



Modernization and Development of Kurchatov Center of Synchrotron Radiation and Nanotechnology

A.Anoshin, M.Blokhov, V.Leonov, E.Fomin, G.Kovachev,
V.Korchuganov, M.Kovalchuk, Yu.Krylov, V. Kvardakov,
M.Martynenko, V.Moryakov, D.Odintsov, S.Pesterev, S.Tomin,
Yu.Tarasov, V.Ushkov, A.Valentinov, A.Vernov, Yu.Yupinov,
A.Zabelin, S.Zheludeva
(RRC Kurchatov Institute, Moscow, Russia)



Content

- 1. Layout of the accelerator complex of KCSRNT***
- 2. The work of accelerator complex– SR sources***
- 3. Modernization of systems***
- 4. Plan of Development of accelerator complex– SR sources***
- 5. Science programs of works at SR stations***



1. *Kurchatov Center of Synchrotron Radiation and Nanotechnology (KCSRNT) includes:*

- **1) Dedicated Source of Synchrotron Radiation with**
 - electron storage ring “Siberia-1” (VUV and Soft X-ray) and
 - electron storage ring “Siberia-2” (X-ray radiation)
- **2) The Shared Centre of SR in priority goals:**
 - nanotechnology and material science,
 - biotechnologies,
 - live systems,
 - microsystem technology.

Structure of the Shared Centre of SR:

**3 experimental VUV stations,
10 experimental station of X-ray range,
new SR stations.**



1. Linac

$E = 80 \text{ MeV}$

$I = 0.2 \text{ A}$

$\Delta E/E = 0.005$

$T = 18 \text{ ns}$

$F_{\text{rep}} = 1 \text{ Hz}$

KCSR accelerator facility layout

2. Siberia-1 storage ring

$E = 450 \text{ MeV}$

$I = 0.2 - 0.3 \text{ A}$ (single bunch)

$C = 8.68 \text{ m}$

$B = 1.5 \text{ T}$

$T_0 = 29 \text{ ns}$

$T_{\text{rep}} = 25 \text{ s}$

3. Siberia-2 storage ring

$E = 2500 \text{ MeV}$

$I = 0.3 \text{ A}$ (multibunch)

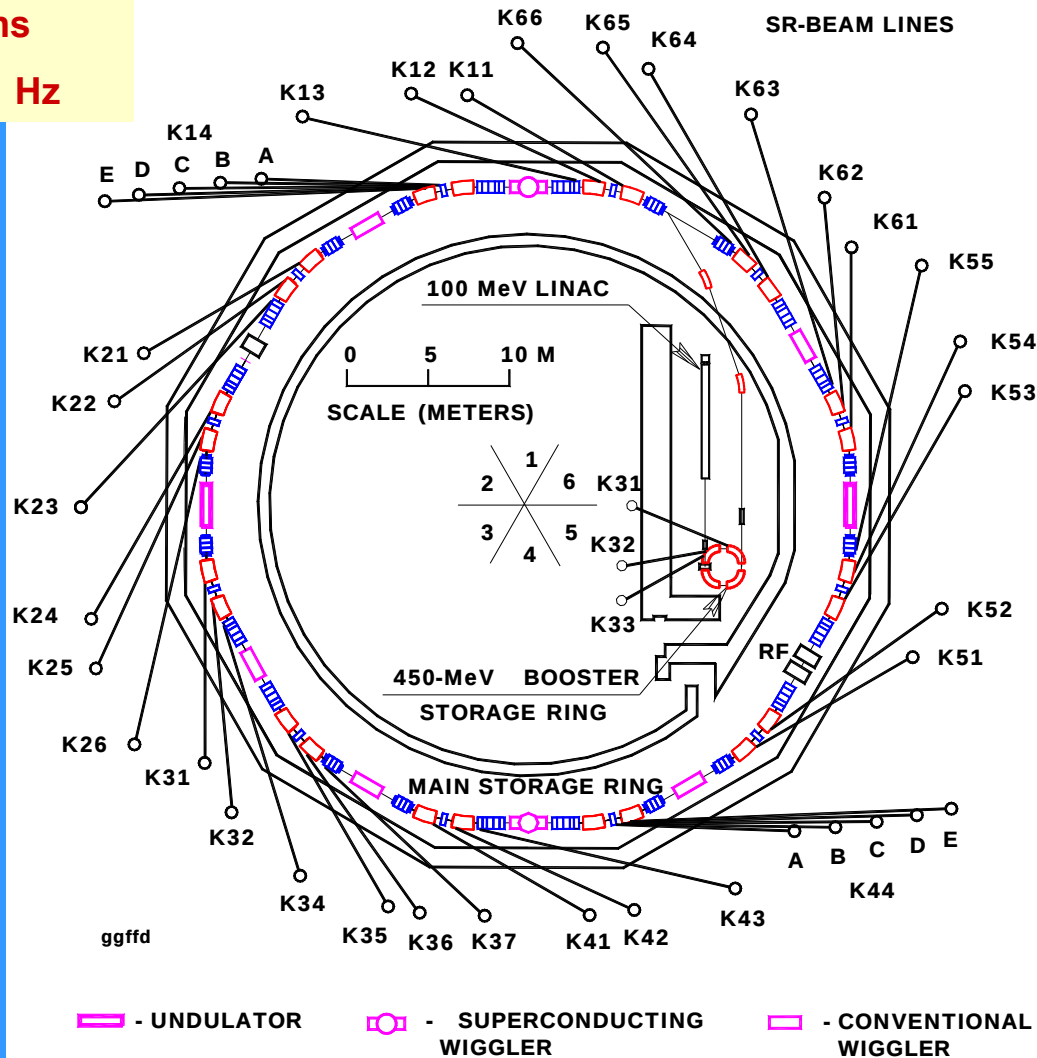
$C = 124.13 \text{ m}$

$B = 1.7 \text{ T}$

$T_0 = 414 \text{ ns}$

$\tau = 5 \text{ hrs}$

4. Two transfer lines





Linear Accelerator

Andreev's structure – discs with radial supports and diaphragms with holes $d=8.7$ mm. Work on captured power, standing microwave of 2856MHz.

Electron gun: 40 kV, 4A, 18 ns

$E = 80$ МэВ, $L = 6$ m,

$U=15$ MeV/m, $R_s=95$ MHom/m,

Emittances $< 10E-6$ m-rad

$I = 0.2$ A, $\Delta E/E = 0.005$

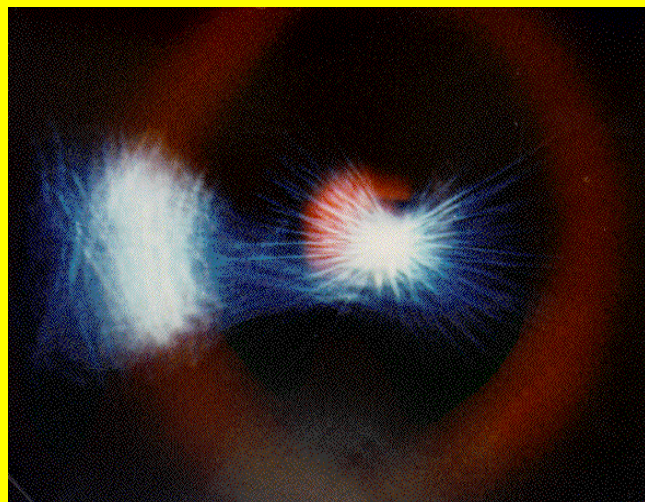
$T < 15$ нс, $F_{rep} = 1$ Гц





Small storage ring «SIBERIA-1»

First SR beam from BM,
1982, bld.140.
Injector - Linac «Jet»



- $E = 0.45$ GeV, $I = 200$ mA (340mA-max)
- Crit. Phot. En. - 0.21 keV (VUV, Soft X-ray)
- Diameter - 2.75 m
- Hor. emittance - $8 \cdot 10^{-7}$ m-rad
- Life time (100mA) - 1-1.5 hrs
- Stand. Bunch length - 30 cm
- SR pulse duration - 2.35 ns (FWHM)
- SR pulse frequency - 34.52 MHz



Dedicated storage ring «SIBERIA-2»

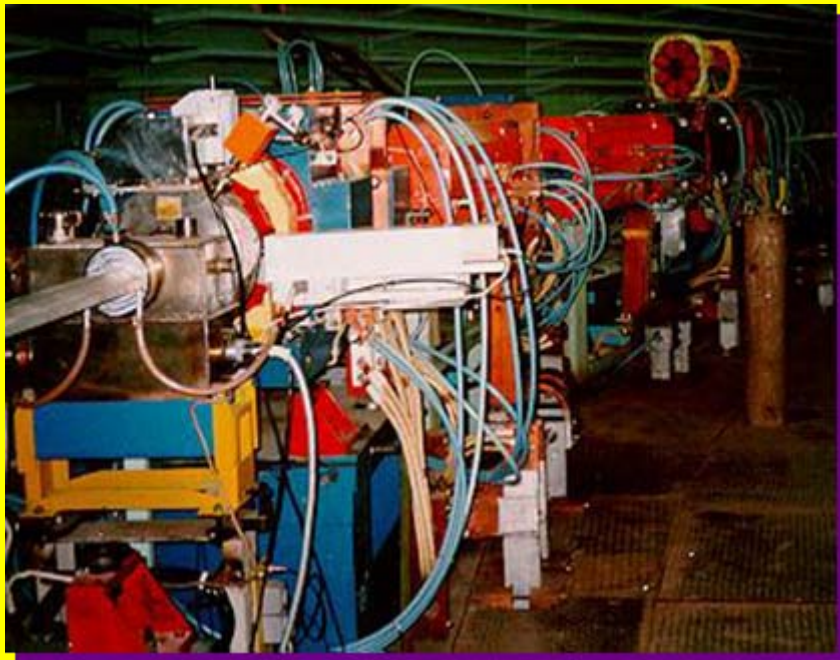
SR Source in X-ray spectrum

- $E = 2.5 \text{ GeV}$, $I = 100\text{-}300 \text{ mA}$
- BMs critical energy – 7.2 keV
- Diameter – 40 m
- Hor. emittance – $9 \cdot 10^{-8} \text{ m-rad}$
- Life time (100 mA) – $10 \div 14 \text{ hrs}$
- Stand. bunch length – 1.84 cm

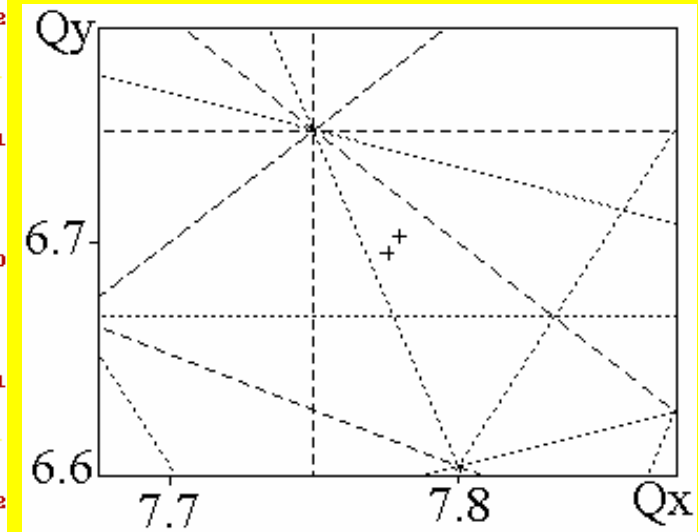
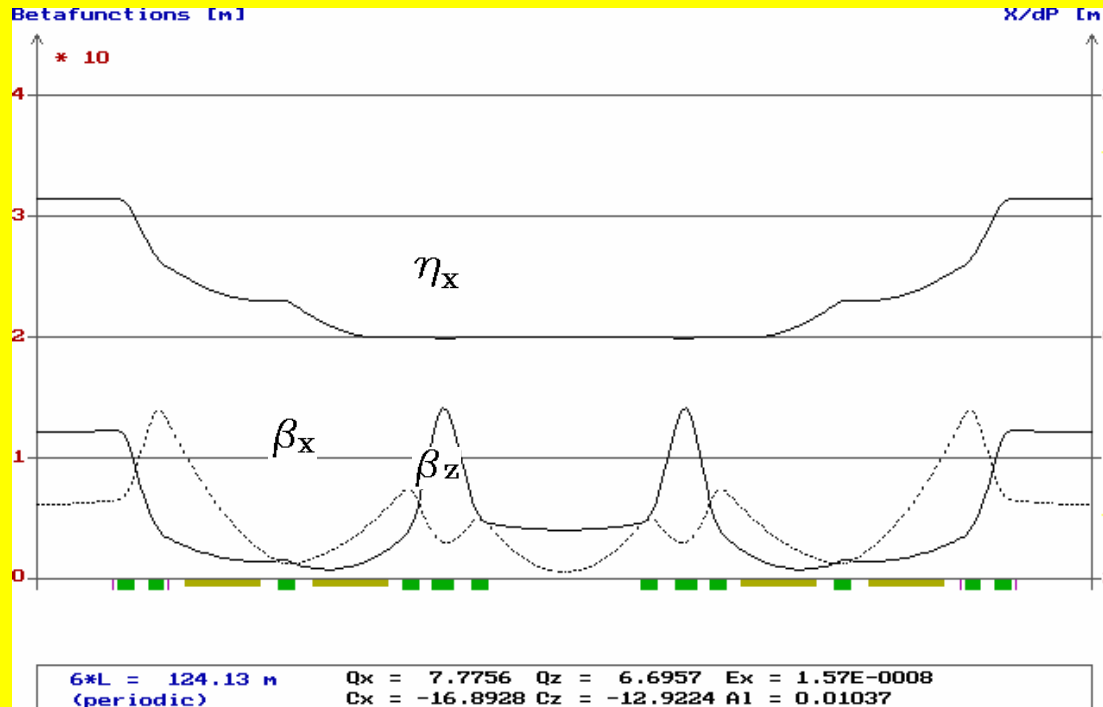
39 SR channels - project

SR pulse duration – 0.14 ns (FWHM)

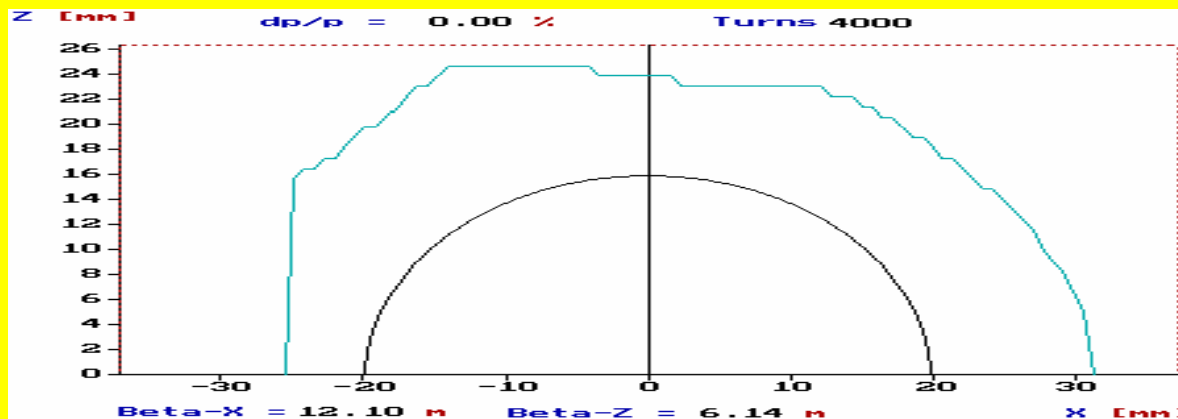
SR sequence period - $5.5 \div 414 \text{ ns}$



Siberia-2 optical functions and DA



$$V_x = 7.772 \quad V_y = 6.692$$



$$2V_x + 2V_y = 29 ,$$

$$3V_x + V_y = 30$$

Main parameters of Siberia-1 and Siberia-2 rings

Parameter	Siberia-2	Siberia-1
Energy	2.5 GeV	0.45 GeV
Circumference	124.13 m	8.68 m
Optical structure	Modified DBA	FODO
Superperiods	6	1
Bet. tunes: ν_x, ν_y	7.772; 6.692	0.793; 0.895
Mom.compaction	0,0104	1,64
Damping x, y, s, ms	3.04; 3.17; 1.49	7.15; 7.15; 3.57
Hor. emittance	78-98 nm-rad	880 nm-rad
RF harmonic	75	1
Energy spread	0,000953	0,00034
Dipole field: B_y	1.7 T	1.5 T
ID space	2x3m($\eta=0$) 5x3.2m($\eta \neq 0$)	
Bunch length:		
sigma (without IDs)	1.84 cm	30 cm
SR pulse duration	0.14 ns FWHM	2.35 ns FWHM
SR pulse spacing	5.5-414 ns	28.9 ns

