

Russian Particle Accelerator Conference (RuPAC'23)

Monday 11 September 2023 - Friday 15 September 2023

Budker INP



Book of Abstracts

Оглавление

Система питания магнитов инжекционного комплекса ЦКП «СКИФ»	1	1
Проект программы развития e^+e^- встречных пучков в ИЯФ СО РАН	2	1
Прецизионное определение положения датчика Холла при магнитных измерениях сверхпроводящих вставных устройств	3	1
Сверхпроводящий вигглер с полем 2.7 Тл и периодом 27 мм для станции "Быстропротекающие процессы" на источнике СКИФ.	4	2
Undulator phase error compensation method by corrective currents.	5	2
Прототип сверхпроводящего ондулятора с периодом 12 мм и полем 0.7 Тл.	6	3
Статус работ по сверхпроводящим вигглерам и ондуляторам для источника СКИФ	7	3
Experience with Cherenkov detectors on the BINP linear accelerators	8	4
Метод импульсных измерений магнитного поля многополюсных ондуляторов.	9	4
Measurement of the pulse duration at the 3rd laser of Novosibirsk FEL	10	5
VEPP-5 injection complex damping ring beam diagnostic instruments development	11	5
Further developments on the VEPP-5 Injection Complex	12	6
VEPP-5 Injection Complex Damping Ring coupling impedance model construction	13	6
Прецизионный модульный высокоточный источник тока для стенда магнитных измерений ИЯФ	15	7
Hamiltonian preserving nonlinear optics	16	7
Capture and transport of vortex quantum states	17	8
Effects of the transverse plasma gradient in the plasma wakefield accelerator	18	8

Модернизация системы питания квадруполь коллайдера ВЭПП-2000. 19	9
Linear model misalignments sources search and analysis for storage ring of BINP Injection Complex 20	9
Модернизация системы импульсного питания канала транспортировки пучка ускорительного комплекса ВЭПП-2000 21	10
Запуск системы измерения положения пучка в канале бустер-нуклотрон НИКА 22	10
Modelling of e^- charge dynamics of the semiconductor layer of Cs_2Te/Mo photocathode 23	10
Система измерения положения пучка в Инжекторе комплекса СКИФ 24	11
Промышленные ускорители ИЛУ для радиационной обработки продук- ции 25	12
Application of Synchrotron radiation sources for assistance of neutrinoless double-electron capture 26	12
Metallic ion beams development with ECR ion sources at FLNR JINR 27	13
Laser-spark source of intense ion fluxes for accelerators 28	13
Pulsed dipole magnets for the Booster - Nuclotron transport line of the NICA complex: parameters, design, measurement results 29	14
Development of program packages for simulation of electron-optical systems 30	14
GUN TIMER module for fine synchronization and triggering of the SKIF linac RF gun modulator 31	15
The results of four years of operation of the base facility of the Factory of Superheavy Elements - the DC-280 cyclotron 32	15
Reconstruction of the RF power supply system of the U400M cyclotron 33	16
Технический проект системы диагностики пучков ионов в фазовом пространстве 34	17
Project of a linear electron accelerator for the study of photonuclear reactions 35	17
ПЕРВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ЭЛЕКТРОННОМУ ОХЛАЖДЕ- НИЮ ИОНОВ В БУСТЕРЕ NICA 36	18
MEASUREMENT OF THE PHASE DENSITY OF BEAM BUNCHES FORMED BY A MICROWAVE CONTROLLED ELECTRON GUN 37	18
COMMERCIAL CW MAGNETRON IN PULSED MODE FOR ACCELERATOR TECHNOLOGY 38	19

NUMERICAL STUDY OF THE RESONANCES IN GATCHINA ISOCHRONOUS CYCLOTRON C-80	39	19
MULTIPURPOSE SOFTWARE FOR ACQUISITION AND PROCESSING OF OPTICAL SIGNALS FROM BEAM PROFILE MONITORS AT INR LINAC	40	20
What can bent crystals do on modern accelerators	41	20
Production of a beam of high-energy particles with a small angular divergence using a system of two focusing crystal devices	42	20
THE RF PARAMETERS OF RFQ	43	21
THE RF PARAMETERS OF DTL _1	44	21
THE RF PARAMETERS OF DTL _2	45	22
Optimization of permanent magnets hexapole parameters for ECR type ion sources	46	22
Разработка широкополосного усилителя ВЧ мощности для питания синусного банчера циклотрона У400М.	47	23
Research of the accelerating structure of the linear electron accelerator LINAC-200	48	24
О влиянии смещения рабочей частоты на эффективность ускоряющей структуры ускорителя ЛУЭ-200	49	24
Control System for a Heavy Ion Laser Source at Synchrotron Complex ICCR	50	24
Experimental study of the energy spread in an accelerated beam under various operating modes of the DC-280 cyclotron	51	25
Renewed calculation results of electron cloud problem at the NICA Collider	52	25
Femtosecond Relativistic Electron Bunch Compression and Diagnosis using Terahertz-driven Resonators	53	26
Код для моделирования переходного и дифракционного излучений от металлических мишеней конечных размеров с произвольными формами	54	26
Vacuum insulated tandem accelerator VITA and its applications	55	27
RESULTS OF RECONSTRUCTION OF U400M CYCLOTRON MAGNETIC STRUCTURE	56	28
СОВРЕМЕННЫЕ КОМБИНИРОВАННЫЕ СВЕРХВЫСОКОВАКУУМНЫЕ НАСОСЫ ДЛЯ ЦКП «СКИФ»	57	28
Status of the Kurchatov Synchrotron Radiation Source	58	29

Study of impurities accumulation in a thin lithium target by an ion scattering spectroscopy 59	29
METHODs FOR CHARACTERIZING AN ECR ION SOURCE USING A PEPPER-POT EMITTANCE METER 60	30
Некоторые особенности использования генераторной лампы в анодном импульсном модуляторе 61	31
STATUS OF NICA RF2 SYSTEM 62	31
Auxiliaries automation for 15 keV neutral beam injector 63	32
Новейшие модели ускорителей ЭЛВ с энергией до 4 МэВ 64	32
Высоковольтный источник питания для тандем-ускорителя БНЗТ, диагностика пробоев, и итоги наблюдения за поведением источника после двух лет работы. 65	32
ОПТИМИЗАЦИЯ УНИКАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ “УНУ-ЭЛВ 6” С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ МОЩНОСТИ ДО 100 КВТ И ПРОВОДИМЫЕ ЭКСПЕРЕМЕНТЫ НА УСТАНОВКЕ ПО ПОЛУЧЕНИЮ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ НА ЭНЕРГИИ ОТ 1,4-2,5 МЭВ. 66	33
Диагностика дробового шума пучка в Бустере и Нуклотроне комплекса NICA 67	34
Стохастическое охлаждение в 4 сеансе пуско-наладочных работ комплекса NICA 68	35
Results of operation of test accelerator facility for SKIF linear accelerator 69	35
Compact accelerator source of fast neutrons for radiation testing of perspective materials 70	36
Этапы и промежуточные итоги разработки программного обеспечения для моделирования процессов формирования и ускорения сильно-точных пучков электронов 71	36
STUDY OF THE REACTION $11\text{B}(p,)$ IN THE 0.3-2.15 MEV PROTON BEAM ENERGY 72	37
Динамика частиц в инжекторе для комплекса протонно-лучевой терапии ЛУЧ-Протон 73	38
Динамика частиц в инжекторе тяжелых ионов ЛУ2 для синхротронного испытательного комплекса (СКИ) 74	38
Система синхронизации и задающего ВЧ Комплекса НИКА: проект и первые результаты 75	39
Beam dynamics simulation for sections of short cavities using fast oscillation averaging method 76	40

Elliptical electromagnetic undulator UE212M for the station "Electronic Structure" in the SKIF project 77	40
Development of the Cold Neutron Beam Shaping Assembly for the Accelerator-based Neutron Source VITA 78	41
THE CONTROL SYSTEM OF NOVOSIBIRSK FREE ELECTRON LASER FACILITY AND USERS STATIONS 79	41
Проекты развития комплекса адронных ускорителей НИЦ КИ – ИФВЭ 80	42
COMPTON BACKSCATTERING X-RAY SOURCE FOR NRNU МЕРФИ 81	42
Модель магнито — оптической структуры протонного синхротрона комплекса протонной лучевой терапии НИЦ «Курчатовский институт» 82	43
Об устойчивости в ловушке Пеннинга с «вращающейся стенкой» и буферным газом 83	43
Решение уравнения Фоккера-Планка: искажение продольной функции плотности распределения частиц в отсутствие и при наличии когерентных колебаний в электронном сгустке. 84	44
GAS LOADING SIMULATION FOR A LOW ENERGY BEAM TRANSPORT CHANNEL 85	44
Status of the electron accelerator for radiotherapy 86	45
Сопровождение облучений ионами углерода при проведении радиобиологических экспериментов на установке РБС. 87	45
Proton injector for accelerator-driven compact neutron source DARIA. 88	46
Вакуумная система ускорителя ЛИНАК-200. 89	47
Системы диагностики сильноточного электронного пучка 90	47
Разработка вычислительных моделей длинного дипольного магнита с продольным градиентом поля на основе постоянных магнитов для проекта УНК-СИЛА 91	48
Разработка вычислительных моделей короткого дипольного магнита на основе постоянных магнитов для накопительного кольца источника синхротронного излучения УНК-СИЛА 92	48
Development of methods for controlling the injection and stability of an electron beam on synchrotron radiation sources 93	49
Синхронный мониторинг параметров устройств и пучков на ускорительно-накопительном комплексе СКИФ 94	49
Overview of the CEPС Project 95	50

Генераторы питания ударного магнита для выпуска ионов в канал «Бустер-Нуклотрон» ускорительного комплекса «NICA» (Дубна) 96	50
Резонатор для блока высокочастотных переходов в поляризованных атомах водорода и дейтерия 97	51
BEAM LINES FOR NEW EXPERIMENTAL HALL OF U400R CYCLOTRON 98	51
Моделирование динамики пучка в канале транспортировки тяжелых ионов высокой энергии (HEBT) 99	52
Низкоэнергетический канал транспортировки (LEBT) линейного ускорителя тяжелых ионов 100	52
СТАТУС У-70 101	53
Итоги работы криогенного комплекса ЛФВЭ в пусконаладочных сеансах инжекционного комплекса NICA 102	53
Investigation of the possibility for medical radioisotopes production on linear proton accelerator I-2 103	54
Статус измерений положения магнитной оси квадрупольных магнитов Коллайдера NICA 104	55
Магнитные элементы канала транспортировки ионов от SIS18 до SIS100 для FAIR 105	56
Коаксиальный резонатор в запердельном волноводе для исследования влияния модификации поверхности меди на её проводимость. 106	56
Coherent Betatron Oscillations in a Storage Ring at Injection 107	57
Single-revolution regime of CCD-camera at injection at VEPP-2000 108	57
Проект источника релятивистских электронов с орбитальным угловым моментом 109	58
COMPACT HELIUM ION SYNCHROTRON FOR CANCER THERAPY 110	58
A concept of a 16:1 waveguide combiner for high power applications 111	59
Double beam at the HIPr facility for simulation of the neutron impact on the nuclear reactors structural materials 112	59
Simulation of radiation damage in W-10Cr tungsten alloy using ion beams 113	60
ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЯ НЕЙТРОНОВ МОНИТОРАМИ НА ОСНОВЕ ГАЗОНАПОЛНЕННЫХ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ СЧЁТЧИКОВ 114	60
MECHANICAL DESIGN OF THE RFQ STRUCTURE 115	61
MECHANICAL DESIGN OF DTL_2 RESONATOR 116	61

