безопасности

п/п	Мероприятия	Ответственный	Срок
1.	Разработка инструкций по эксплуатации и программам автономных пуско-наладочных работ (ПНР) на системы циклотрона (систему аксиальной инжекции, электромагнит, ускоряющую систему, систему ВЧ-питания, систему вывода пучка, вакуумную транспортировки ускоренного пучка, систему камеру с внутренними пробниками).	ЛЯР ОИЯИ.	27.03.18 г.
2.	Разработка инструкций по эксплуатации и программам ПНР на инженерные системы, обеспечивающие работу циклотрона (вакуумную систему, систему сжатого воздуха, систему электроснабжения и управления).	ЛЯР ОИЯИ.	27.03.18 г.
3.	Разработка инструкций по охране труда при проведении автономных ПНР систем циклотрона и инженерных систем.	ЛЯР ОИЯИ.	16.04.18 г.
4.	Разработка инструкций по пожарной безопасности в помещениях 110, 111, 112, 225, 227 Экспериментального корпуса при проведении ПНР.	ЛЯР ОИЯИ.	16.04.18 г.
5.	Проведение автономных ПНР систем циклотрона и инженерных систем и оформление актов по результатам ПНР.	ЛЯР ОИЯИ.	31.03.18 г.
6.	Проведение автономных ПНР систем АСРК и СБиС и оформление актов.	Совместно с ОКС и ЛЯР ОИЯИ, ОРБ ОИЯИ.	31.05.18 г.
7.	Разработка программы комплексных ПНР циклотрона, предусматривающей два этапа: без пучка и с пучком заряженных частиц, с задействованием инженерных систем, АСРК и СБиС.	ЛЯР ОИЯИ.	30.04.18 г.
8.	Разработка инструкции по охране труда при проведении комплексных ПНР циклотрона.	ЛЯР ОИЯИ.	30.04.18 г.
9.	Разработка инструкции по радиационной безопасности при проведении комплексных ПНР.	ЛЯР ОИЯИ.	30.04.18 г.
10.	Разработка документа «Порядок проведения радиационного контроля в процессе выполнения комплексных ПНР на циклотроне ДЦ-280».	ОРБ ОИЯИ	30.04.18 г.

СОГЛАСОВАНО:
Зав. лабораторией
ФГБУ ГНЦ ФМБЦ ИМ. А.И. БУРНАЗЯНА
ФМБА РОССИИ _____ А.Г. Цовьянов

От ОИЯИ:
Гл. инженер ЛЯР _____ Г.Г. Гульбекян
Начальник ОРБ _____ В.Н. Бучин
Начальник ОКС _____ Л.И. Тихомиров

facturer provides assurance: post-process ck monitoring by the Technical Monitoring certificates processing; n-line process quality control

September 2018

embers carry out ng of products and allied equipment in conditions that correspond to the real ones under which current facilities operate can be done, if necessary.

installed equipment

June 2018

Autonomous LTWs without ion acceleration. Complex LTW programme for the DC-280

Project documentation sent to the Federal Medical and Biological Agency of Russia (FMBA)

FMBA expert conclusion certificate for the DC-280 cyclotron and permission for complex LTWs

Complex LTWs for the DC-280 cyclotron with the acceleration of testing ions. FMBA dosimetry measurements, sanitary and epidemiological studies