2. The work of accelerator complex– SR sources

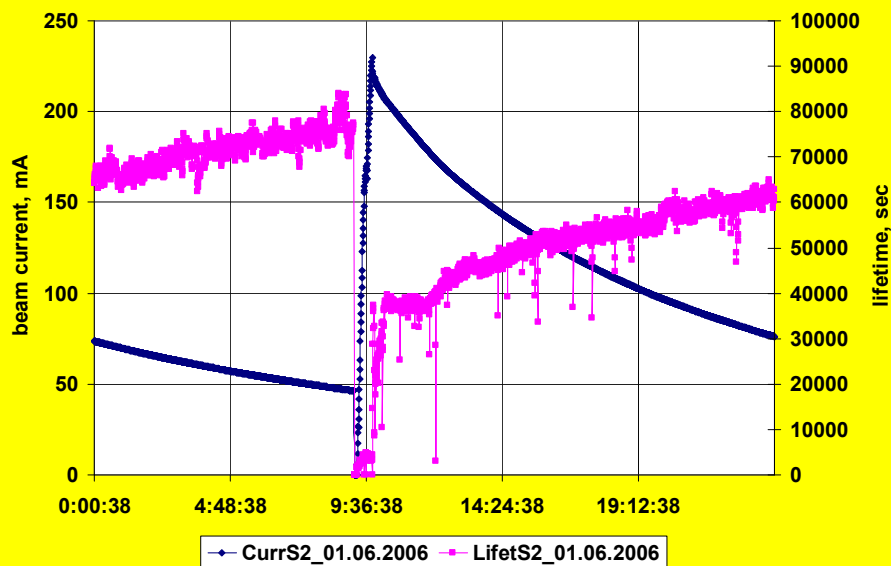
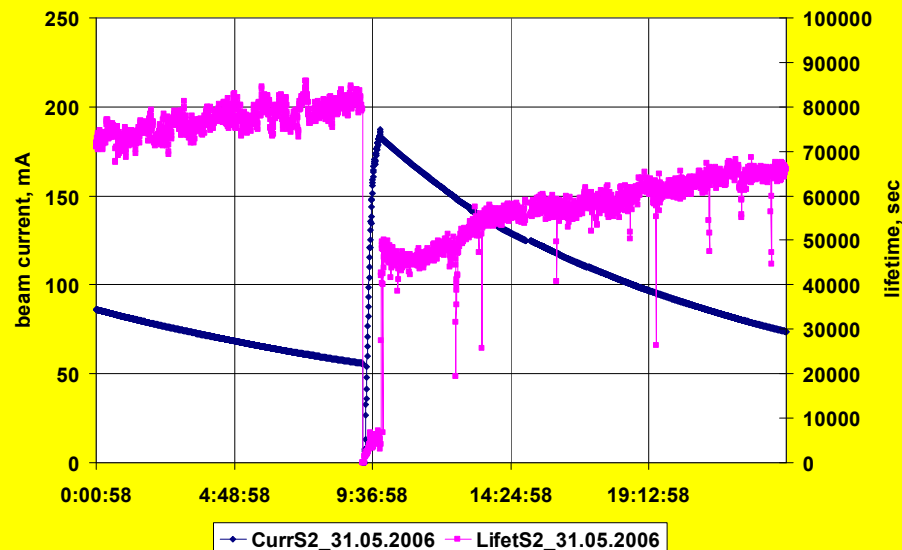
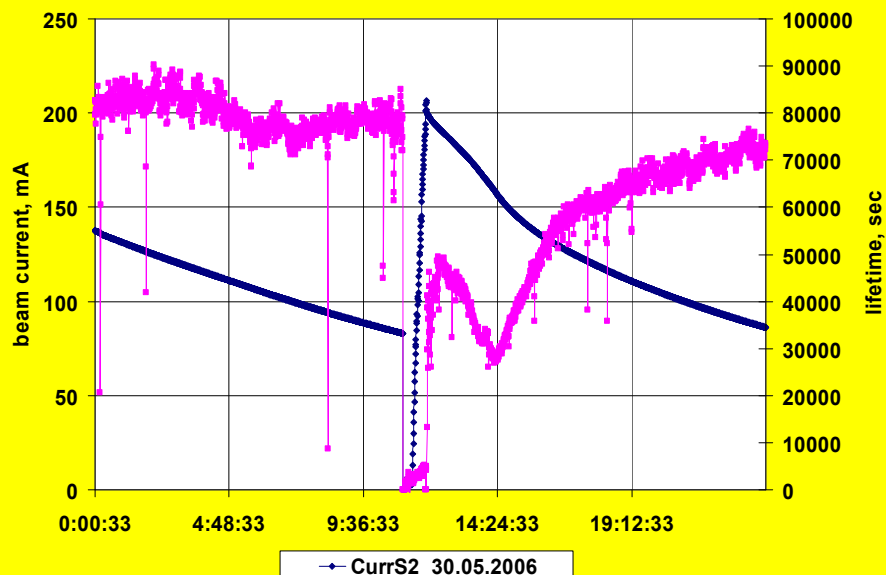


SIBERIA-1 WORK AS A BOOSTER





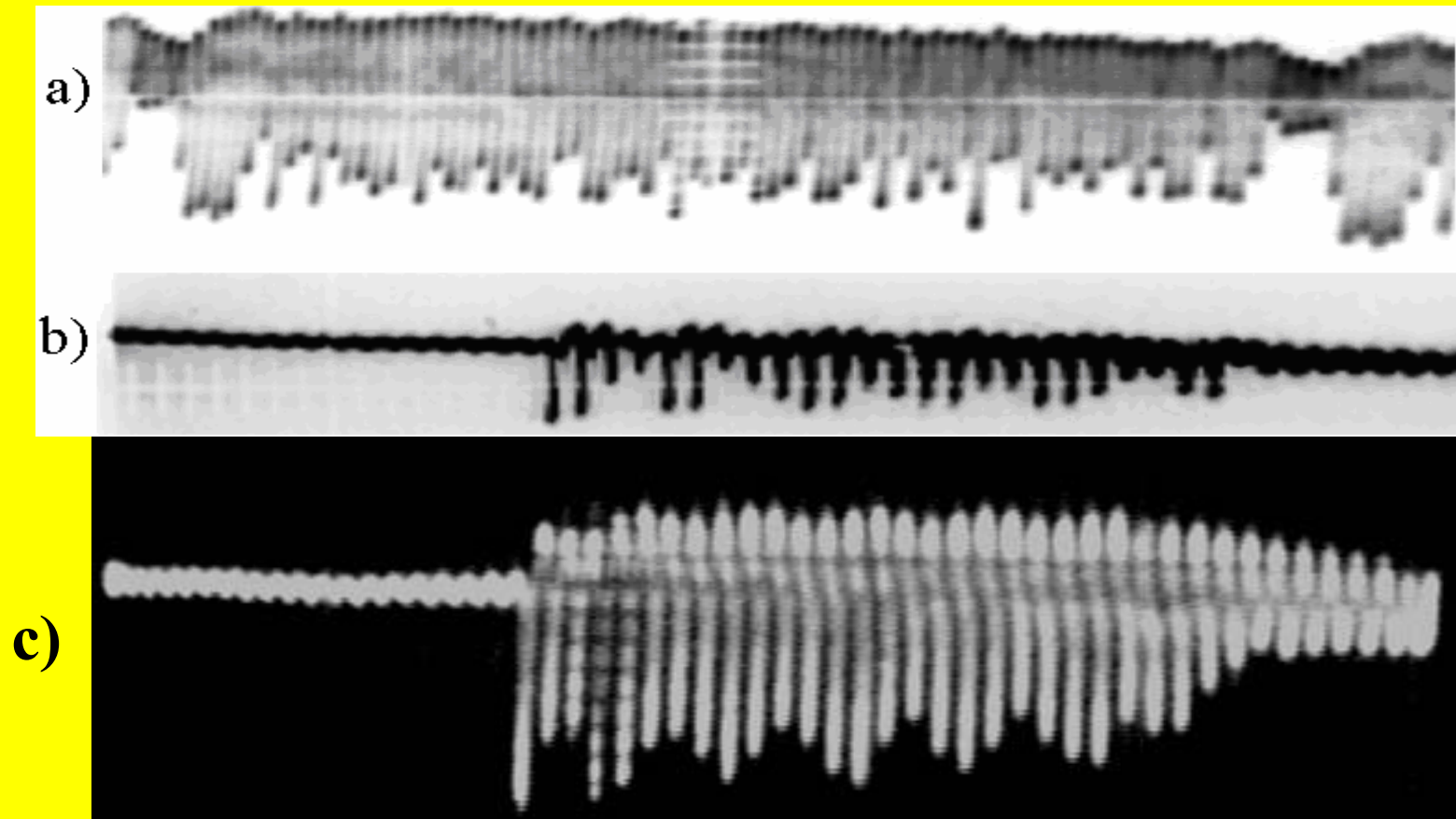
SIBERIA-2 WORK FOR THE USERS



After the spray of the titanium films in the magneto-discharge pumps around the ring the lifetime has reached 20-25 hours at 100 mA in the beginning of the week. Some degradation of lifetime is observed to the end of the week run due to Ti films saturation.



Collective longitudinal instability at SIBERIA-2

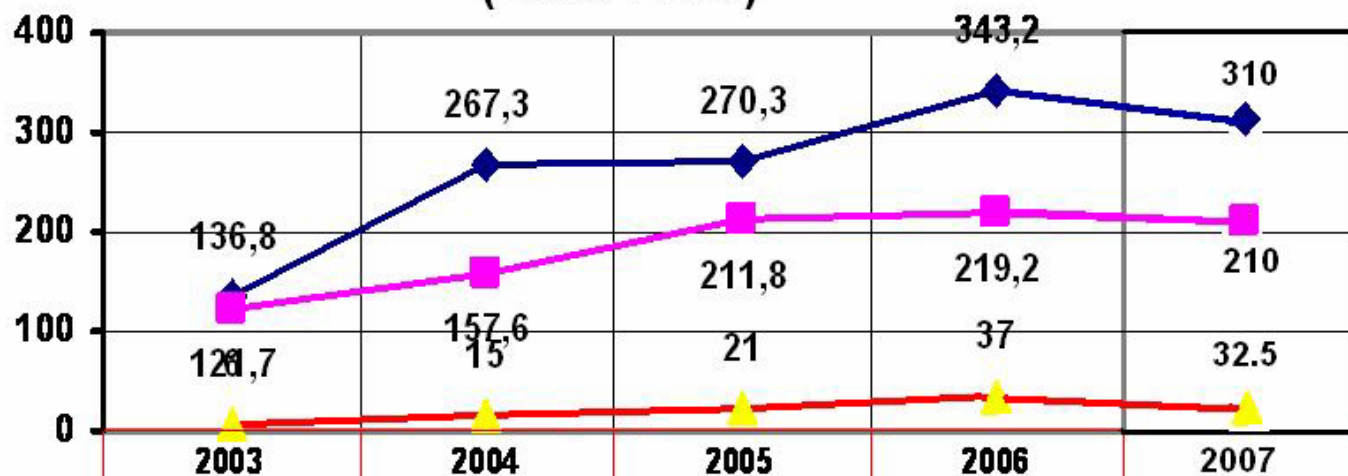


a): The picture of the bunch filling at the injection into Siberia-2.

b), c): The modulation due to collective mode instability losses during an energy ramping.

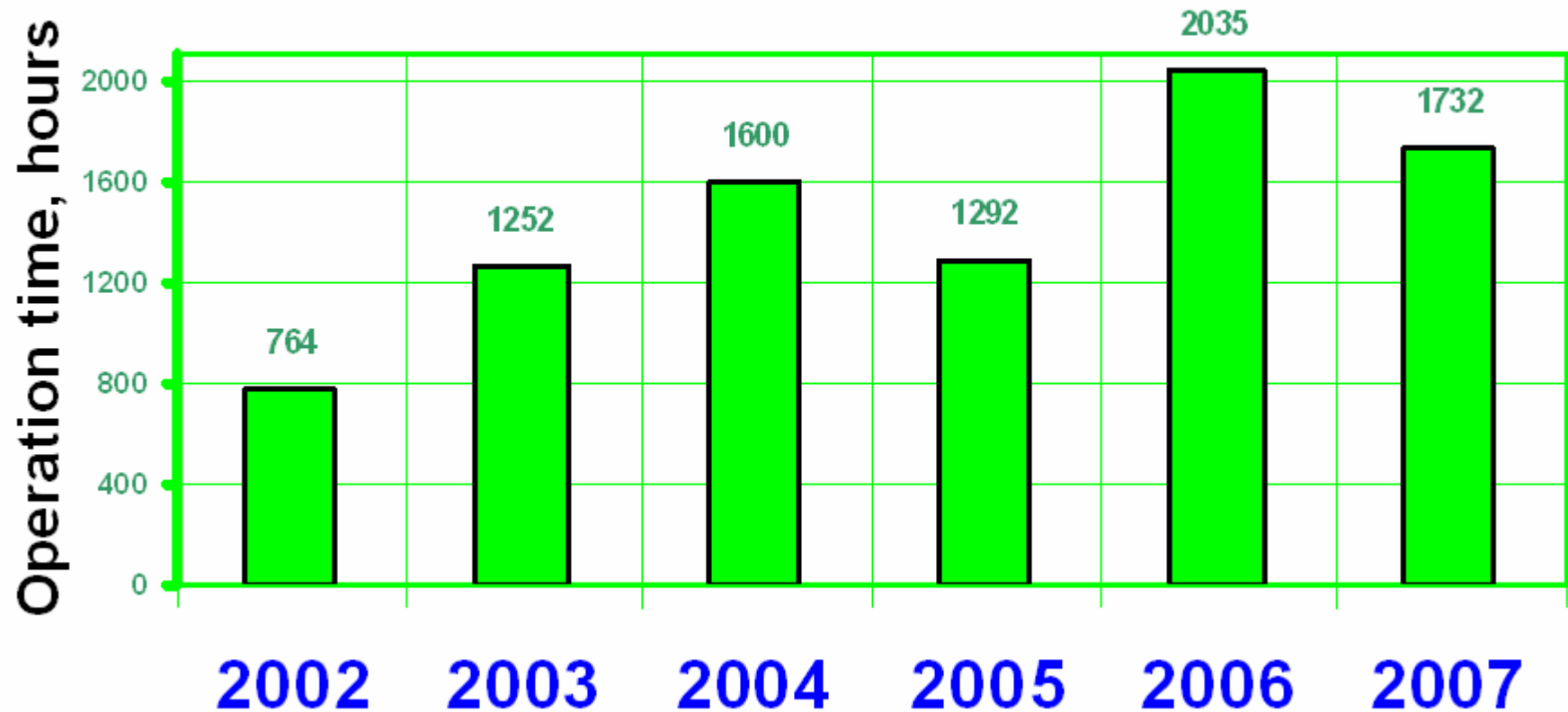


Improvement of SIBERIA-2 parameters (2003-2007)



◆ накопленный ток (энергия 450МэВ), мА	136,8	267,3	270,3	343,2	310
■ ускоренный ток (энергия 2.5ГэВ), мА	121,7	157,6	211,8	219,2	210
▲ время жизни (энергия 2.5ГэВ, ток 50мА), час	6	15	21	37	32.5