MECHANICAL DESIGN OF DTL_1	117	62
Последовательное моделирование динамики ионов Н-минус от источника до выхода из RFQ с поворотом пучка	118	62
Система инжекции ионов углерода C+4 для комплекса лучевой терапии	119	63
Multidisciplinary Studies on Electron Accelerator ILU-6	120	63
Developing of 540° magnetic buncher	121	64
Увеличение амплитуды плазменной кильватерной волны вследствие ее опрокидывания	122	64
Статус экспериментальной установки Радиобиологический стенд (РБС) на выведенном пучке ядер углерода из ускорительного комплекса У-70	123	65
Development of the S-band klystron at the BINP SB RAS	125	66
Magnetic system of the lines of transportation of the derived beams of the cyclotron U400R.	126	66
Расчёт параметров системы транспортировки пучка в нейтронном генераторе НГ-13	127	66
Investigation of the possibility of using turn-by-turn measurements to detect perturbations in the magnetic structure of accelerators	128	67
СОСТОЯНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ ТЯЖЕЛО-ИОННОГО СИНХРОТРОННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ЦЕНТРА РАДИАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ РФЯЦ-ВНИИЭФ	129	68
Многоцелевой комплекс на базе циклотрона Ц-80	130	68
Линейный ускоритель тяжелых ионов: накопленный опыт эксплуатации и достигнутые результаты	131	69
Встраиваемый цифровой интерфейс для контроллеров, применяющихся для управления устройствами ускорительно-накопительного комплекса СКИФ	132	69
Встраиваемый контроллер для управления устройствами ускорительно-накопительного комплекса СКИФ	133	70
Плазменное кильватерное ускорение	134	70
СОСТОЯНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ КАНАЛОВ ПУЧКОВ ИОНОВ УГЛЕРОДА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИХ И ПРЕДКЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА УСКОРИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ У-70	135	71
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ ЭМИТТАНСА ПУЧКОВ ИОНОВ УГЛЕРОДА В КАНАЛЕ РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА УСКОРИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ У-70	136	71

Расчёт импеданса вакуумной камеры накопителя ЦКП СКИФ 137	72
Betatron Stopbands in VEPP-2000 Collider 138	72
Stationary negative ion beam injector for tandem accelerator 139	73
Система компримирования криогенного комплекса NICA 140	73
Ускорительный комплекс на базе циклотрона Ц-80 для медицинского использования – проект ОКО 141	74
К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ НЕЙТРИННЫХ ПУЧКОВ НА УСКОРИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ У-70 С ПОВОРОТОМ РОДИТЕЛЬСКИХ ЧАСТИЦ 142	75
Performance enhancement of VEPP-2000 collider over the last two years. 143	75
КИЛЬВАТЕРНОЕ УСКОРЕНИЕ С ЛАЗЕРНЫМ ИМПУЛЬСОМ XCELS 144	76
Scintillation detector for neutron flux monitoring for BNCT 145	76
Особенности работы ВЭПП-4М на высокой энергии для экспериментов по физике частиц и с синхротронным излучением 146	77
Dynamics of a helium beam in a transport channel for simulation experiments 147	78
Management and operator control system based on microservice architecture and application on the HIPr accelerator 148	78
Регулировка выходной энергии в течение ВЧ импульса в линейном ускорителе протонов для медицины 149	79
The First Measurements of the NICA Booster Lattice Characteristics 150	79
Experimental stations of the Novosibirsk free-electron laser facility and research on them 151	80
Creation of the SKIF synchrotron booster 152	80
Investigation of spin-flipping within the Frequency Domain method of searching for the electric dipole moment of the deuteron 153	81
Magneto-optical structure of the Nuclotron for searching for the electric dipole moment of light nuclei 154	81
Budker INP Acceleration mass spectrometer automation system. 155	82
Частотно-импульсный источник электронного пучка с термокатодом для моделирования теплового воздействия плазмы на облицовку дивертора токамака 156	83
Development of the magnetic system based on permanent magnets for the new energy-saving synchrotron radiation source 157	83

Generation of picosecond X-ray pulses at the energy-recovery linear accelerator of the Novosibirsk free electron laser 158	84
ДИНАМИКА ПУЧКА В МОДЕРНИЗИРОВАННОМ ЦИКЛОТРОНЕ Ц-80 И СИСТЕМЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ 160	84
Квадруполь на постоянных магнитах для финального фокуса 161	85
Hardware and Software to Control the Booster - Nuclotron transfer line of the NICA complex 162	85
About the Possibility of Measuring Pulsed Bending Magnets Using Hall Sensors 163	86
Особенности продольной электронной силы трения в экспериментах на синхротроне COSY 164	86
Изготовление FFS сверхпроводящего квадруполя 165	87
Система контроля и управления стенда для исследования FFS сверхпроводящих магнитов 166	87
Quality factor characterization of superconductive low-beta 325 MHz half-wave resonators at low microwave field amplitudes 167	88
ВЫВОД ПРОТОННОГО ПУЧКА ИЗ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЦИКЛОТРОНА С ГЛУБОКИМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ 168	88
Энергосберегающий источник синхротронного излучения на постоянных магнитах 169	89
Датчик энергии пучка электронов 170	90
Некоторые особенности ADS и предложение по исследовательскому стенду на основе линейного ускорителя ИЯИ РАН 171	90
Линейный ускоритель тяжелых ионов ЛУ2 для синхротронного исследовательского комплекса (СКИ) 172	91
КОМПАКТНЫЙ ИСТОЧНИК НЕЙТРОНОВ - DARIA 173	92
Quasi-frozen structures at NICA as pathways to search for the electric dipole moment of deuterons and axion dark matter 174	92
Новая автоматизированная система управления и синхронизации технологических процессов (АСУТП и СТП) Курчатовского источника синхротронного излучения 175	93
Накопительное кольцо для комптоновского гамма-источника в диапазоне 1 - 200 МэВ. 176	93
Новые блоки управления БУК-М-1 источниками питания слаботочной магнитной системы Курчатовского источника синхротронного излучения 177	94

Блоки управления источниками питания магнитной системы в составе новой АСУТП и ТПВ Курчатовского источника синхротронного излучения 178	94
Новые блоки управления БУП-27М источниками питания вакуумной системы источника синхротронного излучения НИЦ Курчатовский институт 179	95
Прецизионные эксперименты на коллайдерах по проверке Стандартной Модели 180	95
Вакуумное оборудование для ускорителей заряженных частиц 181	95
Влияние линейного градиента плотности плазмы в эксперименте AWAKE 182	96
ЦЕНТРАЛЬНАЯ ОБЛАСТЬ ЦИКЛОТРОНА Ц-250 183	96
Calibration of beam position monitors for Injection Complex damping ring. 184	97
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ИОНОВ В ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦИКЛОТРОНАХ 185	97
Developmet of RF preamplifiers for BPM stations of the NICA collider rings 186	98
Верификация расчетов защиты медицинской кабины ионно-лучевой терапии канала 26А проекта ЛУЧ У-70. 187	98
Конструкция системы электронного охлаждения коллайдера NICA 188	99
Модернизация ионно-оптической системы ускорителя VITA 189	99
Molecular dynamic simulation of the electron beam relaxation and adiabatic acceleration in electron cooler 190	100
Precise measurement of the VEPP-4M beam energy near $Y(1S)$ meson peak using resonant depolarization method with laser polarimeter 191	100
VEPP-2000 control system. Tango migration and recent upgrades. 192	101
Новый метод монохроматизации e^+e^- столкновений. 193	101
Линейные e^+e^- и e^-e^- коллайдеры с рекуперацией энергии 194	102
Resonant scattering of plane-wave and twisted photons by ultra-relativistic partially stripped ions at the Gamma Factory (CERN) 195	102
Serial magnetic measurements of the NICA Collider regular quadrupoles 196	102
The dosimetry test of the developed 3D-printed heterogeneous individual phantom on clinical linear accelerator 197	103
Modernization of the KSRS automated control system 198	104

Сверхпроводниковые магниты источников ионов 199	104
Изготовление и тестирование элементов высоковольтной системы электронного охлаждения для коллайдера NICA 200	104
The project of optical diagnostics of the beam dimensions of the storage with ultra-low emittance SKIF and its features 201	105
Работа ВЧ систем в ходе совместных сеансов Бустера и Нуклотрона 202	106
Longitudinal dynamic in NICA Barrier Bucket RF System at transition energy including impedances in BLonD 203	106
The 3rd generation synchrotron radiation source KSRS-2 204	107
Модернизация системы электропитания канала ВП1 пучков, выведенных из Нуклотрона 205	107
Исследование влияния волн пространственного заряда на измерения положения электронного пучка с помощью пикап-электродов 207	108
Gamma radiation simulations of the medical therapy LINAC's target 208	108
Настройка и оптимизация волноводного СВЧ тракта стенда линейного ускорителя инжектора проекта СКИФ 209	109
Quasi-frozen spin lattice for EDM search and its matrix properties 210	109
Slow beam extraction from Nuclotron: numerical calculations and experimental results 211	110
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВАКУУМА В СТРУКТУРАХ ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ ЛУ-2 212	110
DESIGN OF A RF PHOTOGUN FOR A LINAC – INJECTOR FOR THE USSR FEL 213	111
VEPP-5 injection complex application-level software 214	111
Status and development of electron cooler in HIAF 215	112
Coupled Twiss Parameters Estimation from TbT Data 216	112
Combining Methods for Localization of Linear Focusing Errors 217	113
Data Driven Accelerator Model Fit Based On Generating Functions 218	113
Differentiable Accelerator Modeling Library 219	114
Система синхронизации ускорительно-накопительного комплекса СКИФ 220	114
Дипольные магниты с однородным полем проекта СКИФ 221	115
Свободная прецессия спинов как альтернатива методу резонансной деполяризации в будущих электрон-позитронных коллайдерах 222	115