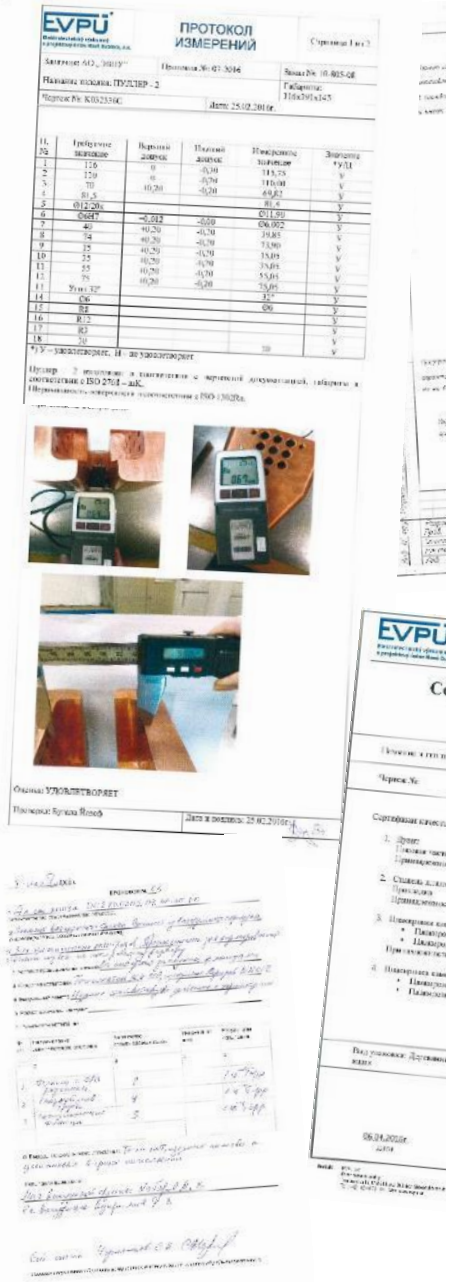
DC-280 cyclotron complex operability certificate

November 2018

FMBA sanitary and epidemiological conclusion for the approval of works at the DC-280

Act of commissioning of the DC-280 cyclotron

Protocols, acts, passports, certificates of DC-280 equipment



ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ

Паспорт

Магнит коррекции СМ ± 0.34 (далее изделие) заводской N 2/2013

изготовлен предприятием NUCLEAR & VACUUM

заполняется предприятием–изготовителем

в соответствии с договором NUCLEAR & VACUUM

заполняется предприятием–изготовителем

и имеет следующие технические характеристики:

N п/п	Наименование технического параметра	Величина проектная	
1	Межполюсный зазор, мм	180 ± 0.2	180
2	Параллельность поверхности полюсов в рабочей зоне с допуском, мм	0.05	0,02
3	Магнитная индукция номинальная, G, Гаусс	263 ± 1%	249,88
4	Неоднородность индукции магнитного поля в рабочей зоне ± 40 мм.	< ± 4 %	3,19
5	Эффективная длина магнита коррекции по полю на центральной траектории в средней плоскости зазора при Iном, мм	62 ± 5	63,14
6	Угол отклонения, °	±0.34	0,34
7	Омическое сопротивление катушки при t=20°C, Ом	1.02 ± 5 %	1,02
8	Сопротивление изоляции обмотки при 500В постоянного тока, МОм	>1	10
9	Электрическая прочность изоляции обмотки относительно корпуса при напряжении 500В 50Гц в течение 1мин, –	Без пробоев и утечек	
10	Номинальный ток при максимальной индукции, А	12.83 А ±5%	12
11	Длина полюса магнита, мм	500 ± 0.5	500

Предприятие NUCLEAR & VACUUM

заполняется предприятием–изготовителем

гарантирует работоспособность изделия в течении трех лет с момента изготовления, но не более 12 месяцев с момента передачи потребителю.

Свидетельство о приемке

Изделие, заводской номер которого указан выше, проверено, принято ОТК предприятия–изготовителя и признано годным к эксплуатации.

Представитель ОТК _____ Барцева

М.П. Подпись Фамилия

Дата "13" 01 2014 г.

КОПИЯ УЧТЕНА

Перв. примен. DC110.0206.00.00.00

Справ. N° DC110

Подпись и дата

Инв. N° подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N° | Инв. N° дубл.

DC350.0205.00.00.00.ПС

Разраб.	Костюхов			Лит.	Лист	Листов
Пров.	Бехтерев		12.12.13			1
Соглас.					
Рук.темы					
Утв.					

Магнит коррекции IxCMy – ±0,34 циклотрона DC–350 Паспорт

Объединенный институт ядерных исследований г.Дубна

АКТ

ПРОТОКОЛ № 52

Лаборатория ядерных реакций

Conclusion

- Autonomous LTWs of all the DC-280 cyclotron systems are being carried out. The GFS-2 separator is being assembled. Documents for obtaining the FMBA permission on Complex LTWs with acceleration of testing ions are being prepared.
- All products and systems for the SHE Factory were designed and manufactured in compliance with the Quality Assurance System.

THANKS FOR YOUR ATTENTION!