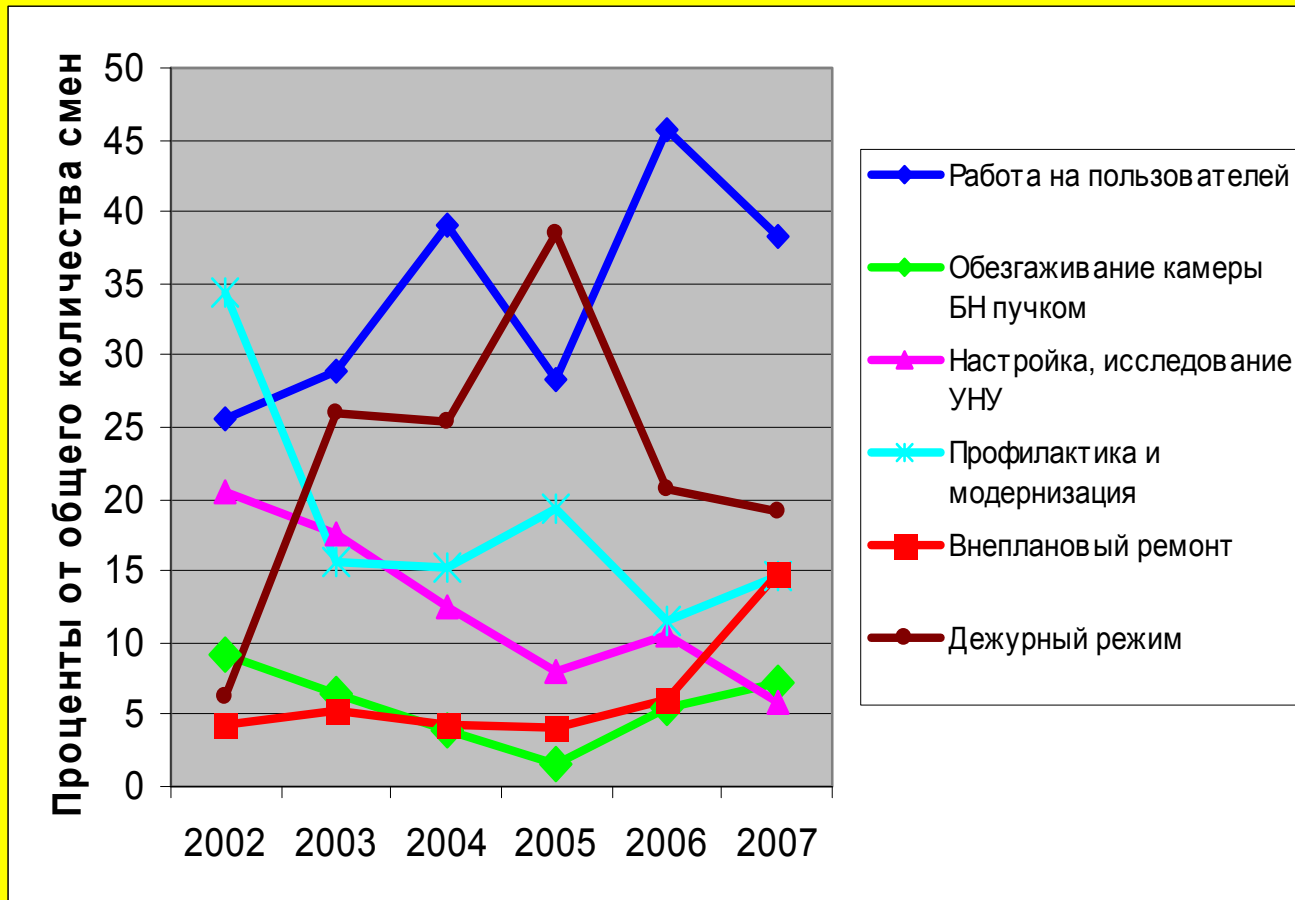
Work of SIBERIA-2 as SR source for Users



Work of accelerator facility in 2007

<i>Parameter</i>	<i>Siberia-1</i>	<i>Siberia-2</i>
<i>Working time, hrs</i>	3989	3895
<i>Injection time, hrs:</i>	486 (12%)	200 (5%)
<i>Stored current, mA</i>	≤434.3	≤309.7
<i>Experiment time, hrs:</i>	219 (6%)	1653 (42%)
<i>Accel. current, mA</i>	≤339.4	≤209.9
<i>Average current, mA</i>	67	74
<i>Total doze, A*hrs</i>	225	527
<i>Doze of 2008, A*hrs</i>	15	126
<i>Energy ramp. number</i>	1417	446
<i>Best Life time, hrs:min (current, mA)</i>	0:38 (173)	12:50 (202)
	1:20 (100)	32:50 (50)

A distribution of relative shares of the basic works spent on KCSR in 2002 – 2007 in %



For repairing mainly RF equipment we have lost 15 % (42 shifts) of time in 2007

X-ray stations (Storage ring SIBERIA-2)

Номер канала	Станция	Полное название станции
K1.3a	Рентгеновское кино	Станция для скоростной малоугловой дифрактометрии
K1.3b	СТМ	Станция малоуглового рассеяния
K3.1	Гамма	Станция исследования фотоядерных реакций
K4.3	Медиана	Станция комплексных исследований по медицинской диагностике
K4.4	Белок	Станция белковой кристаллографии
K4.6	РКФМ	Станция рентгеновской кристаллографии и физического материаловедения
K5.6	РЕФРА	Станция рентгеновской рефракционной оптики
K6.2	EXAFS	Флуоресцентный EXAFS спектрометр
K6.3	ЛИГА	Станция глубокой рентгеновской литографии
K6.6	ПРО	Станция прецизионной рентгеновской оптики

VUV and Soft X-ray Stations (Storage ring SIBERIA-1)

Номер канала	Станция	Полное название станции
D'4.1	ФЭС	Станция фотоэлектронной спектроскопии
D'4.2	СПЕКТР	Станция спектроскопии конденсированного состояния
D'4.3	ЛОКУС	Станция люминесцентных и оптических исследований



3. Modernization of accelerator complex systems

***- Insertion devices - specialized SR source *)
SC wigglers (undulators)***

***- RF systems *) :
Generators, cavities, RF control,***

- Automation control system (KCSR),

- Electron beam diagnostics *):
Measurement of tunes,
NMR
Beam Position Monitors

****) In collaboration with BINP SB RAS***



SC Wiggler installation on SIBERIA-2: $B=7.5\text{T}$, 19+2 poles (KCSR RSC KI+BINP SD RAS, 25.12.2007)

MPSCW: NbTi coils

$E=2.5\text{ GeV}$, $I=0.1\text{-}0.3\text{ A}$

$B=3\text{ - }7.5\text{ T}$, $N_{\text{poles}}=19+2$

$\lambda_{\text{wig}} = 164\text{ mm}$

$E_{\text{ph crit.}} = 31.2\text{ keV}$

Flux = $(10^{14}\text{-}10^{12})$
ph/s/0.1%BW

$E_{\text{ph}} = 5\text{ - }200\text{ keV}$

$\Theta_{\text{x max}} = \pm 23.5\text{ mrad}$

$P_{\text{tot}} (100\text{ mA}) = 36.5\text{ kW}$

$L_{\text{tot}} = 2400\text{ mm}$



SC wiggler installed in dispersion-free straight section of SIBERIA-2

First SR from SC wiggler

(June 7, 2008)

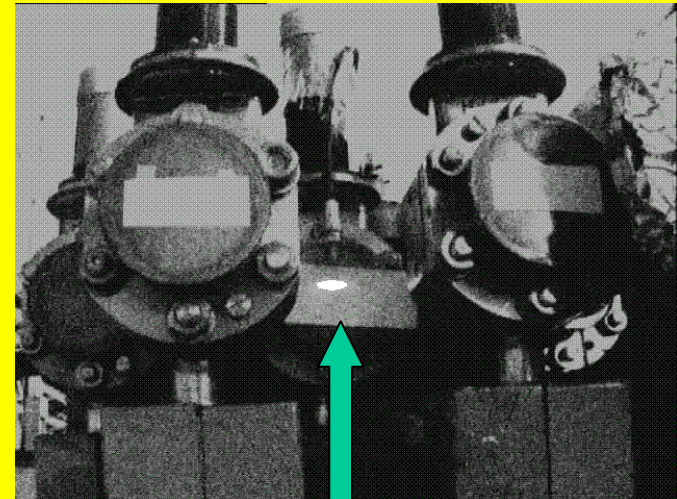
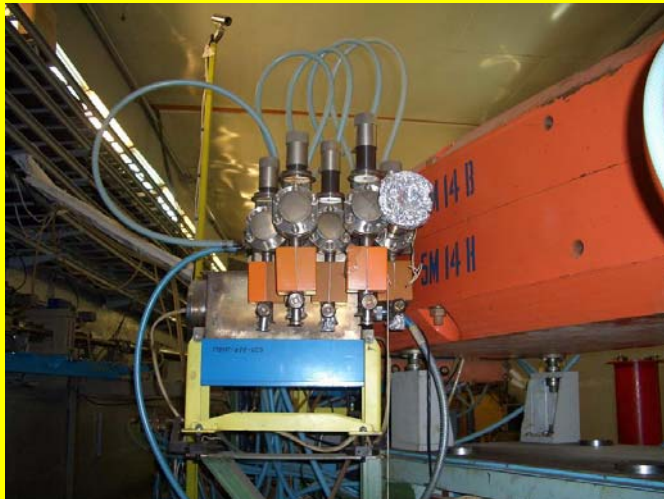
$B=3\text{ T}$, $E_e=2.5\text{ GeV}$,

$I_e=25\text{ mA}$,

$\text{COD } \delta X \sim 1\text{ mm}$

(unipolar power units I1 и I2)

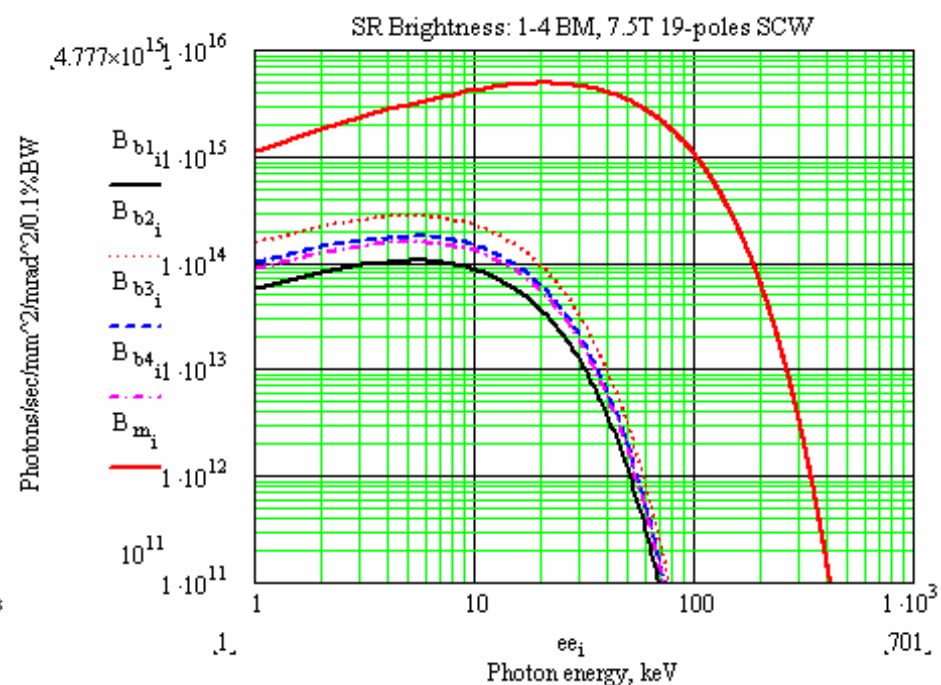
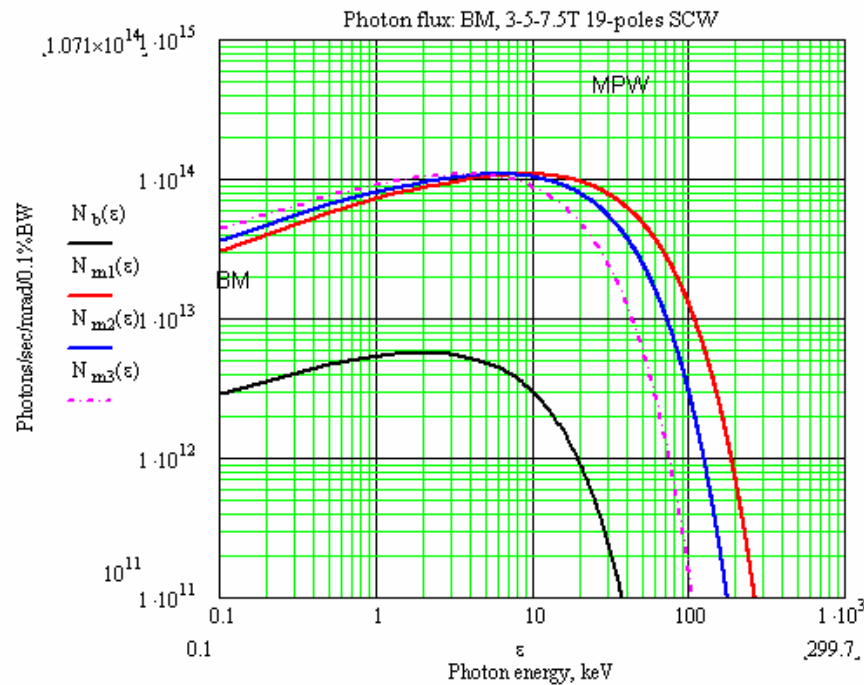
**SR beam: $\lambda_c=1\text{ \AA}$,
 $P=1.46\text{ kW}$,
 $\Theta_{\text{max}}=9.4\text{ mrad}$**



SR from SC wiggler on screen



SR Spectral Flux and Brightness from 7.5 T SCW и 1.7 T BM. E=2.5 GeV, I=0.1A





Wiggler influence on general beam parameters in Siberia-2.

Parameters	Without wiggler	With one wiggler 7.5 T	With two wiggler 7.5 T
Energy	2.5 GeV	2.5 GeV	2.5 GeV
Horizontal emittance	98 nm·rad	64.7 nm·rad	48.4 nm·rad
Betatron tune shifts, $\Delta Q_{x,z}$	-	0; 0.05	0; 0.10
Radiation loss per turn	685 keV	1045 keV	1410 keV
Orbit compaction factor	0.01036	0.01036	0.01036
Energy dispersion, σ_E/E	0.000953	0.00142	0.00160
Damping times: τ_x, τ_z, τ_s	3.15, 3.02, 1.48 ms	2.05, 1.99, 0.98 ms	1.50, 1.47, 0.73 ms
RF-voltage amplitude	1.2 MV (current value)	1.61 MV (for the same energy acceptance)	2.0 MV (for the same energy acceptance)

Modernization of RF system of Siberia-1 (KCSR + BINP)

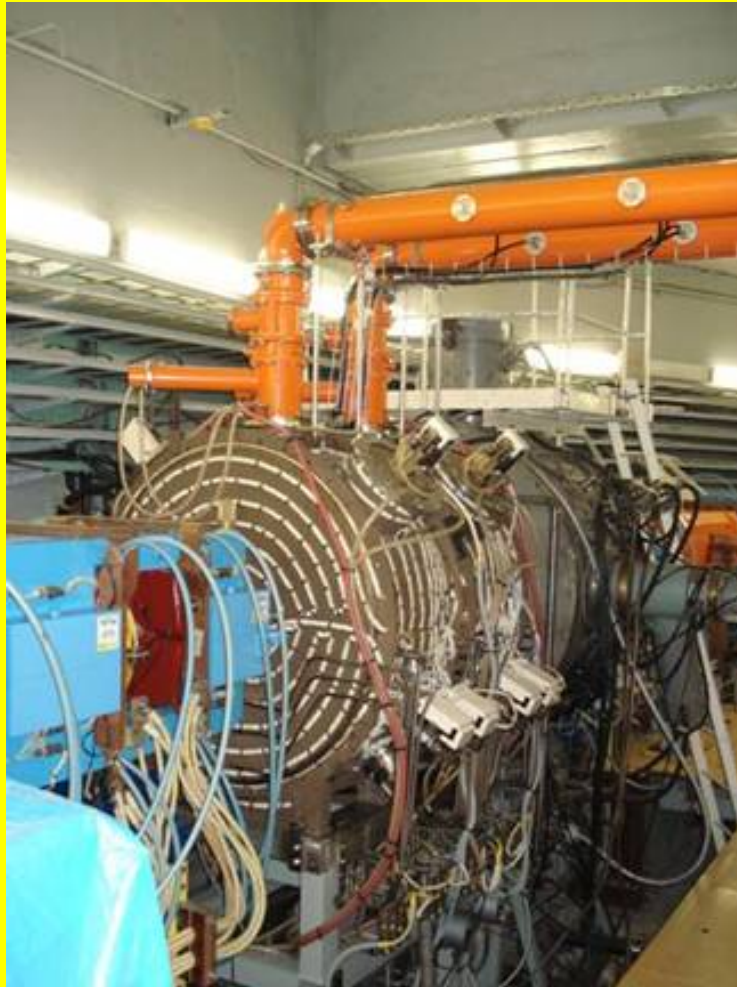
***Reliability of work and increase of accelerator voltage to shorten
ejected beam at 450 MeV***