Исследование возможности динамического управления спином поляризованных протонов и дейтронов на ускорительном комплексе NICA 223	116
Диполь на постоянных магнитах накопителя СКИФ 224	116
Планирование эксперимента по определению бегущего угла Вайнберга на энергии J/ мезона на тау-чарм фабрике 225	117
Магнитные элементы AFC и BDC с дипольной и квадрупольной компонентой для СКИФ. 226	117
Система формирования пучка для БНЗТ поверхностных опухолей с замедлителем из материалов на основе оргстекла 227	118
Upgrade of software of VEPP-2000 RF Control system 228	119
Источник СИ четвертого поколения ЦКП «СКИФ» 229	119
Генерация мощного потока нейтронов для радиационного тестирования перспективных материалов 230	119
Luminosity calibration bias in van-der-Meer scan due to the beam-beam interaction for q-Gaussian beams 231	120
Развитие методов цифровой обработки сигналов с датчиков поворотного положения пучка 232	121
Модернизация системы питания впуска-выпуска Инжекционного комплекса и ВЭПП-2000 233	121
Статус магнитных элементов накопителя СКИФ 234	122
Сравнительный анализ ускоряющих модулей сильноточных индукционных ускорителей 235	122
Automated radiation monitoring system (ARMS) and Interlock and signalization system (ISS) of the cyclotron U400M 236	123
Geometric Properties of a Beam Formed from Radionuclide Positron Source by Stochastic Electron Optics 238	123
Статус магнитных элементов инжектора СКИФ 239	124
Инжекция в накопительные кольца с малой динамической апертурой при помощи нелинейного кикера 240	124
ШИРОКОАПЕРТУРНЫЙ ЦИЛИНДР ФАРАДЕЯ ДЛЯ ВЫСОКОИНТЕНСИВНОГО ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ ПРОТОНОВ ПРОЕКТА DARIA 241	125
Дозиметрия нейтронного и гамма-излучения для двух систем формирования пучка нейтронов на установке VITA с использованием сцинтилляционного детектора, обогащенного бором 242	126
ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ МОНИТОР НА НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ	

КАНАЛЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ ПУЧКА ПРОТОНОВ ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ ИЯИ РАН 243	127
ДИАГНОСТИКА ПУЧКА ДЛЯ СТЕНДА ОБЛУЧЕНИЯ ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ ИОНОВ ВОДОРОДА ИЯИ РАН 244	128
Hardware and Software to Control the RF Gun of the SKIF linear accelerator 245	128
РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ ДИАГНОСТИКИ ПУЧКА ДЛЯ БУДУЩИХ ЛИНЕЙНЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ ИОНОВ В РОССИИ 246	129
Beam Loss Monitor System based on the Cherenkov effect for the Novosibirsk FEL Facility 247	129
Current Status of the Beam Loss Monitoring System for the SKIF Synchrotron Light Source 248	130
Aperture limitation search using beam loss monitors 249	130
Перспективы использования источника многозарядных ионов «Крион-6Т» на инжекционном комплексе NICA: многократная инжекция ионов тяжелых элементов 250	131
Исследование устойчивости сильноточных электронных пучков в ЛИУ с дискретной фокусирующей системой, перспективы их применения в ЛСЭ 251	132
Status of the Collider Vacuum System of the NICA Project 252	133
Разработка и внедрение системы автоматизации ионного источника D-Race для ускорителя VITA 253	133
Унификация группирующих резонаторов для линейного ускорителя ионов 254	134
Аппаратура задающего ВЧ-генератора для Комплекса НИКА 255	134
Расширенная модель квазистатического описания плазмы для исследования кильватерного ускорения 256	135
The concept of the method of charged particle beam density distribution measurement based on mathematical reconstruction 257	136
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ИОНОВ ^{52}Cr , ^{48}Ti ПО СИСТЕМЕ АКСИАЛЬНОЙ ИНЖЕКЦИИ И ЗАХВАТА ИОНОВ В УСКОРЕНИЕ 258	136
Particle acceleration scheme in plasma wakefield 260	137
Разработка электромеханического прибора для определения магнитной оси квадрупольной линзы 261	137
Анализ реализации модифицированного пирсовского электрода 262	138

ОЦЕНКИ И ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЕЙ ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И НАВЕДЕННОЙ АКТИВНОСТИ ПРИ РАБОТЕ МИКРОТРОНА-РЕКУПЕРАТОНА ЛСЭ 263	138
Статус производства элементов магнитно-криостатной системы коллайдера NICA. Результаты криогенных испытаний сверхпроводящих магнитов 264	139
Virtual prototyping of the cyclotrons for medical applications 265	140
АО «Интек Аналитика» - XVI лет успешной работы в области вакуумной техники для создания и модернизации технологического оборудования 266	140
Development of the high temperature evaporators to obtaining of the Ti, Cr, Ni, Fe metal-ions from ECR ion sources 267	141
Криогенный комплекс коллайдера NICA: прогресс создания 268	141
On the effect of focusing conditions on the emission capacity of a laser-plasma ion source 269	142
разработка газонаполненных детекторов для регистрации тормозного излучения в широком энергетическом диапазоне 270	142
Preliminary tests of a modified electron source for a medical therapeutic accelerator 271	143
Measurement of the Fast Neutron Spectrum of the ${}^7\text{Li}(d,n){}^8\text{Be}$ Reaction 272	143
Лазерная система «ФОКУС» для лазерно-плазменного источника ионов линейного ускорителя ЛУ2 273	144
Проект источника комптоновских фотонов на СКИФ 274	144
Медицинский сверхпроводящий циклотрон МСЦ-230. Статус проекта. 275	145
Методики настройки ондуляторных систем на постоянных магнитах синхротрона «СИЛА» 276	146
Permanent magnet dipoles for a synchrotron radiation source 277	147
The «New Nuclotron» Concept for a HTS Magnetic System of the Synchrotron 278	147
Use of particle accelerators for radiation testing of space electronics 279	148
Магнитные элементы низкоэнергетического канала для тяжелоионного ускорителя 280	148
Система ВЧ-питания линейного ускорителя ионов синхротронного комплекса (СКИ) 281	149
Measurement of permanent magnets parameters for prototypes of bending magnets of an energy-saving synchrotron radiation source 282	149

Расчет системы сканирования пучка электронов с поворотом на 90 градусов 283	150
Lambertson magnets for beam injection and fast ejection systems of Nuclotron 284	150
Magnetron generator for ECR ion sources 285	150
Goodness of fit of the algorithm for calculation and optimization high-energy beam transfer lines 286	151
BEAM ORBIT STABILITY AT THE SKIF 287	152
The Novosibirsk Free Electron Laser Facility - new achievements and work plans 288	152
DEVELOPMENT OF A NEW CONTROL SYSTEM FOR ELECTRON ACCELERATORS ILU-12 and ILU-14 289	152
Коррекция влияния вставных устройств первой очереди накопителя СКИФ 290	153
МИШЕННЫЕ УСТРОЙСТВА МОЩНЫХ НЕЙТРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ 291	153
Radiation tests of BINP impregnating epoxy compound up to doses of 50 MGy 292	154
The decomposition method and modeling of the RFQ resonator using scattering matrices applied to field adjustment and stabilization systems 293	154
Modular electronics system for diagnostics and control systems of linear and cyclic accelerators 294	155
Beam extraction in MSC230 isochronous cyclotron 295	155
Simulation study on impact of laser pulses on particle defocusing and acceleration gradients 296	156
Optimization of the Resonator Geometry of a Photoemission Electron Source 297	156
Коллайдер NICA: завершение изготовления оборудования, монтаж и планы первых сеансов с пучком 298	157
VEPP-4M linear optics correction using orbit response matrices 299	157
Генерация сгустков ускоренных электронов при взаимодействии лазерного импульса с полуограниченной плазмой 300	158
Изменение амплитуды кильватерного поля при разлёте протонного драйвера в вакууме 301	158
Numerical simulation of the beam dynamics in electron linacs taking into account the current load in the polyharmonic approximation. 302	159

Построение начальной части линейного ускорителя пучков ионов водорода из однотипных коротких резонаторов 303	159
ОСОБЕННОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ СИСТЕМЫ ЦИКЛОТРОНА, НАГРУЖЕННОЙ СИЛЬНОТОЧНЫМ ПУЧКОМ 304	160
Динамика пучка в изохронном циклотроне для медико-биологических исследований MSC230. 305	160
Short-period permanent-magnet helical undulator 306	161
Вакуумное АСУ Бустера NICA 307	161
Система охлаждения циклотрона ДЦ-280 308	162
Инфраструктура и программное обеспечение системы синхронизации и задающего ВЧ для Комплекса НИКА. 309	162
Beam diagnostics at NICA injection complex 310	163
Система управления инжекционного комплекса NICA 312	163
ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ГЕНЕРАТОР АО «НИИЭФА» ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ЦИКЛОТРОНОВ 313	164
Ускорительно-накопительный комплекс мегаустановки «СИЛА» 314	164
Electron acceleration and nuclear photonics studies on a table-top TW laser system 315	165
Efficient generation of THz radiation via relativistic laser-plasma interaction 316	166
Comparison of BINP AMS and MICADAS-28 towards the development of a new compact radiocarbon AMS 317	166
Расчёт и конструирование системы юстировки ондулятора на постоянных магнитах для источника излучения «СИЛА» 318	167
Preliminary development of the KlyVI program computing module for simulation one dimensional longitudinal beam bunching dynamics in a klystron 319	168
Системы инжекции и вывода пучков синхротронов ускорительного комплекса NICA 320	168
FIRST STEPS TOWARDS A FAST ORBIT FEEDBACK SYSTEM AT VEPP-4M 321	169
Overall Concept Design of 2.45 GHz ECR Ion Source With Tunable Magnetic Field 322	170
Разработка системы СВЧ питания ЭЦР ионного источника с рабочей частотой 2,46 ГГц 323	170

Численная реализация модели лазерного импульса в кильватерном ускорителе 324	170
Макет диагностической системы ондулятора на постоянных магнитах 325	171
Статус коллайдера НИКА 326	172
Intensity Dependence of Bunch Dimensions in Booster of Electrons and Positrons (БЕР) 327	172

Posters II - Board: 008 / 1

Система питания магнитов инжекционного комплекса ЦКП «СКИФ»

Author: Oleg Belikov¹

Co-authors: Sergey Gurov ²; Sergey Karnaeв ¹; Aleksey Levichev ¹; Aleksandr Morsin ¹; Dmitriy Pureskin ¹; Dmitriy Senkov ¹; Alexander Chernyakin ¹; Mariya Arsentyeva ¹

¹ *Budker INP SB RAS*

² *BINP*

Corresponding Author: o.v.belikov@inp.nsk.su

В состав инжекционного комплекса Центра коллективного пользования “Сибирского кольцевого источника фотонов” (ЦКП «СКИФ») входит линейный ускоритель, бустерный синхротрон и два канала транспортировки электронных сгустков. Система питания магнитов инжекционного комплекса включает около 100 шт. различных источников тока разработки ИЯФ СО РАН с выходной мощностью от 100 Вт до 500 кВт. В докладе будут представлены параметры источников питания, схемные решения и результаты тестовых испытаний.

Young scientist paper:

Colliders 2 / 2

Проект программы развития e⁺e⁻ встречных пучков в ИЯФ СО РАН

Author: Евгений Левичев¹

¹ *ИЯФ СО РАН*

Corresponding Author: e.b.levichev@inp.nsk.su

Флагманский проект ИЯФ СО РАН Супер Чарм-Тау Фабрика с рекордной светимостью является большой, сложной, дорогой и рискованной установкой, поскольку метод увеличения светимости - “Краб-Вэйст” - не проверен в полном объеме до сих пор. Для уменьшения рисков предлагается создать в ИЯФ несколько стендов и установок меньшего масштаба для проверки и отработки основных аспектов новой технологии встречи и проведения экспериментов по физике высоких энергий.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 002 / 3

Прецизионное определение положения датчика Холла при магнитных измерениях сверхпроводящих вставных устройств

Author: Artem Zorin¹

¹ BINP, NSU

Corresponding Author: a.v.zorin@ngs.ru

При производстве сверхпроводящих вставных устройств (особенно ондуляторов) для генерации синхротронного излучения необходимо с высокой точностью измерять магнитное поле. Широкое распространение получили системы магнитных измерений на основе датчиков Холла. Каретка с датчиком вставляется в вакуумную антикамеру и приводится в движение с помощью нити. Из-за непостоянства размеров антикамеры по её длине и теплового растяжения нити фактические координаты каретки отличаются от расчётных. В настоящей статье рассматривается трёхмерная система измерения положения датчика Холла на основе оптических методов. Для измерения продольной координаты используется интерферометр Майкельсона; обе поперечные координаты определяются с помощью одной ПЗС-матрицы.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 014 / 4

Сверхпроводящий вигглер с полем 2.7 Тл и периодом 27 мм для станции "Быстропротекающие процессы" на источнике СКИФ.

Author: Andrey Sedov¹

Co-authors: Aleksandr Erokhin²; Alexander Safronov; Alexey Bragin³; Artem Zorin²; Askold Volkov²; Fedor Kazantsev²; Nikolay Mezentsev³; Olga Tarasenko²; Pavel Kanonik³; Sergey Khrushchev²; Valeriy Tsukanov²; Vitaliy Shkaruba²

¹ *Институт ядерной физики имени Г. И. Будкера СО РАН*

² *BINP*

³ *Budker Institute of Nuclear Physics*

Corresponding Author: andrey.sedov1999@gmail.com

Сверхпроводящий вигглер с периодом 27 мм, полем 2.7 Тл и межполюсным зазором 7 мм для станции 1-3 «Быстропротекающие процессы» на источнике СКИФ, созданный в ИЯФ СО РАН, был испытан в погружном и собственном криостате. Представлены основные характеристики и особенности конструкции магнитной и криогенной систем этого вставного устройства. Описаны теоретические расчеты параметров магнитной системы, а также параметры излучения из вставного устройства. Проведены оценки влияния вигглера на динамику пучка электронов в накопительном кольце. Представлены результаты измерений магнитного поля.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 016 / 5

Undulator phase error compensation method by corrective currents.

Author: Pavel Kanonik¹

Co-authors: Vitaliy Shkaruba ²; Askold Volkov ²; Aleksandr Erokhin ²; Artem Zorin ²; Fedor Kazantsev ²; Nikolay Mezentsev ¹; Olga Tarasenko ²; Sergey Khrushchev ²; Valeriy Tsukanov ²; Evgeniy Gusev ²

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*

² *BINP*

Corresponding Author: kanpoul@mail.ru

A method for correcting the magnetic field for a superconducting undulator with neutral poles manufactured at the INP is described, as well as a mathematical apparatus that calculates the currents of the additional power supply for correcting the magnetic field. To correct the field and orbit inside the undulator, the main windings of the undulator are used, grouped into separate groups and powered by additional currents. This correction scheme was tested, as well as a comparison of theoretical and experimental data of the measured magnetic field and calculated phase errors. The spectra of synchrotron radiation before and after correction were calculated using the SPECTRA program.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 017 / 6

Прототип сверхпроводящего ондулятора с периодом 12 мм и полем 0.7 Тл.

Author: Sergey Khrushchev¹

Co-authors: Nikolay Mezentsev ²; Alexander Safronov ; Vitaliy Shkaruba ¹; Valeriy Tsukanov ¹

¹ *BINP*

² *Budker Institute of Nuclear Physics*

Corresponding Author: khruschev@mail.ru

В Институте ядерной физики СО РАН разработан прототип сверхпроводящего ондулятора с периодом 12 мм и полем 0.7 Тл. Вертикальная апертура ондулятора составляет 5 мм при межполюсном зазоре 7 мм.

В статье обоснован выбор параметров ондулятора, описана его конструкция, основанная на горизонтальном рейстреке с нейтральными полюсами, приведены расчётные характеристики ондулятора и генерируемого им излучения.

Young scientist paper:

Superconductivity in accelerators / 7

Статус работ по сверхпроводящим вигглерам и ондуляторам для источника СКИФ

Author: Vitaliy Shkaruba¹

Co-authors: Alexey Bragin ²; Askold Volkov ¹; Aleksandr Erokhin ¹; Artem Zorin ¹; Fedor Kazantsev ¹; Pavel Kanonik ²; Nikolay Mezentsev ²; Alexander Safronov ; Andrey Sedov ³; Olga Tarasenko ¹; Sergey Khrushchev ¹; Valeriy Tsukanov ¹; Evgeniy Gusev ¹

¹ BINP

² Budker Institute of Nuclear Physics

³ Институт ядерной физики имени Г. И. Будкера СО РАН

Corresponding Author: shkaruba@mail.ru

Сверхпроводящие вставные устройства (вигглеры и ондуляторы) создаются в ИЯФ СО РАН для генерации синхротронного излучения на строящемся синхротроне СКИФ. В докладе представлено обоснование выбора рабочих параметров, основные характеристики и особенности конструкции этих устройств, а также текущий статус работ по их созданию.

Young scientist paper:

Posters II - Board: 044 / 8

Experience with Cherenkov detectors on the BINP linear accelerators

Authors: Oleg Meshkov¹; Yulia Maltseva²; XiaoChao Ma²

¹ BINP SB RAS

² BINP

Corresponding Author: o.i.meshkov@inp.nsk.su

The application of the diagnostics based on Cherenkov effect is described. Two kinds of Cherenkov detectors are applied on the BINP linear accelerators. The quartz fibers are used for beam loss monitors. The small disks produced from solid quartz or quartz aerogel are the core of the diagnostics for longitudinal beam profile measurements. The recent results of both kinds of diagnostics from the BINP installations are presented.

Young scientist paper:

Superconductivity in accelerators / 9

Метод импульсных измерений магнитного поля многополюсных ондуляторов.

Author: Fedor Kazantsev¹

Co-authors: Alexey Bragin ²; Aleksandr Erokhin ¹; Askold Volkov ¹; Artem Zorin ¹; Pavel Kanonik ²; Nikolay Mezentsev ²; Andrey Sedov ³; Olga Tarasenko ¹; Sergey Khrushchev ¹; Valeriy Tsukanov ¹

¹ BINP

² Budker Institute of Nuclear Physics

³ Институт ядерной физики имени Г. И. Будкера СО РАН

Corresponding Author: fedor52k@gmail.com

В статье рассмотрен метод измерения магнитных полей вигглеров и ондуляторов на основе проволоки с импульсным током, в качестве скоростной альтернативы холловским измерениям. Описана экспериментальная установка для измерений на 154-полюсного ондуляторе на постоянных магнитах с периодом 32 мм, получены данные при различных условиях, таких, как толщина проволоки, длительность импульса. Применены алгоритмы коррекции исходных данных для устранения влияния дисперсии проволоки и шумов электроники. Обсуждаются полученные результаты и дальнейшие работы.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 012 / 10

Measurement of the pulse duration at the 3rd laser of Novosibirsk FEL

Authors: Vladislav Borin¹; Oleg Meshkov¹; Yaroslav Getmanov¹; Nikolai Vinokurov¹; Oleg Schevchenko¹

¹ BINP

Corresponding Author: v.m.borin@inp.nsk.su

A scheme of an autocorrelator developed for measuring the duration of picosecond pulses of infrared radiation from the 3rd Novosibirsk Free Electron Laser is presented. The measurement is based on the generation of second harmonic radiation in the nonlinear crystal ZnGeP₂ when two delayed pulses of radiation are overlapped in the crystal. The scheme was tested on a visible range laser with a pulse duration of about 10 picoseconds, and the results were compared with a streak camera measurements. The paper presents the results of experiments on testing the scheme and measuring the pulse duration of the 3rd Novosibirsk FEL.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 062 / 11

VEPP-5 injection complex damping ring beam diagnostic instruments development

Author: Vitalii Balakin¹

Co-author: Alexandra Topchienko¹

¹ Budker INP

Corresponding Author: balakinvitalyv@gmail.com

The keys parameters for Injection Complex VEPP-5 as electron and positron source are particles storage rate and extraction beam parameters. Beam parameters are obtained from

beam diagnostic instruments. In order to improve beam parameters tuning procedure IC VEPP-5 damping ring beam diagnostic scheme was redesigned. The beam diagnostic modification details will be presented at this paper.

Young scientist paper:

Yes

Linear and cyclic accelerators / 12

Further developments on the VEPP-5 Injection Complex

Author: Vitalii Balakin¹

¹ *Budker INP*

Injection Complex VEPP-5 (IC) feeds two BINP's colliders – VEPP-4M and VEPP-2000 with the electron and positron beams. Previously, it was shown, that IC covers BINP colliders needs in particle beams. However, further developments aimed at improving interaction with beam consumers and increasing IC stability; developed earlier beam parameters measurement and control tools are expanding.