- ***1. 15.11.07- 28.12.07
It was installed and run :***
- ***A new RF generator 34.5 MHz, 30 kV, 20 kW***
- ***A new RF control electronics***
- ***A new RF computer control.***
- ***2. Upgrade of RF cavity 12kV- 30kV is planed
on summer 2009***



Modernization of RF systems of Siberia-2: (KCSR + BINP)

Reliability of work and increase of accelerator voltage



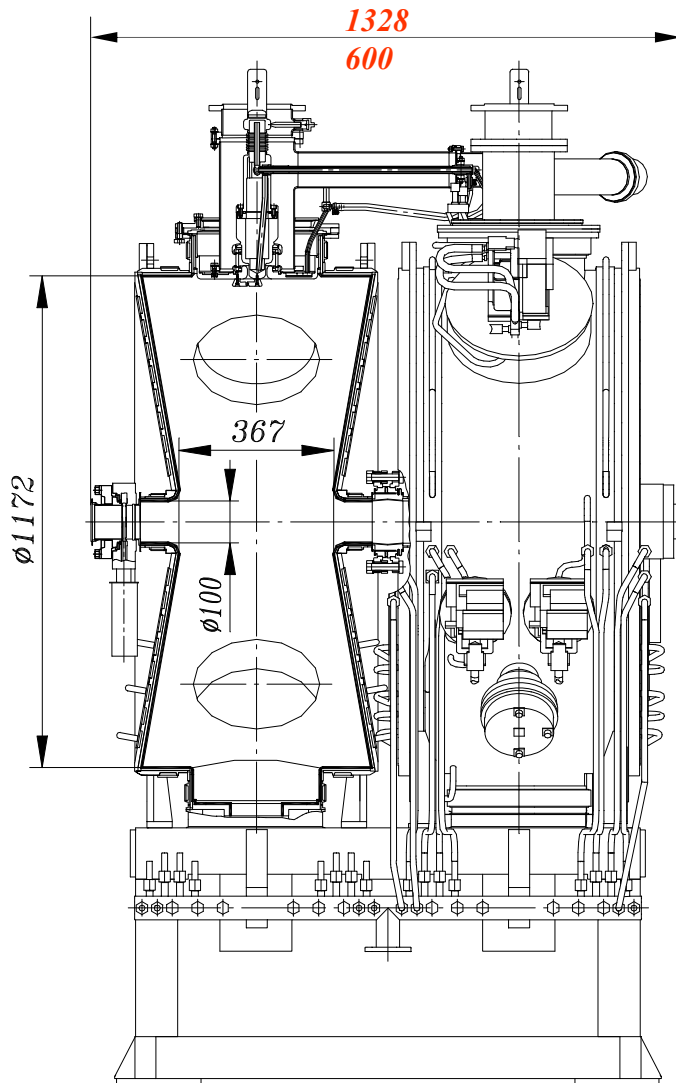
Reasons: Deterioration of the RF-equipment (a leak H₂O-in protective vacuum of cavity); The work of SC wigglers increases the energy spread and demands much higher accelerating RF voltage.

15.11.07- 28.12.07

- Replacement 181 MGz cavity № 2 on 2 new ones:***
- New RF control electronics,***
- 2 New feeders,***
- New RF computer control for automation processes.***

***2 new 181 MGZ cavities installed
at Siberia-2 storage ring
dispersion-free straight section***

Plan for SIBERIA-2: To operate with 3 new 181 MGz cavity in 2009.
To increase sum accelerator voltage up to 2 MV for reliability work
with 2 SC wiggler on 7.5 T.



New cavity parameters

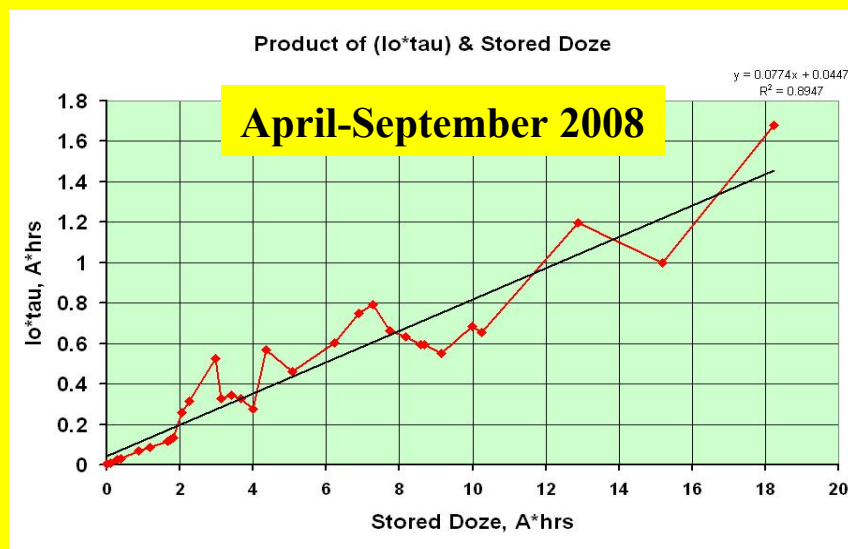
<i>Gap voltage</i>	<i>0 – 1000 kV</i>
<i>Transit factor</i>	<i>0,905</i>
<i>Quality</i>	<i>40.000</i>
<i>Characteristic impedance</i>	<i>133.5 Ohm</i>
<i>Shunt impedance</i>	<i>5.3 MOhm</i>
<i>Fundamental frequency</i>	<i>181.1 MGz</i>
<i>Frequency tune range</i>	<i>320 kGz</i>
<i>Speed of cavity tuning</i>	<i>5 kGz /sec</i>
<i>Power dissipated in cavity at V=1 MV</i>	<i>95 κBm</i>



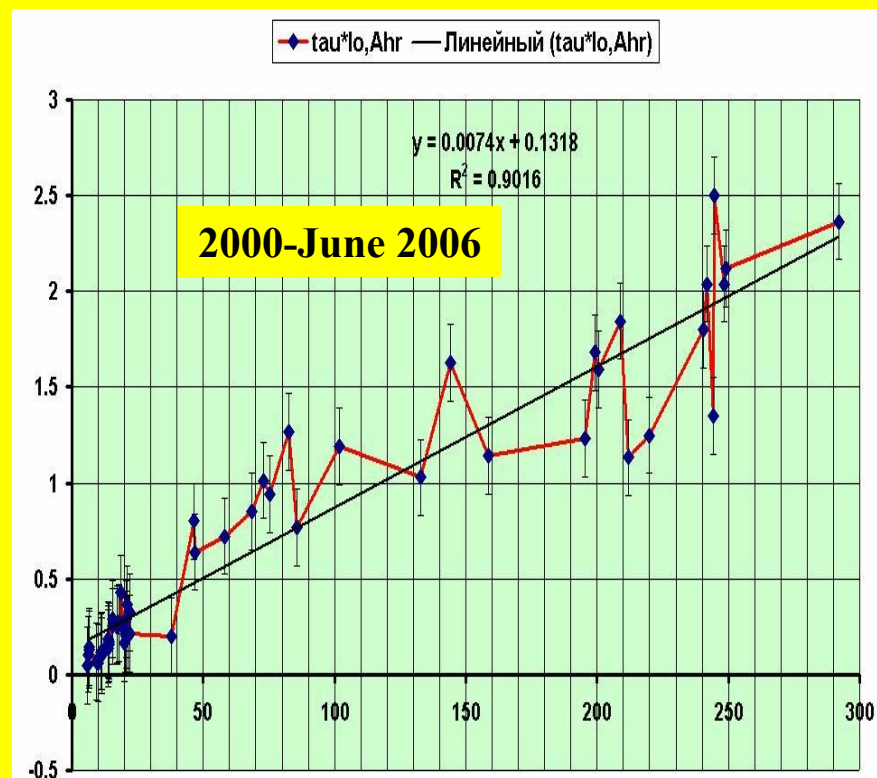
Lifetime at Siberia-2

December 2007- Mars 2008. Opening vacuum volume of Siberia-2, installation of new RF cavities and SC wiggler, improvement of vacuum conditions by photo-stimulated gas desorption with SR, accelerator facilities tuning with new RF systems and cavities.

April - June: KCSR worked for SR users at 2.5 GeV with 5-80 (100) mA in multibunch mode; the SC wiggler was switched on.



Doze 18 A-hrs, 100 mA, life time=14 hrs



Doze 175 A-hrs, 100 mA, life time=14 hrs

Linear behaviour of the product of an initial electron beam current I_0 and a time interval τ (from I_0 to I_0/e) versus total SR doze collected at 2.5 GeV by the vacuum chamber from the beginning of SR work. It is shown that SR stimulated gas desorption coefficient which is proportional to $1/(\tau \cdot I_0)$ is 10 time less in 2008 then 2003.

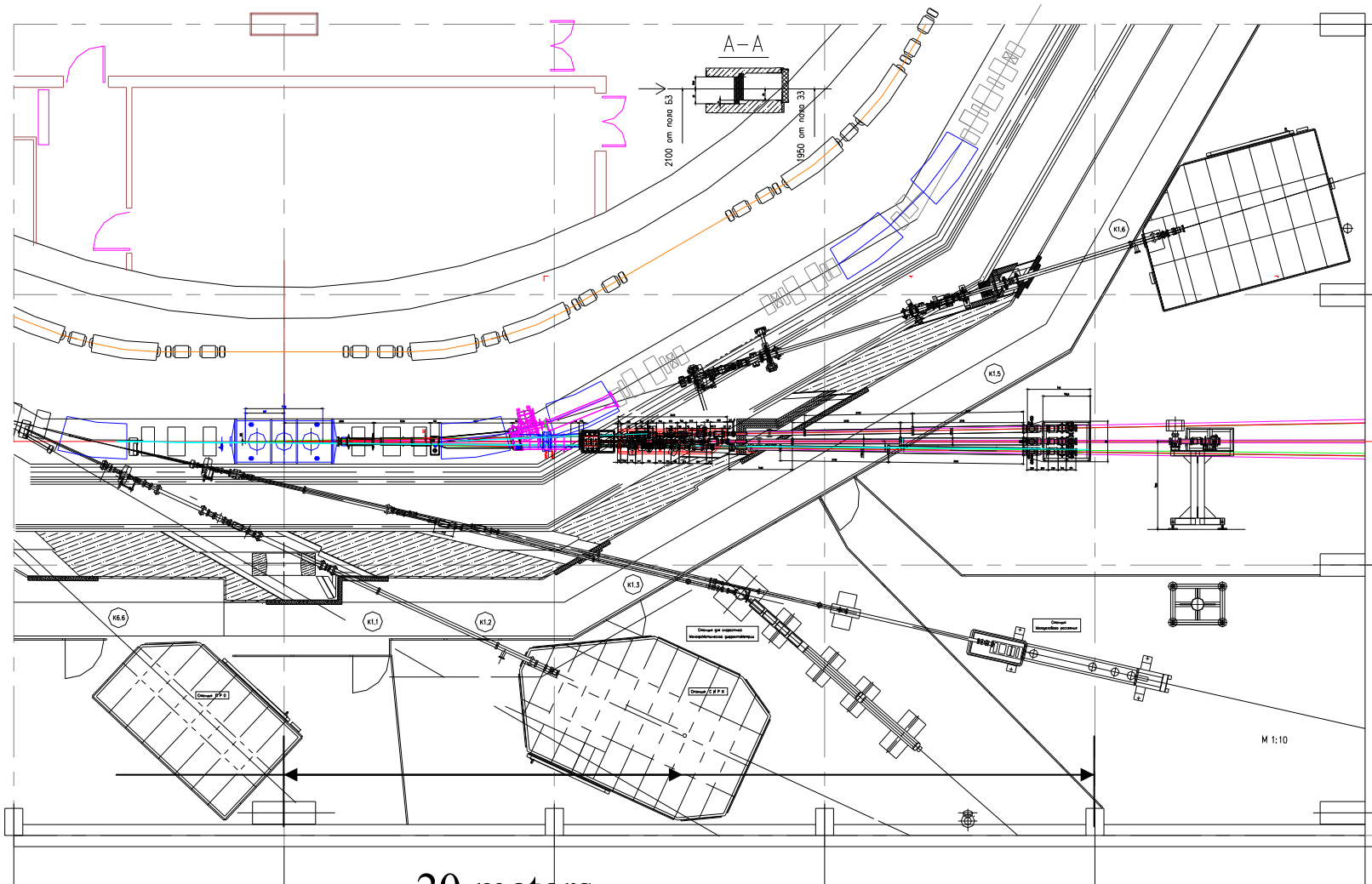


Nearest tasks to solve “wiggler problem”

- **1. Commissioning of the wiggler at maximum magnetic field**
 - 1.1 High accurate geodesy.
 - 1.2. Codes for wiggler – storage ring SIBERIA-2 joint operation in different mode.
 - 1.3. Understanding of large liquid He consumption. Now – 2 l/day...
- **2. Study and compensation of wiggler influence on e-beam**
 - 2.1. Optimal operation regimes excluding electron beam losses.
 - 2.2. The increase of injection efficiency, now it is smaller in a factor ~ 1.5 than early.
 - 2.3. The increase of e-beam lifetime in case of total SR power growing.
 - 2.4. Control angle-space location of high power SR beam from wiggler with a help of correctors of SIBERIA-2.
- **3. Safety extraction of intense and power SR beam through the 3-ports front-end absorber**
 - 3.1. Upgrade of vacuum chamber between wiggler and front-end, installation additional SR absorbers;
 - 3.2. The creation of high power density absorber of SR.
 - 3.3. Installation of new 3 wiggler beam lines in tunnel of the ring and experimental hall.



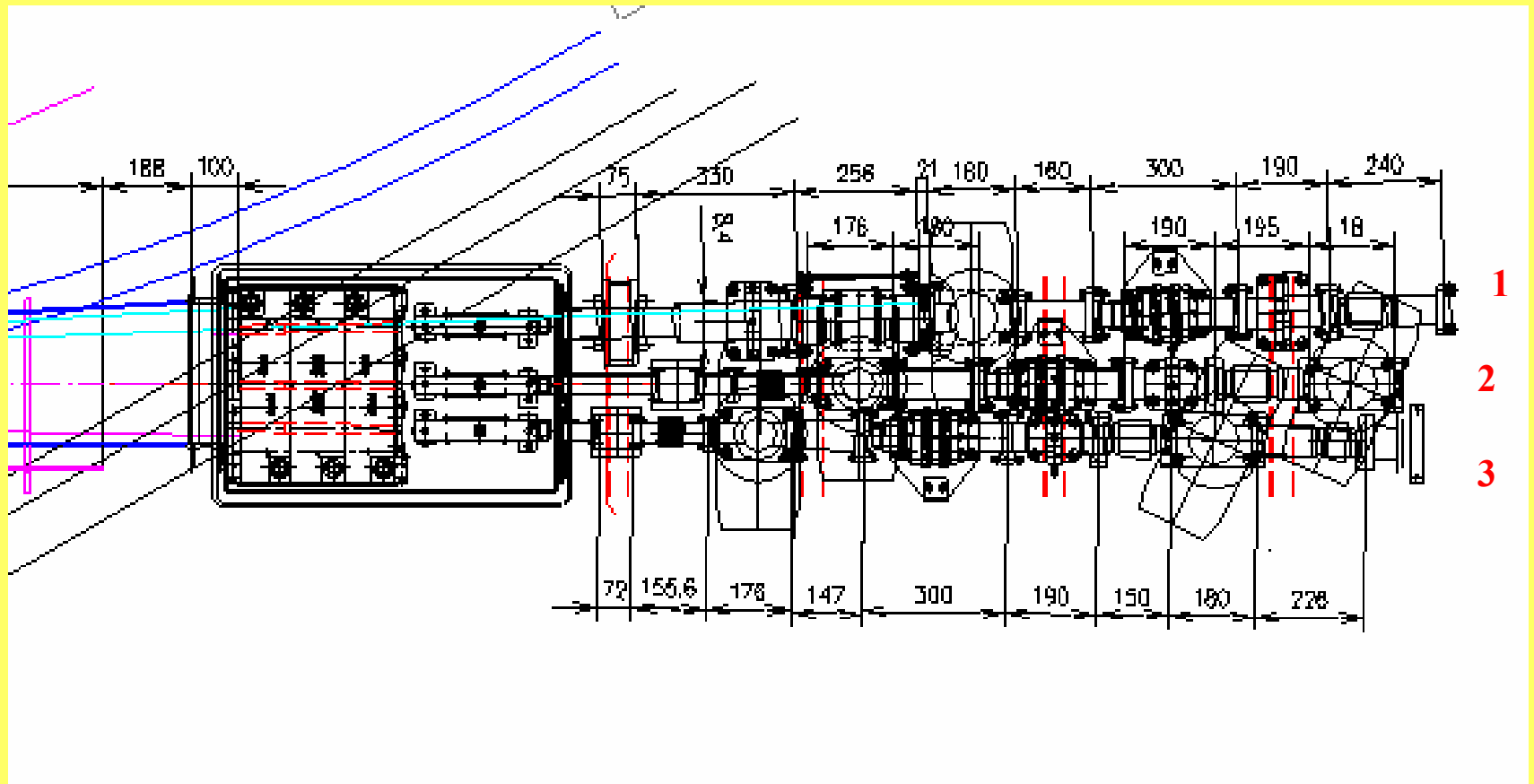
Extraction of SR from SC wiggler into 3 photon lines



20 meters

3 new SR stations are making and are projecting for SR from SC wiggler :

1. X-ray structure analysis: (-17 ± 1) mrad;
2. STRESS: up to 150 keV $\lambda_c = 0.4 \text{ \AA}$, $P = 940 \text{ W/mrad}$, (0 ± 1) mrad;
3. RS-MCD: $(13.3 \pm 1) \text{ mrad}$



Power density angle distribution of SR from 19-pole SC wiggler $E=2.5\text{ GeV}$, $I=0.1\text{ A}$, $B=7.5\text{ T}$

$$\frac{dP}{d\Theta} \left[\frac{W}{\text{mrad}} \right] = 4.22 \cdot E^3 [\text{GeV}] \cdot B_m [\text{T}] \cdot I [\text{A}] \cdot \sqrt{1 - (\Theta / \Theta_m)^2} \cdot N_{\text{poles}}$$

1. XSA:

$(-17 \pm 1)\text{ mrad}$,
 $\lambda_c = 0.58\text{ \AA}$,
 $P = 650\text{ W/mrad}$

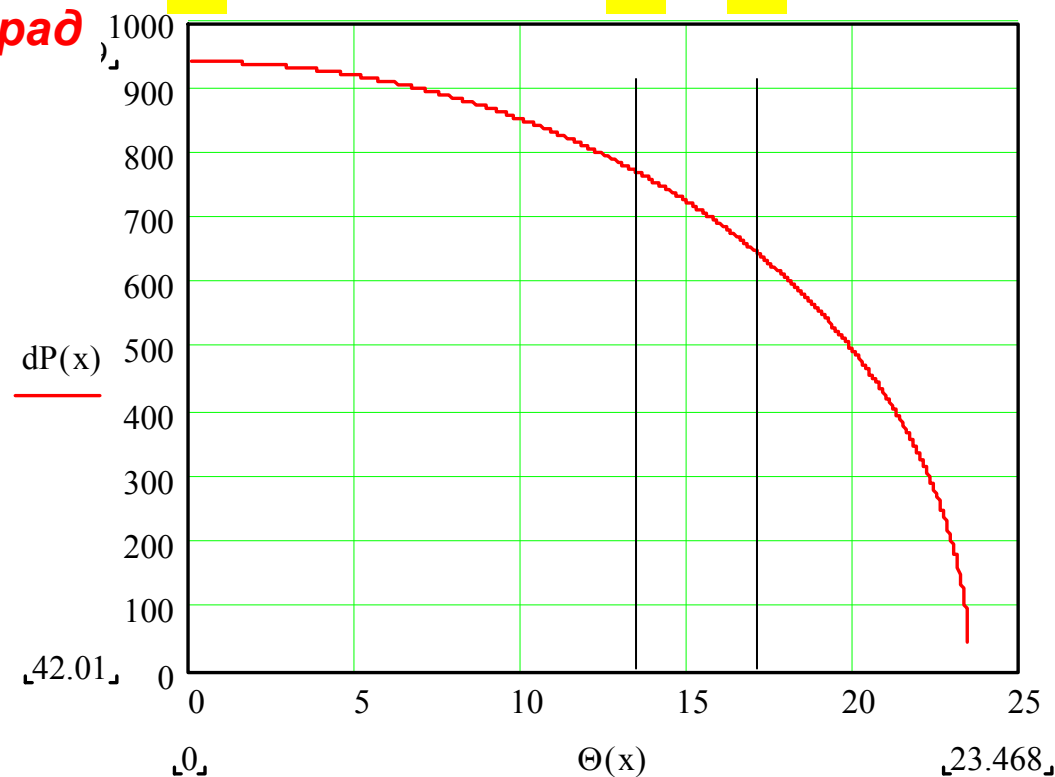
2. STRESS:

Up to 150 keV ,
 $\lambda_c = 0.4\text{ \AA}$,
 $P = 940\text{ W/mrad}$,
 $(0 \pm 1)\text{ mrad}$;

3. RS-MCD:

$(13.3 \pm 1)\text{ mrad}$,
 $\lambda_c = 0.5\text{ \AA}$,
 $P = 760\text{ W/mrad}$

P/mrad



mrad

4. Plans of Kurchatov SR Center development

4.1. Enlargement with additional building, essential increasing of the useful surfaces for SR beam lines and experimental stations.

4.2. Technical upgrade of accelerator facilities with the targets:

- Transformation of SR source in new quality state, it means to reach the parameters of SR source 2.5-3 generation ($\varepsilon_x = 1 \div 10$ nm-rad)*
- Installation of new bright insertion devices: wigglers, undulators*

4.3. Creation of new SR Stations

Equipping by new scientific and experimental apparatus and measurement instrument



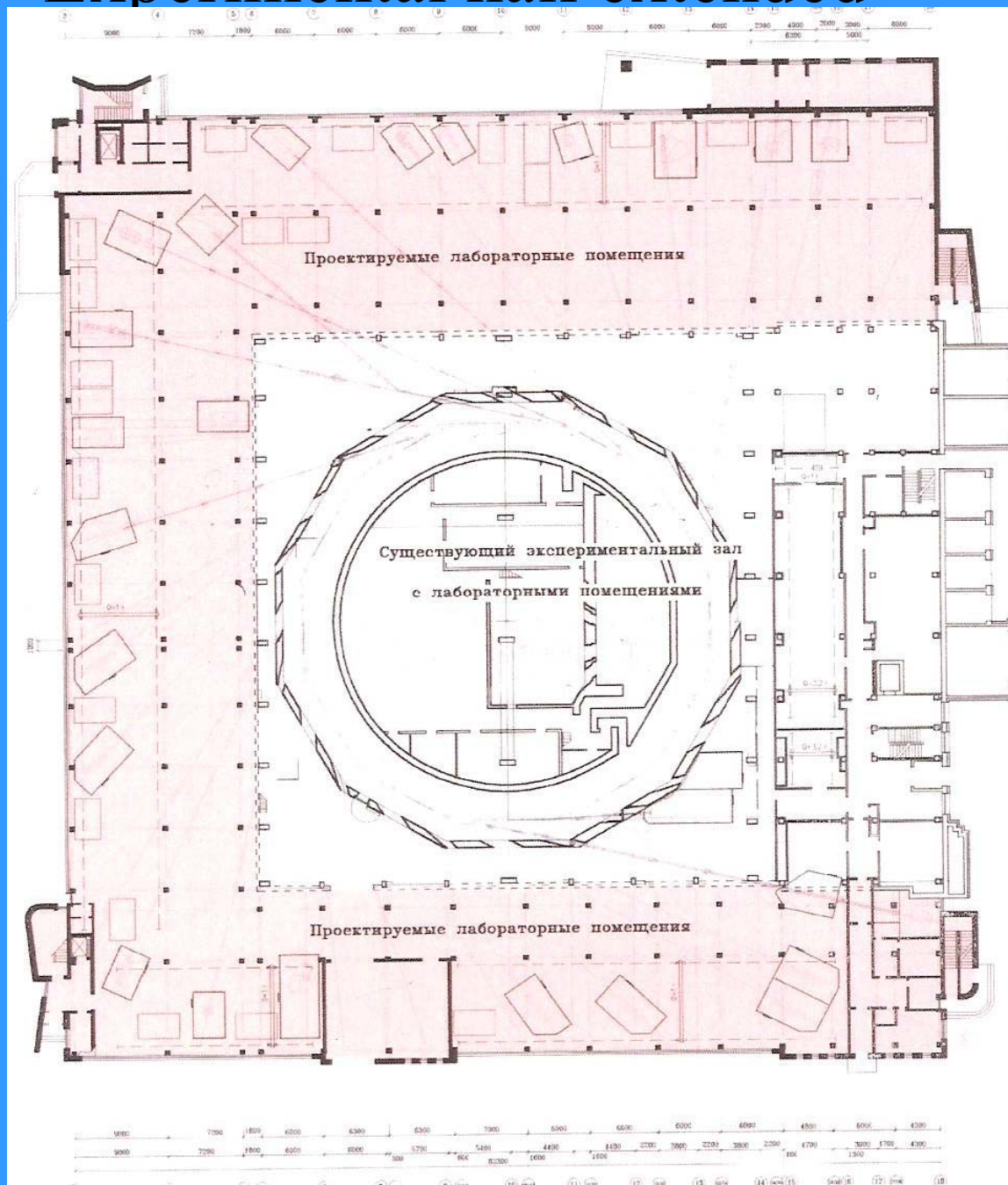
4.1. Additional building , an enlargement of experimental area, reconstruction of existing building

2007-2009!?



	<i>Before reconstru ction</i>	<i>After reconstruc tion</i>
<i>Experimental hall area, m²</i>	950	4 850
<i>Office area, m²</i>	512	4 643
<i>Total surface, m²</i>	6 026	16 756

Experimental hall extended





4.2 Основные задачи технического перевооружения источника СИ с целью перевода Курчатовского источника СИ в качественно новое состояние – источник СИ 2.5-3-го поколения:

- **- создание оптической структуры источника СИ, позволяющей повысить спектральную яркость СИ по сравнению с существующим до 100 раз;**
- **- исключение периодического "перенакопления" электронов в источнике СИ СИБИРЬ-2, которое прерывает пользование пучком СИ, и создание эффекта «бесконечного» времени жизни пучка электронов;**
- **- увеличение стабильности пространственного положения фотонных пучков из Сибири-2;**
- **- увеличение надежности работы синхротронного источника – новая техника, улучшение стабилизации источников питания, создание системы термостабилизации**
- **- уменьшение эмиттанса, создание возможности получения дифракционно - ограниченного излучения;**



Увеличение спектральной яркости в 100 раз - Уменьшение эмиттанса СИБИРИ-2

- В настоящее время натуральный эмиттанс СИБИРИ-2 $\varepsilon_x = 98 \text{ нм} \cdot \text{рад}$.
- **Более «яркие» оптические структуры «Сибири-2» позволяют иметь натуральный горизонтальный эмиттанс пучка электронов на уровне 4-6 нм-рад на энергии 1,3 ГэВ, что соответствует параметрам так называемых «источников СИ 3-его поколения».**
- Новые оптические структуры для основного кольца «Сибири-2» с малыми эмиттансами (66 нм·рад и 18 нм·рад на энергии 2.5 ГэВ) имеют сравнительно малые Динамические апертуры. Требуется инжекция на полной энергии пучков с малыми фазовыми объемами.

Strategy of the KCSR is to create the SR source of 2.5-3 generation on the Siberia-2 base.

Problems:

- A theoretical and experimental elaboration the magnetic optics with small emittances near 17-20 nm-rad at the energy 2.5 GeV.
- The theoretical and experimental studies of the electron bunches dynamics in the ring of Siberia-2 with small DA.
- Injection system modernization. Top up energy injection. Project of Booster Synchrotron at the energy 1.35 – 2.5 GeV.

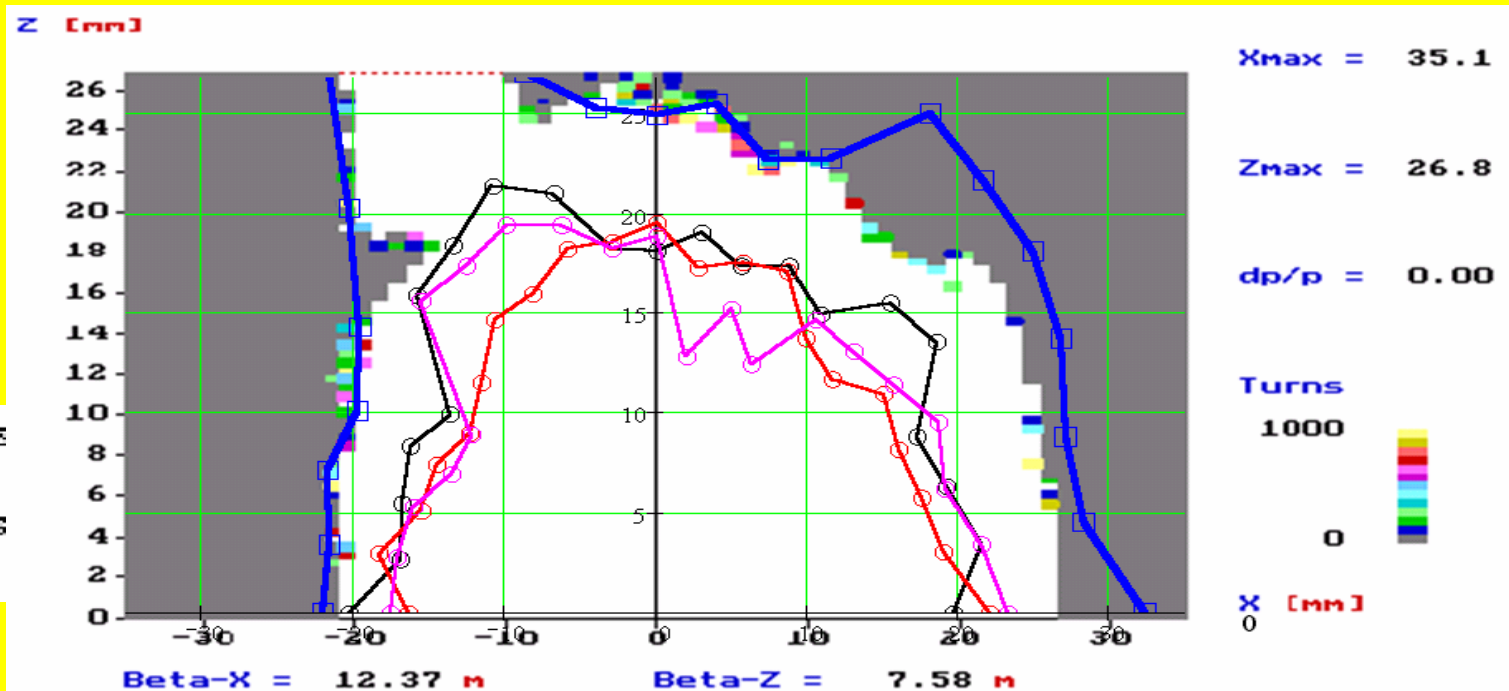
As results to increase a spectral brightness of SR

Optics with 66 nm-rad horizontal emittance at 2.5 GeV:

- Six dispersion free straight sections.
- Large change of betatron frequencies: $\nu_x=7.85$, $\nu_y=3.79$.
- The natural chromaticities stay relatively small: $\zeta_x=-15.4$, $\zeta_y=-11.7$,
- The calculated dynamical apertures are as such as
 $-20 \text{ mm} < DA_x < 29 \text{ mm}$, $-24 \text{ mm} < DA_y < 24 \text{ mm}$.
- The structure “66nm-rad” do not require a modification of the “iron”.