In this paper, the latest achieved IC performance, developments and prospects are presented.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 089 / 13

VEPP-5 Injection Complex Damping Ring coupling impedance model construction

Author: Sophia Okulova¹

Co-authors: Danila Nikiforov ²; Vitalii Balakin ¹

¹ *Budker INP*

² *BINP*

Corresponding Author: sofokulova@gmail.com

Previously, beam injection from a linear accelerator into the damping ring of the VEPP-5 injection complex have been investigated. As a result, it was noticed that the beam regrouping occurs several times faster than the radiative decay time determines. The simulations carried out showed the occurrence of microwave instability on bunches injected into the storage-cooler, and the frequency at which this microwave instability manifests itself was determined. It is of interest which particular element of the vacuum chamber leads to such effects. For this, a 3D model of the elements of the vacuum chamber of the damping ring was built to calculate their coupling impedance. This is necessary for a complete simulation of the damping ring beam dynamics and determination of a specific element/s whose impedance has a greater effect on the occurrence of microwave instability. The results of the conducted research are presented in this article.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 012 / 15

Прецизионный модульный сильноточный источник тока для стенда магнитных измерений ИЯФ**Authors:** Dmitriy Senkov¹; Dmitriy Pureskin²; Aleksandr Starostenko³; Valentin Dokutovich³; Konstantin Zhilyaev³; Alexey Pakhomov³¹ *Budker Institute of nuclear physics*² *Budker INP SB RAS*³ *Budker INP***Corresponding Author:** d.v.senkov@inp.nsk.su

Развитие ускорительных технологий постоянно повышает требования на качество поля магнитных линз и поворотных магнитов циклических ускорителей. Появляются новые интегральные линзы со сложными законами изменения поля. Для настройки и контроля качества поля разрабатываемых в ИЯФ СО РАН магнитных элементов используются несколько стендов магнитных измерений. Одним из основных элементов стенда является прецизионный источник тока, позволяющий получить в испытуемом магнитном элементе карту поля на разных уровнях тока с погрешностями порядка 0,002%.

Источник должен работать, сохраняя качество тока, с выходными токами - от нескольких ампер до 1500 А и выходными напряжениями до 100 В при разных индуктивных нагрузках.

В докладе будут представлены параметры источника питания, схемные решения и результаты тестовых испытаний.

Young scientist paper:

No

Beam dynamics etc. / 16

Hamiltonian preserving nonlinear optics**Author:** Stanislav Baturin¹¹ *ITMO University***Corresponding Author:** s.s.baturin@gmail.com

We present a method of constructing a nonlinear accelerator lattice that has at least one approximate integral of motion that is given upfront. The integral under consideration is a Hamiltonian in normalized (canonical) coordinates that is preserved by a lattice with a given accuracy. A connection between the integrator of a Hamiltonian in normalized coordinates and a real lens arrangement is established through the well know symplectic integration schemes. Based on the introduced concept when accelerator is considered as an analog computer, we to produce several nonlinear lattices and illustrate the method via the simulations. We demonstrate that the method is robust and can tolerate considerable deviations from the ideal configuration.

The work is supported by the [1] Government of the Russian Federation through the ITMO Fellowship and Professorship Program [2] «BASIS» Foundation «Junior Leader (theoretical physics)» #22-1-2-47-1

Revelvan reference:

[1] S.S. Baturin “Hamiltonian preserving nonlinear optics”, *Physica D Nonlinear Phenomena* 439(03):133394

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 042 / 17

Capture and transport of vortex quantum states

Authors: Stanislav Baturin¹; Dmitry Karlovets¹

¹ *ITMO University*

Corresponding Author: s.s.baturin@gmail.com

Recently high energy vortex states of charge particles raised significant interest in the community. For instance, different probabilities of basic QED processes possess modified angular distributions if one of the particles in the process is in a twisted (vortex) quantum state. One needs a relativistic source of vortex charge particles to probe these ideas experimentally. Such a source does not exist yet. We present a concept of such a machine and a theoretical model that provides a basic understanding of how such a source could be built. *Preliminary considerations show that preservation of the twisted quantum state is possible and acceleration of the twisted quantum state looks feasible.* I. P. Ivanov, Promises and challenges of high-energy vortex states collisions, *Prog. Part. Nucl. Phys.* 2, 103987 2022. **S. S. Baturin, D.V. Grosman, G.K. Sizykh, D.V. Karlovets Evolution of an accelerated charged vortex particle in an inhomogeneous magnetic lens // *Phys Rev A* 2022, 106(4):42211 The work is supported by Russina Science Foundation Grant #22-22-20062

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 090 / 18

Effects of the transverse plasma gradient in the plasma wakefield accelerator

Author: Stanislav Baturin¹

¹ *ITMO University*

Corresponding Author: s.s.baturin@gmail.com

We present basic analytical studies on the effects of the local transverse plasma density fluctuations. We show that in the blow-out regime transverse plasma density gradient results in a transverse wakefield. This, in turn, may lead to significant limitations in the machine's performance. We consider the classical round driver in the transverse coordinates and show, that in the blow-out regime transverse plasma inhomogeneity results in the dipole wake that may deflect the driver and in the case of the random density fluctuation may result in the

unstable motion. As a remedy, we propose to consider flat driver injection and show, that a flat driver in the blow-out regime can be robust to the perturbation in transverse plasma density.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 076 / 19

Модернизация системы питания квадруполь коллайдера ВЭПП-2000.

Author: Юрий Актершев^{None}

Co-author: Oleg Belikov¹

¹ *Budker INP SB RAS*

Corresponding Author: aktershevyuri@mail.ru

Оптическая система коллайдера ВЭПП-2000 включает 24 квадруполь (по 6 в каждом квадранте). Питание квадруполь осуществляется от морально устаревших источников тока типа ВЧ-300 разработки ИЯФ СО РАН. Дальнейшая эксплуатация этих источников не позволяла обеспечить надежную работу коллайдера на высоких энергиях. Для замены ВЧ-300 были разработаны новые источники тока типа VCH-500-20 с максимальным выходным током 500А, максимальным выходным напряжением 20В и долговременной нестабильностью выходного тока не более 0,001% от максимального значения. Подробности замены источников питания на коллайдере будут изложены в докладе.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 080 / 20

Linear model misalignments sources search and analysis for storage ring of BINP Injection Complex

Author: Kseniya Astrelina¹

¹ *Budker INP, Novosibirsk*

Corresponding Author: k.v.astrelina@inp.nsk.su

The article presents the studies of misalignments sources between current-based structure model of BINP Injection Complex storage ring and real-time measurements at beam position monitors. For detailed analysis the local partial model reconstructions are performed and compared with closed-orbit model. Local reconstructions based on Twiss parameters (beta functions) and dispersion functions measurements and transport matrix calculations between adjacent quadrupole magnets.

As a result, the corrected structure model for the routine machine operations is constructed.

Young scientist paper:

No

Accelerator's subsystems / 21

Модернизация системы импульсного питания канала транспортировки пучка ускорительного комплекса ВЭПП-2000

Author: Andrey Krylov¹

¹ *Budker INP SB RAS*

Corresponding Author: a.a.krylov@inp.nsk.su

Доклад посвящен теме модернизации системы импульсного питания. Ускорительный комплекс ВЭПП-2000 включает в себя каналы транспортировки и инжекции электронов и позитронов в коллайдер ВЭПП-2000 из бустерного накопителя БЭП. Магнитная система каналов насчитывает более 30 элементов, подключенных на устаревшие источники серии «Аккорд-4х» выполненных на основе тиристорного преобразователя. В настоящее время ведётся работы по переходу на однотипные источники, разработанные в лаборатории 6-0 ИЯФ СО РАН. В докладе будут представлены результаты работы по разработке и тестированию унифицированных импульсных источников, контроллеров и блоков измерительных поясов.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 018 / 22

Запуск системы измерения положения пучка в канале бустер-нуклотрон НИКА

Authors: Evgeniy Bekhtenev¹; Gennady Karpov^{None}

¹ *BINP*

Corresponding Author: e.a.bekhtenev@inp.nsk.su

Представленно описание системы измерения положения пучка и результаты измерений.

Young scientist paper:

Posters I - Board: 036 / 23

Modelling of e^- charge dynamics of the semiconductor layer of $\text{Cs}_2\text{Te}/\text{Mo}$ photocathode

Author: Mikhail Vladimirov¹

Co-authors: Sergey Polozov¹; Vladimir Rashchikov²

¹ *NRNU MEPhI*

² *NRNU MEPhI*

Corresponding Author: mvvladimirov@mephi.ru

Modern radiofrequency (RF) photoinjectors that are widely spread as e^- sources for FEL, colliders and synchrotron radiation facilities, use semiconductor photocathodes quite often. Such photocathodes, as a rule, consist of a semiconductor layer (units-tens of nm) and a metal substrate.

The use of such structures along with well-known benefits is associated with a number of challenges and features. One phenomenon is as follows. Due to the laser pulse inducing photoemission process and the strong electric field \mathbf{E} existing in RF cavity semiconductor layer turns out to be depleted of electrons. The resulting positive dynamic charge of the semiconductor film $q(t) > 0$, in turn, affects the photoemission process and the photoinjector operation regime as a whole.

In this paper, the diffusion problem for the conduction electrons in semiconductor layer $z \in [0, a]$ of the photocathode is solved. The generation rate of the electrons inside the semiconductor is considered to be proportional to laser pulse profile $S(t)$ (back front of trapezoidal-like laser pulse is not considered):

$$S(t) = \frac{1}{\tau} \left[\theta(t) - \theta(t - \tau) \right]$$

where $\theta(t)$ is a Heaviside function and τ is risetime. Obtained expression for electrons distribution along the semiconductor layer $n(z, t)$ allows to find the uncompensated charge $q(t)$, which is consistent with experimental one got at PITZ photoinjector at DESY.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 023 / 24

Система измерения положения пучка в Инжекторе комплекса СКИФ

Authors: Gennady Karpov^{None}; Evgeniy Bekhtenev¹

¹ *BINP*

Corresponding Author: karpov_gen@mail.ru

Система измерения положения пучка, разработанная и изготовленная в Институте ядерной физики им. Г.И.Будкера для Инжектора комплекса СКИФ, обеспечивает измерения поперечных координат пучка на всем его пути, начиная с Линейного ускорителя до выпуска из Бустера. Система включает в себя 15 датчиков положения пучка (пикапов) полоскового типа в Линейном ускорителе (Линаке) и канале Линак-Бустер, 38 пикапов “пятакowego” типа в Бустере и электронику. Электроника основана на использовании калибровочного сигнала в промежутках времени, когда отсутствует пучок. В блоках электроники реализована собственная стабилизация температуры, что снижает требования к стабильности температуры внутри стоек. Электроника пикапов обеспечивает точность измерений порядка 10 мкм как для однопролетных измерений положения пучка в Линаке и канале Линак-Бустер, так и для измерений положения пучка в Бустере. Разработанное программное обеспечение на основе EPICS работает внутри блоков электроники пикапов.