DA-66
MAD (1000)
Optick

 No errors
 tgauss
 2*tgauss
 Ranf



Optics with 18 nm-rad horizontal emittance at 2.5 GeV

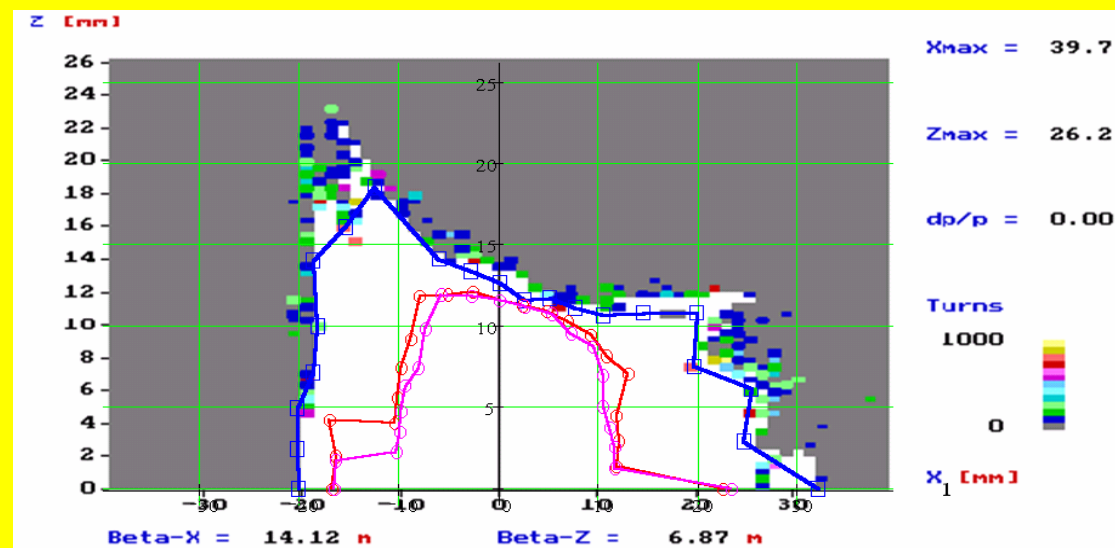
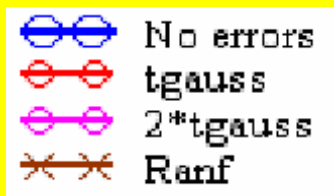
Calculations:

- non-zero dispersion in all sections of Siberia-2,
- betatron tunes $\nu_x=9.708$, $\nu_y=5.623$,
- chromaticities $\zeta_x=-21.4$, $\zeta_y=-19.7$,
- dynamical apertures ($-19 \text{ mm} < DA_x < 25 \text{ mm}$, $-12 \text{ mm} < DA_y < 12 \text{ mm}$).

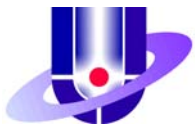
N.B. It is possible a diffraction-limited radiation in vertical direction from the mini-undulator with rather short wavelength:

$$E \approx 1.33 \text{ GeV}, \quad \varepsilon_x = 4.8 \text{ nm-rad}, \quad \varepsilon_y = 0.048 \text{ nm-rad}, \quad \lambda_u = 7 \text{ mm}, \quad \lambda_{\text{fund}} = 6 \text{ \AA}.$$

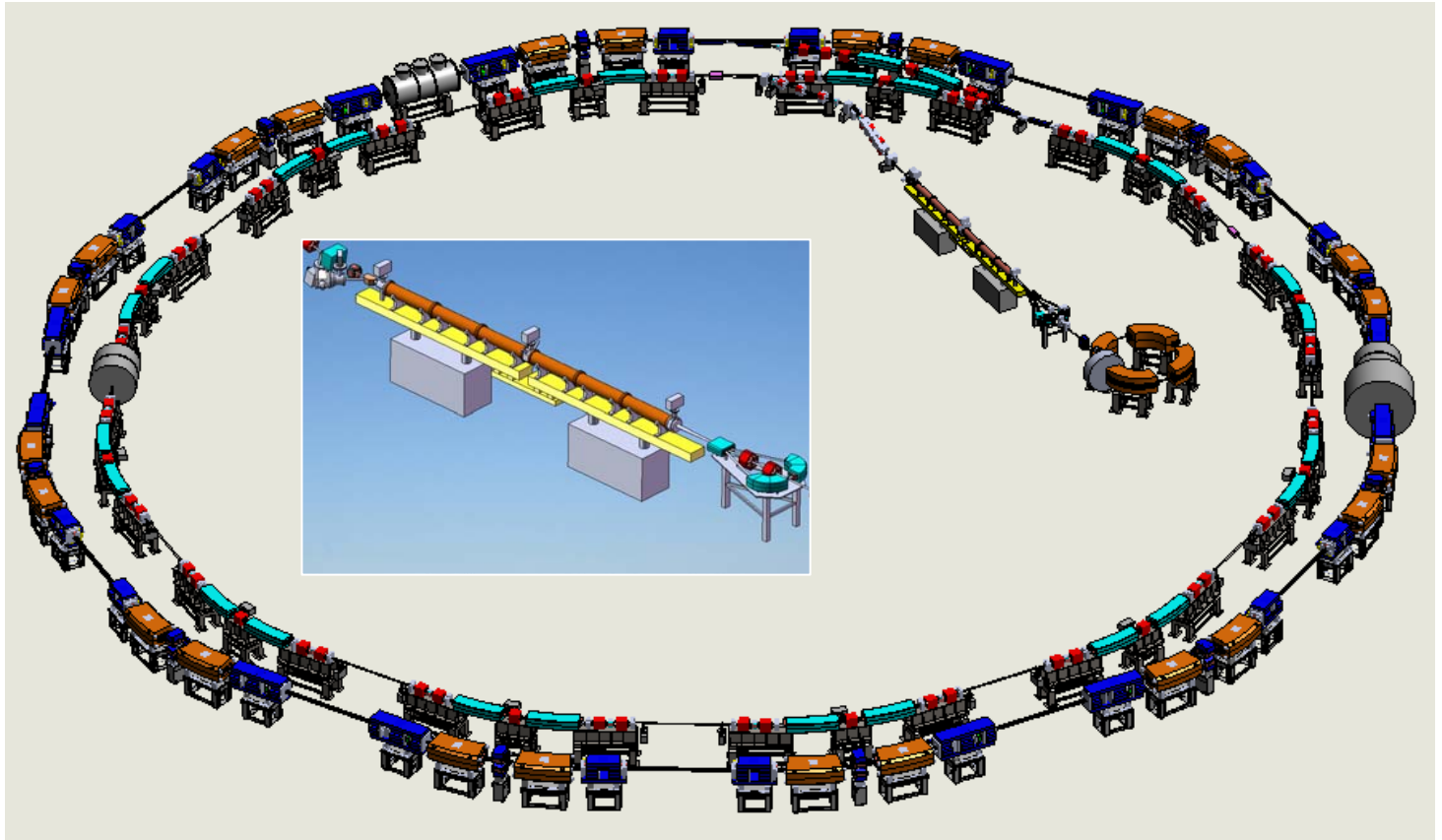
DA-18
MAD (1000)
Optick



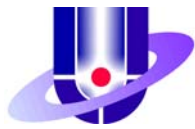
But the “18 nm-rad” structure implies a modernization of the injection system and an optimization of the sextupole magnets positions on the ring.



PROJECT: Top-up energy injection scheme for dedicated SR source SIBERIA-2 in RSC Kurchatov Institute



Injection in SIBERIA-2: Linac 80 MeV, magnetic mirror-Linac-160 MeV, Booster Synchrotron 160-2500 MeV, Siberia-2 – 1000-2500 MeV; Modernized injection scheme for SIBERIA-2 from 80 MeV Linac.

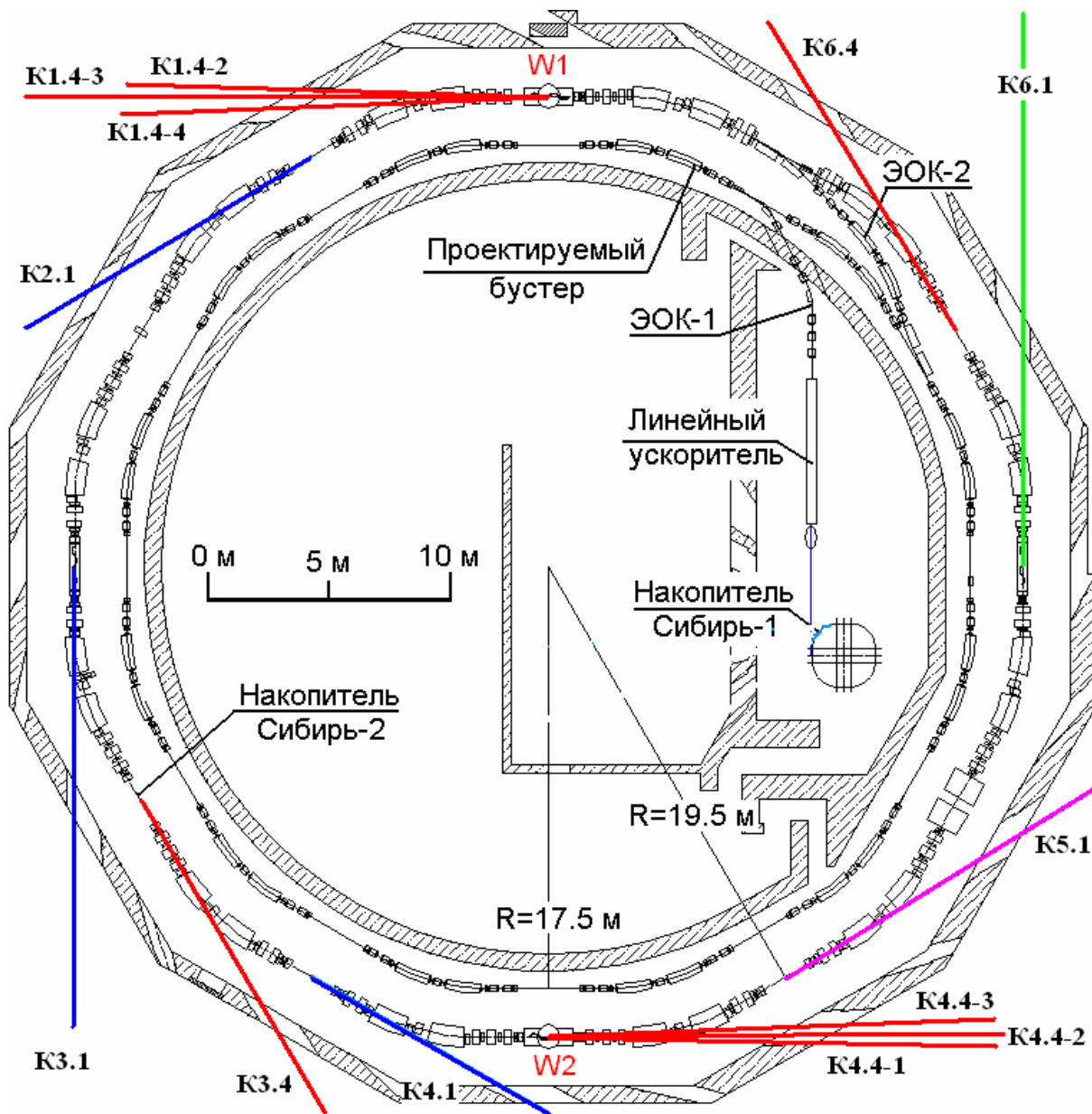


Advantages to operate with Linac at 160 MeV instead of 80 MeV

- ***When injecting from 160 MeV Linac to BS:***
 - ***influence of remanent magnetic fields on the field quality in magnetic element of BS falls down essentially;***
 - ***damping times of betatron and synchrotron oscillations in BS are decreased in a factor 8, it is important during commissioning of BS;***
 - ***stabilization problem of power supply at low current level are solving more easily;***
 - ***magnetic field changes is decreased twice in a cycle of BS,***
 - ***Emittances of ejected electron beam from Linac are decreased***
 - ***in a factor 2***



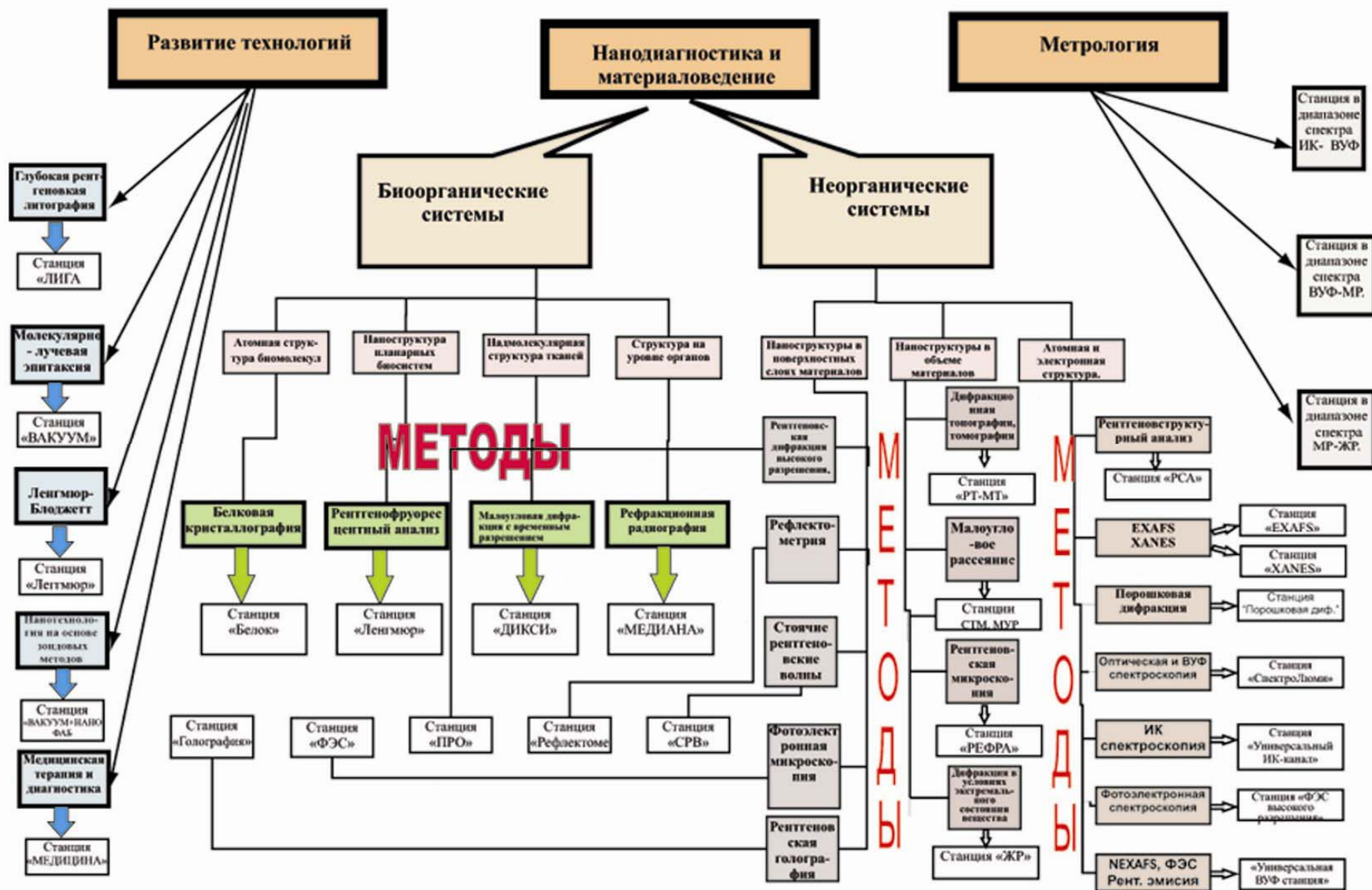
IDs which are discussed on SIBERIA-2



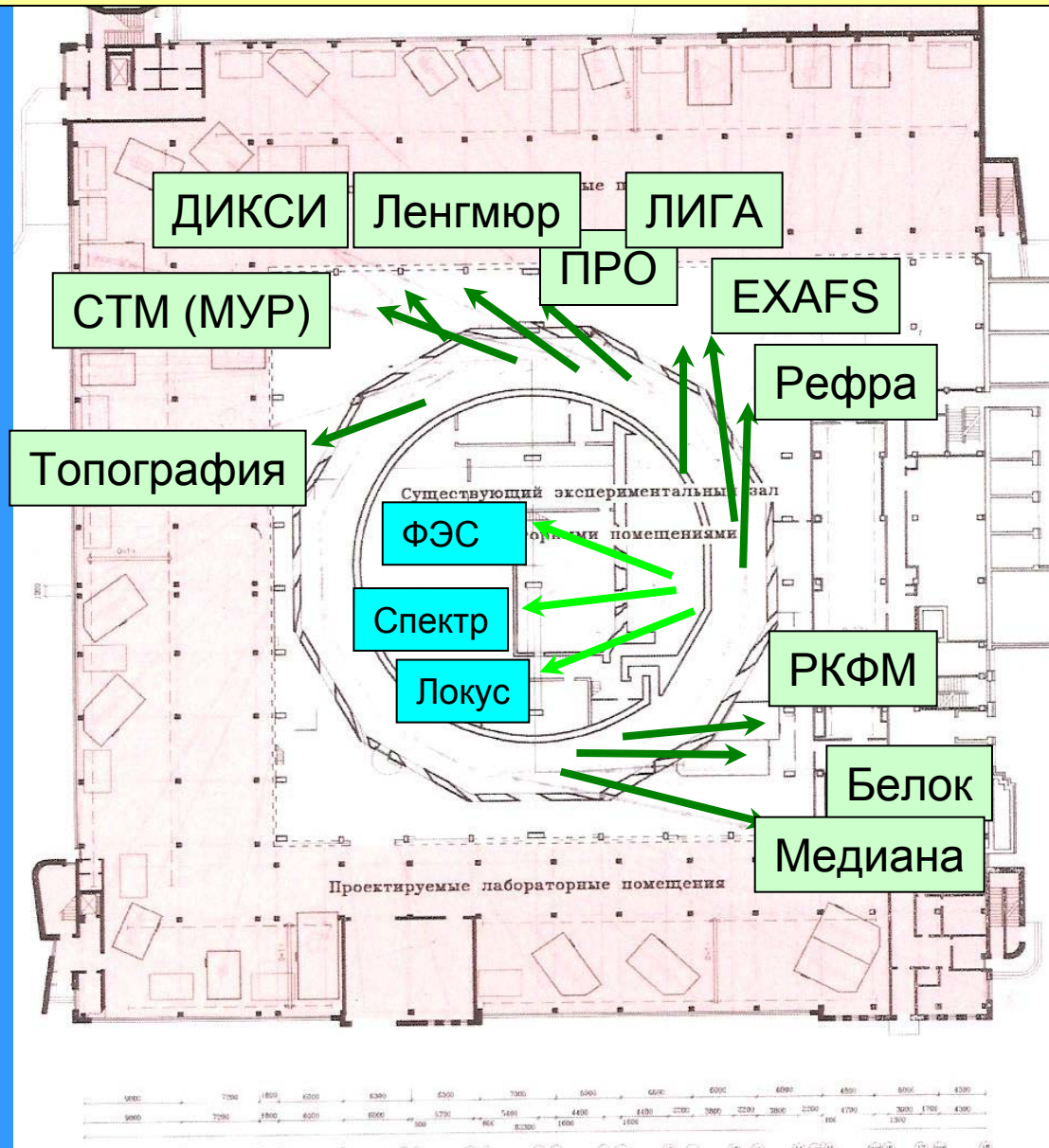
Possible Insertion Devices planed on SIBERIA-2

SR line name	Insertion device	Max. Field, T	Field period, cm	Number of periods	Photon energy	Experimental station	Number of SR lines
K3.4, K6.4	2 SCW	2-4	5-6	25-30	20-40 keV	Elem. analysis, X-ray structure analysis (XSA), "Protein crystallography"	2
K4.4-1, K4.4-2, K4.4-3	1 SCW	7.5	16.4	10	20-150 keV (200)	XSA, XANES/EXAFS - MCD, STRESS	3
K1.4-2, K1.4-3, K1.4-4	1 SCW	6 (7.5)	12-16.4	10	20-100 keV	"Protein crystallography", "Mediana", "Topography"	3
K2.1	1 warm wiggler	0.1-1	15	~10	5.5-270 eV	"Photo-electron spectroscopy (PES)", metrology	1
K3.1	1 warm wiggler (undulator)	0.1-1 Variable gap	15 ≤1	~10	5.5-270 eV	"PES», metrology	1
K4.1	1 warm wiggler	0.1-1	15	~10	5.5-270 eV	"PES», metrology	1
K6.1	1 in-vacuum undulator	0.087 Variable gap 1.33 GeV	0.7	100-150	2	Rigid spectrum, suppressed background, diffraction-limited source	1
K5.1(?)	Edge IR radiation Bending magnets				≤ 300 eV	IR and VUV station, metrology	1

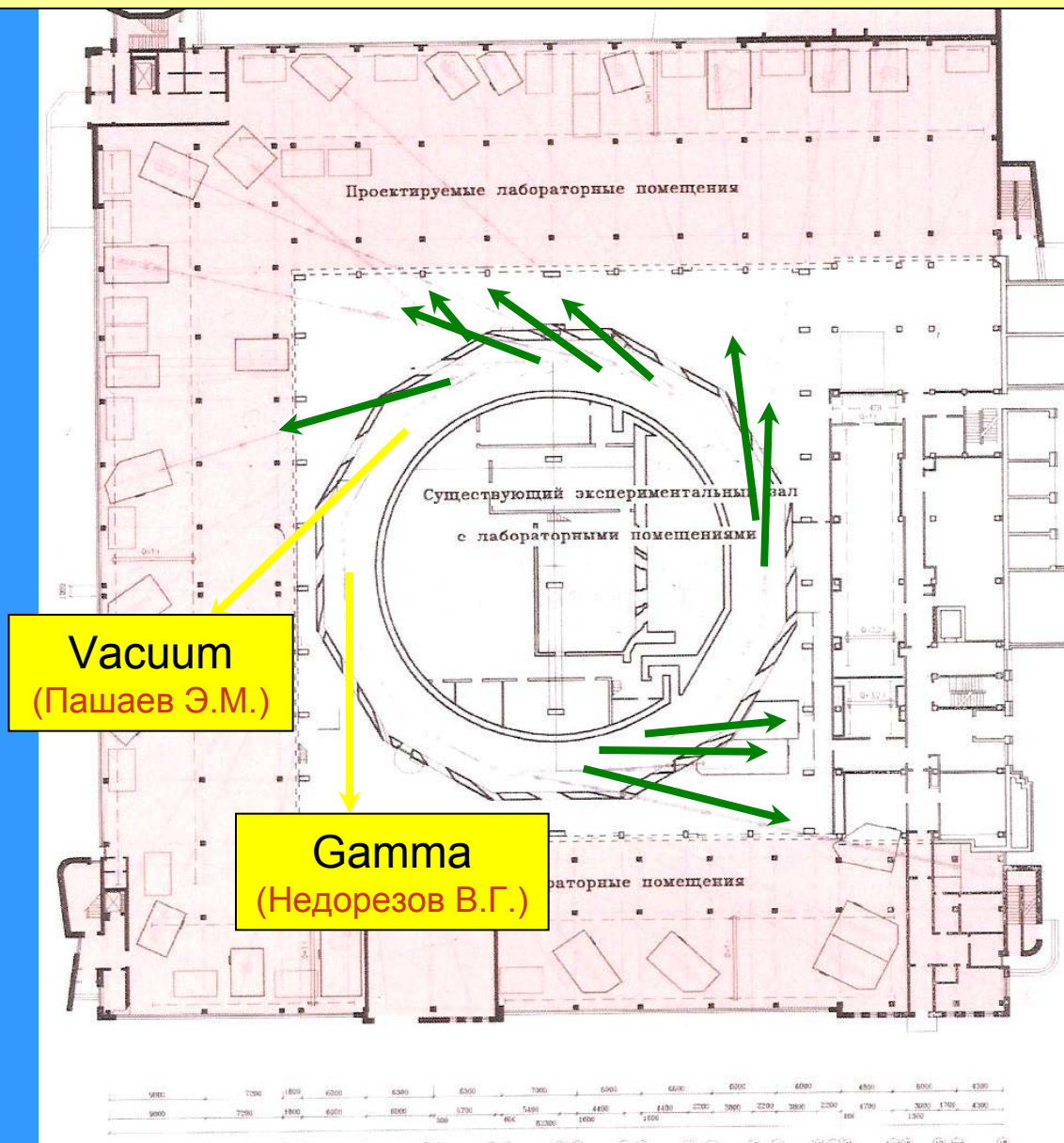
Курчатовский центр синхротронного излучения и нанотехнологий



Existing SR stations



SR station in progress

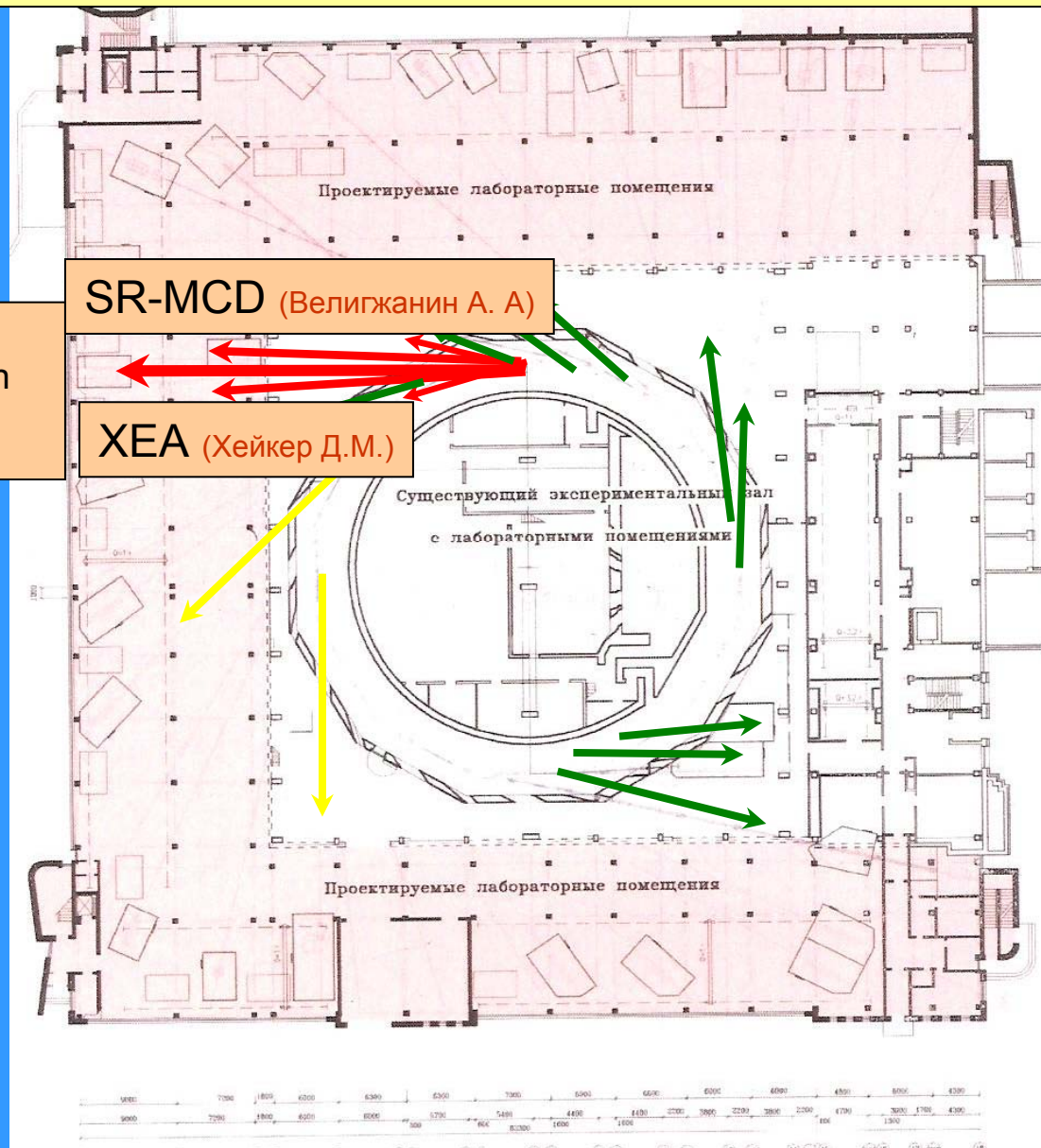


SR station projected on SC wiggler

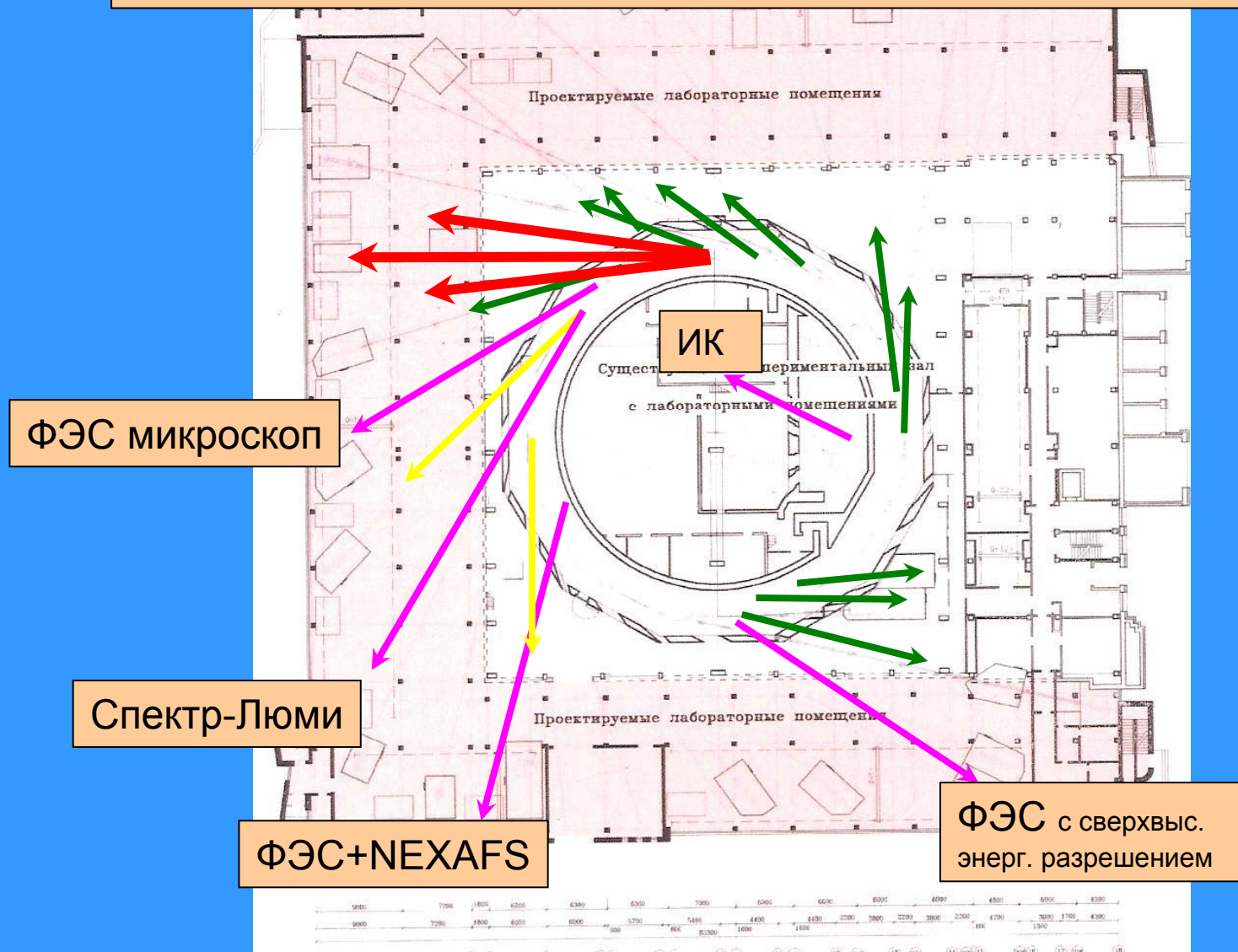
Hard X-ray
universal station
STRESS
(Мухамеджанов Э.Х)