Young scientist paper:

No

Accelerator applications / 25

Промышленные ускорители ИЛУ для радиационной обработки продукции

Authors: Вадим Безуглов¹; Александр Брызгин¹; Леонид Воронин¹; Егор Дрогунов¹; Михаил Коробейников¹; Сергей Максимов¹; Артём Пак¹; Вадим Радченко¹; Алексей Сидоров¹; Вадим Ткаченко¹; Евгений Штарклев²

¹ ИЯФ СО РАН

² Институт Ядерной Физики СО РАН

Corresponding Author: e.a.shtarklev@inp.nsk.su

В последние десятилетия приобрело большое значение внедрение эффективных, экологически чистых и экономичных методов стерилизации медицинской и сельскохозяйственной продукции. Традиционно применяемые для этих целей методы, такие как пар, этиленоксид, а также изотопные источники (Co-60) не позволяют полностью решить указанные задачи. В связи с этим осуществляется переход на радиационную стерилизацию. Становится актуальной задача пастеризации пищевых продуктов и животноводческих кормов, а также дезинсекции и дезинфекции семян. Импульсные линейные ускорители электронов типа ИЛУ, выпускающиеся в ИЯФ СО РАН более 30 лет, оптимально подходят для использования в качестве универсальных стерилизационных комплексов. Помимо высокой мощности пучка и энергии ускоренных электронов одно из преимуществ данных ускорителей состоит в том, что они способны работать как в режиме электронной обработки продукции, так и в режиме генерации тормозного гамма-излучения, имеющего высокую проникающую способность. Это позволяет перекрывать весь спектр обрабатываемой пищевой продукции, используя для пастеризации наряду с электронами тормозное гамма-излучение, генерируемое при конверсии пучка ускоренных электронов.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 005 / 26

Application of Synchrotron radiation sources for assistance of neutrinoless double-electron capture

Author: Feodor Karpeshin¹

Co-author: V. N. Kondratiev²

¹ D.I.Mendeleyev Institute for Metrology VNIIM

² Bogolubov Laboratory of Theoretical Physics, JINR, 141980-RU Dubna, Russia

Corresponding Author: fkarpeshin@gmail.com

Discussion of hypothetical dark matter and dark energy in the universe stimulates a great interest in the study of neutrinoless-double-beta decay and double-e capture by the nucleus.

The latter process if observed could give an unambiguous proof of the Majorana nature of neutrino. At the same time, it is usually suppressed by many orders of magnitude due to its resonance character and the related Breit-Wigner factor. On the other hand, atomic resonances can be tuned [1] by means of externally applied laser field. Consider $2e0$ L1L1 capture in 78Kr to the $2+ 2438\text{-keV}$ level of 78Se . Defect or resonance = 6.87 keV . This excessive energy can be transferred to the field of a soft-X-ray laser source. Such a transfer is fulfilled by the $2s-2p_{3/2}$ mixed state formed in the field of the laser. Then the p electrons mix with the s holes formed in the 2e-capture. The amplitude of admixture is $= eE\langle 2p|r|2s\rangle / E$, E being the laser strength, and e – the electron charge. $= 6.65\text{keV}$ equals the difference of the $2p_{3/2}-2s$ -levels and the energy of the laser photon $h\nu$, respectively. The calculated value of the matrix element $\langle 2p|r|2s\rangle = 22\text{ keV}$. Acceleration factor of 12 arises due to the presence of the 6p electrons together with the 2s holes. Supposing $\gamma = 1$, one finds $E = 109\text{ V/cm}$. Then the gain due to absence of the Breit-Wigner factor is $(\gamma / (G/2))^2 = (6.87 / 0.0038)^2 = 2.8 \times 10^6$, where $G = 7.6\text{ eV}$ is the total width of the $2s-2p$ state. As a result, the rate doubles already at $E = 400\text{ V/cm}$, or irradiation power $P = 4 \times 10^6\text{ W/cm}^2$. Such fields are available at X-ray free-electron lasers, whose development have seen the rise during the last two decades, such as the gamma factory at CERN [2] or tunable soft X-ray sources, like Linac Coherent Light Source with gigawatt power [3], and others.

References

[1] F. F. Karpeshin. Prompt Nuclear Fission in Muonic Atoms and Resonance Conversion, Saint Petersburg: «Nauka», 2006.

[2] D. Budker et al. Ann. Phys. (Berlin) 534, 2100284 (2022).

[3] Joseph Duris et al., Nature Photonics: www.nature.com/naturephotonics, DOI: <https://doi.org/10.1038/s41566-019-0549-5>.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 027 / 27**Metallic ion beams development with ECR ion sources at FLNR JINR**

Authors: Andrei Bondarchenko¹; Sergey Bogomolov¹; Andrey Protasov²; Vladimir Loginov¹; Andrei Efremov¹; Dmitry Pugachev¹; Vladimir Mironov¹

¹ *FLNR JINR*

² *JINR*

Corresponding Author: bondarchenko@jinr.ru

The research program of Flerov Laboratory of Nuclear Reactions (JINR) in the synthesis of Super Heavy Elements and in applied research requires the production of intense accelerated beams of solid materials. Constant developments are being made to broaden the range of available beams for physics.

In this paper we report the results of production Al and Ti ion beams with different methods. The experiments were performed with DECRIS-2M and DECRIS-PM ion sources at ECR test bench and at the DC-280 cyclotron.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 029 / 28

Laser-spark source of intense ion fluxes for accelerators

Author: Anton Isaev^{None}

Co-authors: Alexander Shikanov¹; Konstantin Kozlovskij¹; Evgeny Vovchenko¹; Sergey Polozov²; Andrey Melekhov¹

¹ *National Research Nuclear University "MEPhI*

² *NRNU MEPhI*

Corresponding Author: isaev@lenta.ru

It is reported about the beginning of an experimental study of a high-current discharge in a vacuum with a duration of less than 100 ns initiated by laser plasma. Measurements of the discharge current, neutron output, and ion fluxes by collector technique are given. When the discharge current reaches 40 kA, dips of up to 30% of its full amplitude are observed at the front of the current pulse.

Young scientist paper:

Yes

Heavy Ions Accelerators / 29

Pulsed dipole magnets for the Booster - Nuclotron transport line of the NICA complex: parameters, design, measurement results

Authors: Ivan Okunev^{None}; Alexander Batrakov¹; Anton Pavlenko¹; Konstantin Shtro¹; Sergey Sinyatkin¹; Igor Ilyin¹; Andrey Zhuravlev¹; Nikolay Nefedov¹

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences (BINP SB RAS)*

Corresponding Author: i.n.okunev@inp.nsk.su

The paper presents the details of the development, manufacturing and measurement features of pulsed dipole magnets for transporting the ion beam from the Booster to the Nuclotron of the NICA complex. The transport line has a complicated geometry and bends the ion beam in three planes. Methods for refining magnets at the manufacturing stage based on the results of measurements, as well as the features of the operation of such magnets, are discussed. Finally, a comparison of measurement techniques with Hall sensors and inductive coils is presented. The parameters of the electronics developed for measurements of pulsed dipole magnets are given in short form.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 065 / 30

Development of program packages for simulation of electron-optical systems

Author: Andrey Ivanov¹

¹ *Budker INP SB RAS*

Corresponding Author: avi_nsk@mail.ru

Program package WinSAM has been developed in BINP and is actively used now for calculating of electron-optical systems with space charge dominated beams, such as electron guns, collectors, accelerator systems, etc. The article describes the work aimed at further improvement of the package. The main efforts were aimed at improving and accelerating the calculation of long systems with intense beams. To do this, a module was included in WinSAM that allows calculations using PIC method with series representation of external fields, which allowed to drastically reduce the calculation time while maintaining the required level of accuracy. An example of calculating a long accelerator system is given. In addition, a transition was made to multithreaded computing using the OpenMP standard.

Young scientist paper:

Posters II - Board: 017 / 31

GUN TIMER module for fine synchronization and triggering of the SKIF linac RF gun modulator

Author: Evgenij Bykov¹

Co-authors: Alexander Batrakov ²; Evgenij Kotov ; Anton Pavlenko ²; Nikita Shchegolkov

¹ *BINP*

² *Budker Institute of Nuclear Physics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences (BINP SB RAS)*

Corresponding Author: e.v.bykov@inp.nsk.su

The Gun Timer module is intended to solve the following tasks:

- generation of trigger pulses for a modulator that opens the cathode assembly of the RF gun;
- phase tune of these pulses relative to the frequency of 178.5 MHz with an accuracy of less than 5 ps and the same phase noise;
- generation a train of pulses, spaced in time relative to each other as necessary to fill different Booster separatrices.

The report describes the structure of the module its feature and functioning. In conclusion, the main characteristics and some details of engineering software are given.

Young scientist paper:

No

Heavy Ions Accelerators / 32

The results of four years of operation of the base facility of the Factory of Superheavy Elements - the DC-280 cyclotron

Author: Andrey Protasov¹

Co-authors: Dmitry Pugachev ¹; Kirill Verlamov ; Sergey Bogomolov ¹; Andrei Bondarchenko ¹; Igor Kalagin ²; Denis Yakovlev ²; Vasiliy Semin ²; Artem Lukianov ²; Kirill Gikal ; Viktor Mironov ²; Pavel Vinogradov ²; Dmitry Belozarov ²

¹ *FLNR JINR*

² *JINR***Corresponding Author:** protasov@jinr.ru

В Лаборатории ядерных реакции им. Г.Н. Флерова за последние 20 лет синтезировали пять новых элементов, завершающих седьмой период таблицы Менделеева.

В 2019 году с целью расширения возможностей и повышения эффективности проведения экспериментов по синтезу и изучению ядерно-физических и химических свойств сверхтяжёлых элементов была запущена Фабрика сверхтяжёлых элементов, базовой установкой которой является сверхточнейший изохронный циклотрон ДЦ-280.

В статье будут представлены параметры ускорителя, его особенности, результаты экспериментов по получению высокоинтенсивных пучков ионов ^{54}Cr , ^{48}Ti , ^{48}Ca , работ по изучению влияния flat-top системы на качество выведенного пучка, а также проблемы, с которыми пришлось столкнуться в процессе эксплуатации циклотрона.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 118 / 33

Reconstruction of the RF power supply system of the U400M cyclotron

Author: Kirill Verlamov^{None}**Co-authors:** Dmitry Belozerov¹; Igor Kalagin¹; Kirill Gikal; Nikolay Pchelkin²; Vasiliy Semin¹; Viktor Sokolov³; Vladimir Buzmakov¹¹ *JINR*² *FLNR*³ *Jinr***Corresponding Author:** verlamov@jinr.ru

The U400M cyclotron complex has been operating at FLNR JINR since 1992. Since 2020, it has been undergoing modernization, which includes the reconstruction of the RF power supply system for the cyclotron accelerating system.