SR-MCD (Велигжанин А. А)

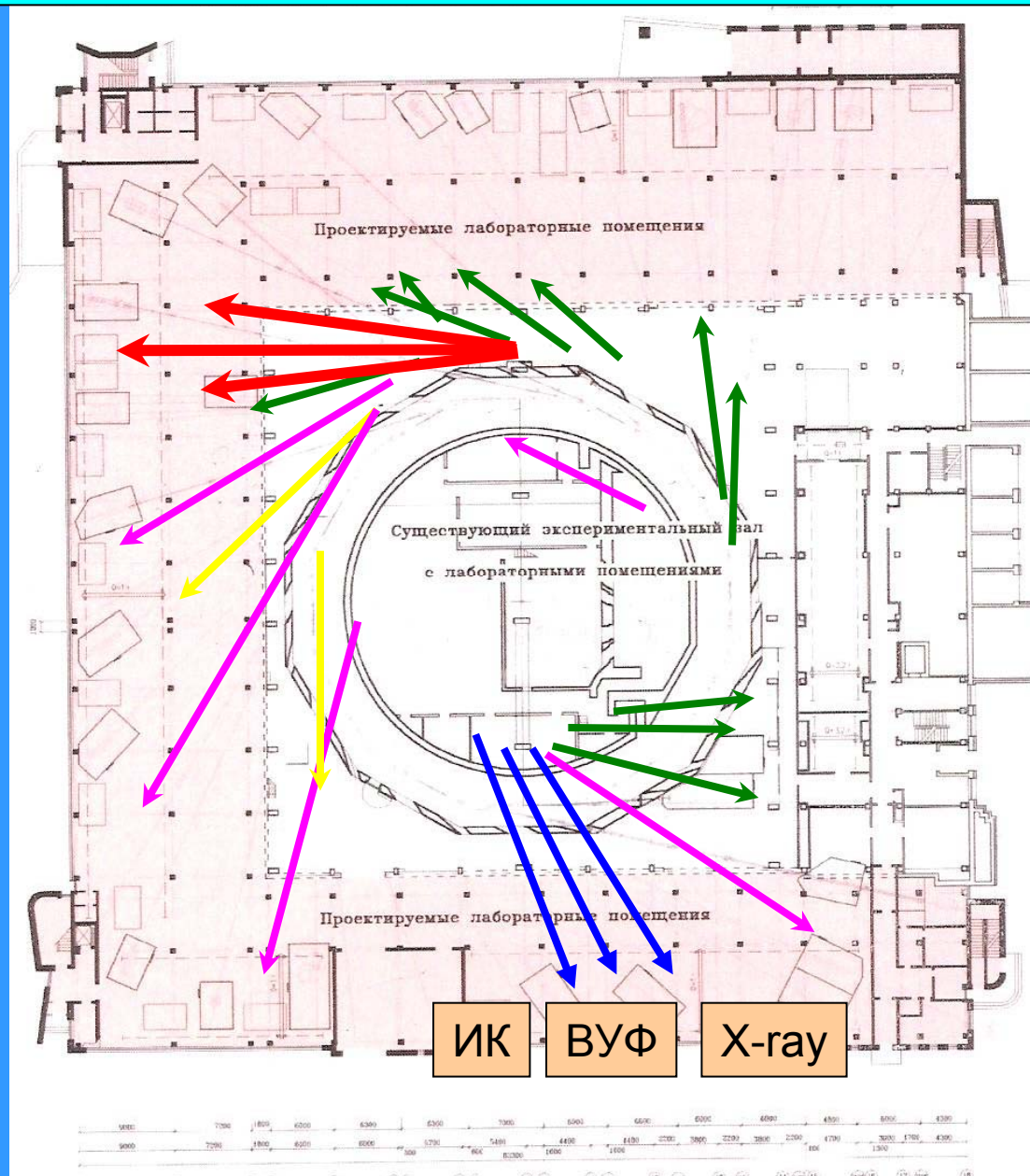
XEA (Хейкер Д.М.)



Proposed stations on IR, VUV and Soft X-ray



Proposed metrology SR stations



Main trends of scientific program of KSCRNT

- ***1. Diagnostics of Nanosystems and Materials***
- ***2. Organic and bioorganic nano-objects and alive systems diagnostics***
- ***3. Development of technologies***
- ***4. Metrology***

Thank for attention

1. Диагностика наносистем и материалов - 1

Научная (технологическая) проблема		Экспериментальный метод	Эксперимент. станция	Статус станции
1.1. Нанодиагностика поверхности.	1.1.1. Нанодиагностика низкоразмерных структур (пленки, слоистые структуры, сверхрешетки, структуры с квантовыми ямами, нитями, точками, кристаллические дефекты и пр.).	Рентгеновская дифракция высокого разрешения (комплекс методов).	Прецизионная рентгеновская оптика «ПРО»	действует (тех. перевооруж.)
		Рефлектометрия.	«Рефлектометрия»	проект
		Голография	«Голография»	проект
		Стоячие рентгеновские волны	«СРВ»	проект
	1.1.2. Микроскопия поверхности.	Фотоэлектронная микроскопия	ФЭС - микроскоп (на «Сибири-2»).	проект
1.2. Нанодиагностика объемных структур.	1.2.1. Определение геометрических параметров наноструктур (поры, кластеры, наночастицы, выделения и пр.).	Малоугловое рассеяние	СТМ (средняя область спектра)	действует (тех. перевооружение)
			МУР (жесткая область спектра)	проект
	1.2.2. Визуализация структур внутри объекта.	Дифракционная топография, томография.	РТ-МТ	действует (тех. перевооруж.)
	1.2.3. Локальная рентгеновская диагностика и микроскопия.	Сфокусированные рентгеновские пучки	РЕФРА	действует (тех. перевооруж.)
	1.2.4. Структурная диагностика при экстремальных воздействиях (сверхвысокие давления, взрыв, радиоактивность и пр.).	Дифракция, радиография (жесткое рентгеновское излучение, пучки большой яркости)	«Жесткий рентген»	проект
	1.2.5. Радиационное материаловедение.	Обратное комптоновское рассеяние	«ГАММА»	проект

1. Диагностика наносистем и материалов-2

Научная (технологическая) проблема		Экспериментальный метод	Экспериментальная станция	Статус станции
1.3. Атомная и электронная структура.	1.3.1. Атомная структура, электронная плотность.	Рентгеноструктурный анализ	«РСА»	проект
	1.3.2. Фазовый анализ.	Порошковая дифракция	«Порошковая дифракция»	проект
	1.3.3. Атомная структура ближайшего окружения.	EXAFS-спектроскопия	«EXAFS-D»	действует (тех. перевооруж.)
	1.3.4. Химические связи, электронные состояния, атомная структура.	XANES - спектроскопия	«XANES»	проект
		Резонансная дифракция	«РКФМ»	действует (тех. перевооруж.)
	1.3.5. Электронные спектры, оптические и рентгенооптические свойства, магнитные и атомные структуры, химические связи и пр.	Инфракрасная спектроскопия	«Универсальный ИК-станция»	проект
		Оптическая и ВУФ спектроскопия, люминесценция.	«Спектр» (на «Сибири-1»).	действует (тех. перевооруж.)
			ЛОКУС (на «Сибири-1»).	действует (тех. перевооруж.)
			«SpectroLumi» (на «Сибири 2»)	проект
		Фотоэлектронная спектроскопия (ФЭС)	«ФЭС» (на «Сибири-1»)	действует (тех. перевооруж.)
			«ФЭС - высокого разрешения» (на «Сибири 2»)	проект
		XANES (в области мягкого рентгена), ФЭС с угловым и спиновым разрешением.	«Универсальная ВУФ-станция» (на «Сибири 2»)	проект

2. Диагностика органических и биоорганических нанообъектов и живых систем

Научная (технологическая) проблема	Экспериментальный метод	Экспериментальная станция	Статус станции
2.1. Атомная структура макромолекул. (белки, вирусы, ферменты, и пр.).	Белковая кристаллография	«Белок»»	действует (тех. перевооруж.)
2.2. Диагностика низкоразмерных наноструктур в нативном состоянии. (пленки на поверхности жидкости, мембраны и пр.).	Рентгенофлуоресцентный анализ, рефлектометрия, поверхностная дифракция.	«Ленгмюр»	Действует в стадии запуска (тех. перевооруж.)
2.3. Диагностика надмолекулярной структуры биотканей, в том числе в динамике. (мышечная ткань, эпителий, слизь, волосы и пр.)	Малоугловая дифракция с временным разрешением	«ДИКСИ»	действует (тех. перевооруж.)
2.4. Новые методы медицинской интроскопии	Рефракционная радиография, фазовый контраст.	«МЕДИАНА»	действует (тех. перевооруж.)

3. Развитие технологий.

Научная (технологическая) проблема	Экспериментальный метод	Экспериментальная станция	Статус станции
3.1. Микросистемная техника.	Глубокая рентгеновская литография (ЛИГА)	«ЛИГА»	действует (тех. перевооруж.)
3.2. Молекулярное наслаивание.	Технология молекулярно-лучевой эпитаксии в комплексе с поверхностно-чувствительными методами диагностики.	«ВАКУУМ»	(тех. перевооруж.)
3.3. Технологии наноконструирования неорганических систем	Нанотехнологии на основе зондовых методов и сфокусированных ионных пучков в комплексе с поверхностно-чувствительными методами диагностики.	«НАНОФАБ»	проект
3.4. Технологии наноконструирования органических и биоорганических систем.	Технология Ленгмюра-Блоджетт в комплексе с поверхностно-чувствительными методами диагностики.	«Ленгмюр»	действует (тех. перевооруж.)
3.5. Новые методы медицинской терапии.	Рентгеновская терапия с использованием монохроматических пучков или микропучков.	«Медицинская терапия»	проект
2.5. Рентгеновские методы для задач противодействия терроризму.	Рентгенофазовый анализ микрообразцов для криминалистических целей.	Комплекс существующих станций	

4. Метрология

Научная (технологическая) проблема	Экспериментальный метод	Экспериментальная станция	Статус станции
4.1. Спектрорадиометрическое обеспечение работ в области нанотехнологий, материаловедения, живых систем и технологий двойного назначения.	Оптические методы формирования пучка.	«Метрологическая станция в диапазоне ИК-ВУФ» (на «Сибири 2»)	проект
	Рентгенооптические методы формирования пучка.	«Метрологическая станция в диапазоне ВУФ - мягкий рентген» (на «Сибири 2»)	проект
	Рентгенооптические методы формирования пучка	Метрологическая станция в диапазоне мягкий рентген - жесткий рентгена» (на «Сибири 2»)	проект

Перечень работ по тех. перевооружению каналов и экспериментальных станций

- - **оснащение существующих** экспериментальных станций современным исследовательским оборудованием и приборами;
- - **оснащение сооружаемых** экспериментальных станций (проект 215-085) современным исследовательским оборудованием и приборами **для решения задач наноиндустрии**;
- - создание на базе источника СИ новых уникальных научных станций для развития работ в наноиндустрии;
- - создание и доработка каналов вывода СИ из малого накопителя (МН): ВУФ-зал на канале Д'3.1 и Д'3.2, Д4.1, Д4.2, Д4.3;
- - дооснащение каналов вывода СИ большого накопителя (БН): ВУФ каналы из БН, ИК каналы (инфракрасного излучения) из БН, МР каналы (мягкого рентгена) из поворотных магнитов БН, каналы жесткого рентгена из поворотных магнитов БН, каналы выводов СИ из специзлучателей – вигглеров, оптические каналы из БН;
- - создание новых (26 шт) и дооборудование существующих (11 шт) защитных свинцовых домиков для экспериментальных станций;
- - создание новых (26 шт) и дооборудование существующих (11 шт) боксов (домиков) экспериментатора;
- - создание новых и дооборудование существующих вакуумных систем.

Электроснабжение

- Установленная суммарная мощность потребителей – 2,2 МВт,
- Максимально потребляемая – 3,7 МВт.,
- Годовой расход электроэнергии 8100 МВт*ч.

Режим работы и трудовые ресурсы

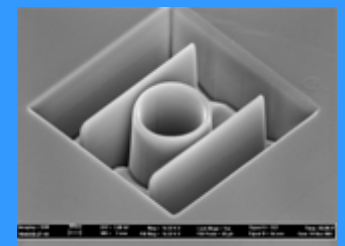
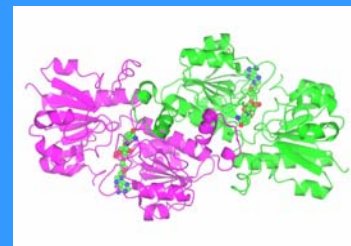
- - режим работы – круглосуточный 3-4 смены по 6 часов максимум пятью сменными бригадами;
- - наработка в году на пользователей синхротронного излучения – "пучковое время" составляет: максимальная – 5040 часов, планируемая – 4200 часов;
- - списочный состав работающего персонала составляет 178 человек (88 чел. в максимальную смену), в том числе инженерно-технические работники – 127 чел; рабочие- 51 человек.

Стоимость

Общая стоимость с НДС – 8,59 млрд. руб. в том числе:

- **СМР – 0,77 млрд. рублей;**
- **оборудование – 6,91 млрд. рублей (включая бустер 500 млн. руб.)**
- **прочие затраты – 0,91 млрд. рублей.**

	1999 г	1999-2006 гг.	2006-2007 гг.	2008-2011 гг.
Курчатовский источник СИ	Физический запуск	Вывод на проектные параметры	- Крейсерский режим работы - Первый сверхпроводящий вигглер - Концепция модернизации	- Техническое перевооружение - - повышение яркости в 100 раз. -Переход в разряд источников третьего поколения. - Оснащение вигглерами и ондуляторами
Экспериментальные станции		Комплексы экспериментальных станций 1-й очереди	- Центр коллективного пользования. - Первые специализированные станции для «нано» наук	- Комплекс станций для «нано-» и «нано-био» наук - Комплексы «Нанофаб» для нанотехнологий
Исследования и разработки	Демонстрационные эксперименты	Развитие методик исследований	Начало исследований в области «нано-» и «нано-био» наук.	Комплексные исследования и разработки в области «нано-» «нано-био» в режиме коллективного пользования, создание новых технологий.



В соответствии с Техническим заданием на разработку проекта технического перевооружения КИСИ, размещаемого в корпусе технологических исследований (здание 348), управление производством, организационная структура управления, организация условий труда рабочих и служащих, режим работы, численный и профессионально-квалификационный состав работающих, число и оснащенность рабочих мест сохраняется и остается без изменения в соответствии с принятыми решениями по проекту "Расширение и реконструкция экспериментального зала КИСИ" (шифр 215-085-00).

В том числе:

- режим работы – круглосуточный 3-4 смены по 6 часов максимум пятью сменными бригадами;
- наработка в году на пользователей синхротронного излучения – "пучковое время" составляет: максимальная – 5040 часов, планируемая – 4200 часов;
- списочный состав работающего персонала здания 348 составляет 178 человек (88 чел. в максимальную смену), в том числе инженерно-технические работники – 127 чел; рабочие – 51 человек.

Постоянно прикомандировочный персонал для проведения работ на "пучках" – 50 человек (3 сменные бригады), 18 человек в максимальную смену.

Строительные параметры по данному проекту следующие:

- общая площадь здания 348 по проекту расширения и реконструкции (215-085) – 16930 м²;
- площадь здания 348 подлежащая техперевооружению – 7585,5 м².

Проектом технического перевооружения предусмотрено размещение оборудования, приборов и аппаратуры в существующих технологических помещениях, большая часть которых задействована практически без реконструкции.