Reconstruction of the RF power system includes:

- replacement of the old rigid coaxial line with a modern design;
- calculation and manufacture of higher harmonics filter;
- calculation and manufacture of a device for matching the rigid coaxial line with a resonant system;
- calculation and manufacture of a capacitive trimmer for automatic frequency adjustment of the resonant system;
- calculation and replacement of an interstage broadband matching device.

The paper presents the results of calculations and the results of measurements of the finished elements of the system.

1. V. Kalagin et al., "Status of JINR FLNR cyclotrons", in Proc. 14th Int. Conf. on Heavy Ion Accelerator Technology (HIAT'18), Lanzhou, China, Oct. 2018, pp. 23-27.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 007 / 34

Технический проект системы диагностики пучков ионов в фазовом пространстве

Authors: Andrey Fofanov¹; Ирина Мясникова¹; Александр Клинов¹; Юрий Шаталов¹; Балакин Владимир¹

¹ JSC «NIEFA»

Corresponding Author: andreinord@yandex.ru

Повышение требований к современным ускорительным комплексам требует точных данных об инжектируемых в ускоритель ионных пучках. В данной работе представлена система диагностики ионных пучков позволяющая измерять распределение частиц пучка в четырехмерном фазовом пространстве и его эмиттансы с высокой точностью. В основе системы лежит классический метод, основанный на использовании двух пар ортогональных щелевых диафрагм. Были разработаны: лабораторная платформа, механизмы пространственного регулирования коллимирующих устройств с высокой точностью, датчик тока ионного пучка и алгоритм получения экспериментальных данных в режиме «online» и их автоматизированной обработки. Приводятся результаты предварительных испытаний основных узлов разрабатываемой системы и обсуждаются перспективы её развития.

Young scientist paper:

Yes

Linear and ciclic accelerators / 35

Project of a linear electron accelerator for the study of photonuclear reactions

Authors: Andrey Ermakov^{None}; Maxim Borisov¹; Alexander Kuznetsov²; Vadim Khankin³; Vasilii Shvedunov³; Dmitriy Yurov³

¹ Faculty of Physics Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

² Faculty of Physics Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

³ Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia Laboratory of electron accelerators MSU Ltd, Moscow, Russia

Corresponding Author: a_ermak1978@mail.ru

SINP MSU is developing an electron accelerator for fundamental and applied research on photonuclear reactions in the giant dipole resonance region. An electron beam with an average current of up to 100 A, an energy tunable in steps of about 100 keV in the energy range from 5 to 40 MeV, generates bremsstrahlung used to measure the yield of photonuclear reactions by the induced activity method using a germanium detector. The report presents the results of accelerator calculations and describes its main systems.

Young scientist paper:

No

Beam dynamics etc. / 36

ПЕРВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ЭЛЕКТРОННОМУ ОХЛАЖДЕНИЮ ИОНОВ В БУСТЕРЕ NICA

Author: А.С. Сергеев¹

Co-authors: Igor Meshkov²; М.И. Брызгунов³; Vladimir Shpakov⁴; Vasily Parkhomchuk⁵; В.А. Лебедев¹; А.В. Бублей³; Ю.В. Прокофьевичев¹; В.Б. Рева³; С.В. Семёнов¹; Р.В. Тимонин¹

¹ ОИЯИ

² Chief scientist

³ ИЯФ им. Г.И. Будкера

⁴ JINR

⁵ BINP

В данной работе представлены результаты использования системы электронного охлаждения синхротрона “Бустер” в четырёх сеансах пусконаладочных работ 2020-2023 гг., на инжекционном комплексе Коллайдера NICA. Было продемонстрировано охлаждение пучков ионов ${}^2\text{He}^{1+}$, ${}^{12}\text{C}^{6+}$, ${}^{56}\text{Fe}^{14+}$ и ${}^{124}\text{Xe}^{28+}$ в Бустере на энергии инжекции 3.25 МэВ/нуклон. В работе дано описание параметров ионного и электронного пучков и процедур настройки оптимальных значений энергии электронного пучка системы охлаждения.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 117 / 37

MEASUREMENT OF THE PHASE DENSITY OF BEAM BUNCHES FORMED BY A MICROWAVE CONTROLLED ELECTRON GUN

Authors: Igor Siebolaev^{None}; Yuri Chernousov¹

¹ Институт химической кинетики и горения СО РАН

Corresponding Author: chern@catalysis.ru

Abstract

The results of measurements of the phase density (PD) of electron beam bunches formed by a gun with microwave control of the injection current are presented. The beam formed by the gun, consisting of a sequence of electron bunches, is collimated and deflected by the magnetic microwave field of the resonator-deflector. A linear or annular beam scan is formed in the registration plane. The deflector is excited at the bunch repetition frequency, or different from it. In the first case, the PD of electrons in bunches is characterized by the intensity of phosphor fluorescence in the recording plane. When the deflector is excited at a frequency different from the bunch repetition rate, picosecond current strobe pulses are extracted with a slit collimator, and the envelope of the strobe pulse sequence which represents the PD of electrons in bunches

is recorded using a Faraday cup and an oscilloscope. The influence of the amplitude of the control microwave voltage of the gun grid on the PD of the formed bunches was found.

Young scientist paper:

No

RF and accelerating structures / 38

COMMERCIAL CW MAGNETRON IN PULSED MODE FOR ACCELERATOR TECHNOLOGY

Authors: Yuri Chernousov¹; Igor Shebolaev^{None}

¹ *Институт химической кинетики и горения СО РАН*

Corresponding Author: chern@catalysis.ru

In this article, we evaluate the possibility of using commercial 1 kW-range S-band CW magnetrons in high-power pulsed mode for accelerator technology. It turns out these devices in standard version have the superior pulsed performance: range of stable regulation of pulse power with high efficiency up to 8 kW, pulse duration from 0.3 s to continuous mode, a repetition rate of at least 1 MHz. The possibility of forming sequences of paired pulses with an adjustable time shift from 1 s has been demonstrated. The parameters are provided both in the free-running and in the injection-locking mode. Especially for measurements high-voltage pulse power supply (PPS) with adjustable parameters was designed. On a passive resistive load, the PPS provides output high voltage 4.0-5.2 kV, output current up to 3A in pulse and 0.5A in average mode, pulse duration from 0.1 μ s, pulse edges less than 0.1 μ s, repetition rate up to 1 MHz. The investigated CW magnetrons in the pulsed mode can be used in microwave technology, accelerator technique, and for scientific purposes.

Young scientist paper:

Beam dynamics etc. / 39

NUMERICAL STUDY OF THE RESONANCES IN GATCHINA ISOCHRONOUS CYCLOTRON C-80

Author: S.A. Artamonov¹

Co-authors: D.A. Amerkanov¹; E.M. Ivanov¹; V.A. Tonkikh¹

¹ *NRC "Kurchatov Institute PNPI*

Corresponding Author: artamonov_sa@pnpi.nrcki.ru

Работа посвящена некоторым аспектам моделирования динамики пучка ускоряемых отрицательно заряженных ионов водорода в новом изохронном циклотроне Ц-80, построенном в Гатчине. Циклотрон нацелен на производство радиофармпрепаратов и на проведение на нем протонной лучевой терапии органов зрения и поверхностных форм рака кожи. При этом циклотрон Ц-80 должен поставлять пучки переменной энергии 40-80 МэВ на 4 мишенные станции для производства изотопов и одновременно проводить сеансы терапии при энергии пучка 70 МэВ.

В работе рассмотрены все резонансы до 4-го порядка включительно, которые встречаются в рабочей области циклотрона при ускорении. Они были изучены численно с использованием карт магнитного поля Ц-80, полученных в результате магнитных измерений.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 005 / 40

MULTIPURPOSE SOFTWARE FOR ACQUISITION AND PROCESSING OF OPTICAL SIGNALS FROM BEAM PROFILE MONITORS AT INR LINAC

Authors: Alexander Titov¹; Sergei Gavrilov¹; Ivan Polonik¹

¹ *Institute for Nuclear Research of the Russian Academy of Sciences, Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University)*

Corresponding Author: aleksandr.titov@phystech.edu

During the past few years beam induced fluorescence monitor and several scintillation screens were implemented at INR RAS linac to solve new beam diagnostics tasks. Multipurpose software for acquisition and processing of the beam images produced by these monitors and beam cross-section monitor was developed at INR. The software kernel for industrial cameras control, image acquisition and calibration is described in this paper. The features of software, which were developed for different beam monitors, and advantages of their use are discussed. Various experimental data from different profile monitors is presented.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 020 / 41

What can bent crystals do on modern accelerators

Authors: Alina Vasilyeva¹; Aleksandr Afonin¹; Mikhail Chesnokov¹; Yurii Chesnokov¹; Andrey Yanovich¹

¹ *NRC "Kurchatov Institute IHEP, Protvino*

Corresponding Author: vasilyeva-ag@ihep.ru

The article presents new applications of curved crystals in accelerator science, which can stimulate new experiments in high-energy physics: a new type of beam lines for positive secondary particles, the production of high-energy neutrino beams, and the crystal muon collider. Proposals were formulated for the use of crystals in large hadron colliders, which were confirmed by experimental studies both at CERN accelerators and at the domestic U-70 accelerator.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 021 / 42

Production of a beam of high-energy particles with a small angular divergence using a system of two focusing crystal devices

Authors: Alina Vasilyeva¹; Mikhail Chesnokov¹; Yurii Chesnokov¹; Mikhail Kostin¹; Viktor Pitalev¹; Igor Poluektov¹; Yurii Sandomirsky¹; Andrey Yanovich¹

¹ *NRC "Kurchatov Institute IHEP, Protvino*

Corresponding Author: vasilyeva-ag@ihep.ru

In the TeV range of energies, it becomes difficult and very costly to control particle trajectories using electro-magnets to obtain extracted beams at accelerators. For these purposes, high-gradient devices based on curved crystals are more suitable. These crystals can work as ultra-strong lenses with a focal length of less than 1 m, with an equivalent magnetic field of 1000 Tesla. In this work, we implemented a scheme for the formation of a divergent beam with an energy of 50 GeV by two focusing crystals placed in series to create an axially symmetric beam with a small divergence of 30 rad in both the horizontal and vertical planes. One of the promising applications of such a scheme is the creation of high-energy neutrino and muon beams.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 047 / 43

THE RF PARAMETERS OF RFQ

Authors: Alexey Sitnikov¹; Dmitriy Seleznev¹; Alexander Semennikov¹; Timur Kulevov²

Co-authors: Леонид Евгеньевич Поляков³; Александр Валентинович Тельнов³

¹ *NRC KI*

² *КСТЕР - NRC Kurchatov institute*

³ *ФГУП "РФЯЦ - ВНИИЭФ*

Corresponding Author: selesnev@itep.ru

The new linac for $A/Z = 8$, output energy 4 MeV/u and 10 mA current is under development at NRC "Kurchatov Institute". The linac consists of Radio-Frequency Quadrupole (RFQ) with operating frequency 40 MHz and two sections of Drift Tube Linac (DTL) with operating frequency 80 and 160 MHz, correspondently.

The 11 meters long RFQ is based on a 4-vane structure with magnetic coupling windows in order to avoid a risk of excitation of dipole field components inherent in a conventional 4-vane resonator. The paper presents results of the radio-frequency (RF) RFQ design.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 048 / 44

THE RF PARAMETERS OF DTL_1

Authors: Alexey Sitnikov¹; Dmitriy Seleznev¹; Alexander Semennikov¹; Timur Kulevoy²

Co-authors: Александр Михайлович Опекунов³; Максим Львович Сметанин³

¹ *NRC KI*

² *КСТЕР - NRC Kurchatov institute*

³ *ФГУП "РФЯЦ - ВНИИЭФ"*

Corresponding Author: selesnev@itep.ru

The new linac for $A/Z = 8$, output energy 4 MeV/u and 10 mA current is under development at NRC "Kurchatov Institute"-ИТЕР. The linac consists of Radio-Frequency Quadrupole (RFQ) with operating frequency 40 MHz and two sections of Drift Tube Linac (DTL) with operating frequency 80 and 160 MHz, correspondently.

The DTL_1 consists of 12 2-gaps quaterwave cavities. The paper presents results of the radio-frequency (RF) DTL_1 design.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 049 / 45

THE RF PARAMETERS OF DTL_2

Authors: Alexey Sitnikov¹; Dmitriy Seleznev¹; Alexander Semennikov¹; Timur Kulevoy²

Co-authors: Александр Михайлович Опекунов³; Максим Львович Сметанин³

¹ *NRC KI*

² *КСТЕР - NRC Kurchatov institute*

³ *ФГУП "РФЯЦ - ВНИИЭФ"*

Corresponding Author: selesnev@itep.ru

The new linac for $A/Z = 8$, output energy 4 MeV/u and 10 mA current is under development at NRC "Kurchatov Institute"-ИТЕР. The linac consists of Radio-Frequency Quadrupole (RFQ) with operating frequency 40 MHz and two sections of Drift Tube Linac (DTL) with operating frequency 80 and 160 MHz, correspondently.

The DTL_2 consists of 28 5-gaps IH cavities. The paper presents results of the radio-frequency (RF) DTL_2 design.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 031 / 46

Optimization of permanent magnets hexapole parameters for ECR type ion sources

Author: Dmitry Pugachev¹

Co-authors: Andrey Belov ; Andrei Bondarchenko ²; Sergey Bogomolov ²; Andrei Efremov ²; Vladimir Loginov ²; Vladimir Mironov ²; Konstantin Kuzmenkov ³; Andrey Protasov ¹; Kirill Berestov ³

¹ *JINR*

² *FLNR JINR*

³ *JINR FLNR*

Corresponding Author: pugachev@jinr.ru

The purpose of this work is to search for the optimal design and arrangement of magnets to ensure the correct and uniform distribution of the magnetic field in the plasma chamber of the ECR source, using the DECRIS-5M source as an example.

In this paper we investigate the influence of external magnetic fields created by solenoids in the area of a hexapole magnet from the point of view of demagnetization, as well as the selection of materials to minimize this effect. Also, we consider the influence of the material choice on the service life of magnets.

Numerical simulations were carried out using the COMSOL Multiphysics software package. In addition, we have carried out magnetic field measurements of the DECRIS-5M source hexapole magnet. The results obtained can be used to improve the characteristics of existing ion sources and for development of the new sources.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 114 / 47

Разработка широкополосного усилителя ВЧ мощности для питания синусного банчера циклотрона У400М.

Author: Dmitriy Belozеров^{None}

Co-authors: Pavel Vinogradov ¹; Andrey Protasov ¹; Nikolay Pchelkin ²; Vladimir Buzmakov ¹; Kirill Verlamov ; Vasiliy Semin ¹; Artem Lukianov ¹; Igor Kalagin ¹

¹ *JINR*

² *FLNR*

Corresponding Author: bds@jinr.ru

Циклотрон У400М, это одна из базовых установок ЛЯР ОИЯИ. В 2020 году началась модернизация всех систем данной установки, в том числе вывод из эксплуатации лампового источника питания синусного банчера «БРИГ». «БРИГ» — это судовой передатчик КВ диапазона, спроектированный в 60х годах прошлого столетия.

Взамен «БРИГ»-а был изготовлен широкополосный полупроводниковый ВЧ усилитель. Отличительными особенностями нового устройства являются: высокий КПД, отсутствие резонансных цепей, доступность компонентов, широкий диапазон рабочих частот, дистанционный контроль параметров усилителя, компактность.

За основу усилительных каскадов была взята продукция «Научно-исследовательского института электронной техники». Созданный прототип ВЧ усилителя с воздушным охлаждением был испытан в рабочем диапазоне частот синусного банчера У400М (11 ÷ 22 МГц) на эквивалентную нагрузку 50 и получено 400 Ватт высокочастотной мощности.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 037 / 48

Research of the accelerating structure of the linear electron accelerator LINAC-200

Author: Konstantin Yunenko¹

Co-authors: Valery Kobets ¹; Alexei Barnyakov ²; Alexei Trifonov ¹

¹ *JINR*

² *BINP*

Corresponding Author: yunke@jinr.ru

Данная работа посвящена исследованию резонансной структуры ускоряющих секций ускорителя ЛИНАК-200 в программной среде CST Studio. Проводилось моделирование для разных рабочих условий конструкции, то есть при комнатной температуре (T=20C) и при использовании системы термостабилизации (T=45C). Эти результаты будут нужны при настройке температурного режима для секций ускорителя.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 125 / 49

О влиянии смещения рабочей частоты на эффективность ускоряющей структуры ускорителя ЛУЭ-200

Authors: Анатолий Сумбаев¹; Игорь Жиронкин¹

¹ *ОИЯИ*

Corresponding Author: sumbaev@nf.jinr.ru

Представлены результаты аналитических оценок изменения эффективности ускоряющей структуры и ускоряющей системы в целом при смещении рабочей частоты СВЧ системы линейного электронного ускорителя с бегущей волной 10 см диапазона.. В порядке верификации полученных оценок проведены измерения энергетических характеристик пучка электронов при изменении частоты задающего генератора у источника СВЧ мощности и подборе собственных частот резонаторов системы компрессии СВЧ мощности ускорителя ЛУЭ-200 установки ИРЕН Объединённого института ядерных исследований (г. Дубна).

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 052 / 50

Control System for a Heavy Ion Laser Source at Synchrotron Complex ICCR

Author: Sergey Barabin¹

Co-authors: Dmitry Liakin¹; Andrey Orlov¹; Anton Losev¹; Igor Chrisanov¹; Alexandr Shumshurov¹; Yuriy Satov¹; Alexandr Kozlov¹; Timur Kulevoy¹

¹ *NRC KI - KCTEP*

Corresponding Author: barabin@itep.ru

The article describes the control system for a laser source of heavy ions. The control system has a hierarchical multilevel architecture, determined by the hierarchical structure of the laser ion source, and is a part of the control systems of the linear heavy ion injector and the entire synchrotron complex. The article describes the basic requirements for the control system and the general principles of its construction, and the circuitry and software solutions selected in accordance with these requirements and principles, such as: organization of data exchange between individual nodes in the automated control system; determination of algorithms for working with individual devices and subsystems of the ion source, and with the ion source as a unified system; selection of types and structural schemes of controllers of individual subsystems. The hierarchical structure of the automated control system and control subsystems for all the main devices of the laser source are also described.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 050 / 51

Experimental study of the energy spread in an accelerated beam under various operating modes of the DC-280 cyclotron

Author: Artem Lukianov¹

Co-authors: Igor Kalagin¹; Vasiliy Semin¹; Kirill Gikal; Andrey Protasov¹; Denis Yakovlev¹; Pavel Vinogradov¹

¹ *JINR*

Corresponding Author: lukianov@jinr.ru

Основная задача циклотрона ДЦ-280 – выполнение долгосрочной программы исследований, проводимых на установках Фабрики сверхтяжелых элементов (СТЭ) с применением высокоинтенсивных пучков ионов, нацеленных как на синтез новых элементов (Z119), так и на детальное изучение ядерно-физических и химических свойств ранее открытых 112-118 элементов.

Одной из важных характеристик ускоренного пучка является энергетический разброс. В статье будут представлены результаты исследования зависимости энергетического разброса от разных интенсивностей ускоренного пучка ионов ^{40}Ar , а также влияние на него Флэт-Топ системы.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 093 / 52

Renewed calculation results of electron cloud problem at the NICA Collider

Author: Victor Smirnov¹

Co-authors: Igor Meshkov²; Oleg Orlov¹; Alexey Sidorin¹; Alexandr Philippov¹

¹ *Joint Institute for Nuclear Research*

² *Chief scientist*

Corresponding Author: vsmirnov@jinr.ru

Currently the assembly and stage-by-stage commissioning of the NICA Collider is being at the Joint Institute for Nuclear Research (Dubna, Russia). The most of beam dynamics calculations has been completed. But at the same time the new experimental results about the beam vacuum chambers materials and its coatings has been appeared and this chambers to be planned for Collider vacuum system using. Also, the possible in scenario changes of Collider beam accumulation could require new estimates and calculations of the electron clouds problem.

The calculations result of electron clouds production with taking into account new experimental dependences for secondary electron emission yield coefficient of the Collider vacuum chamber material is presented in this paper.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 096 / 53

Femtosecond Relativistic Electron Bunch Compression and Diagnosis using Terahertz-driven Resonators

Authors: Yang Xu¹; Yifang Song^{None}; Cheng-Ying Tsai^{None}; Xiaofei Li^{None}; Zhengzheng Liu^{None}; Kuanjun Fan¹

¹ *Huazhong University of Science and Technology*

Corresponding Authors: kjfan@hust.edu.cn, d201980409@hust.edu.cn

Ultrafast electron beams lengthening and time jitter severely degrade the temporal resolution in electron-laser applications, such as ultrafast electron diffraction (UED). In recent years, terahertz-driven devices have shown great potential in beam manipulation and diagnostics. This paper reports an all-optical method for compressing and characterizing a 3 MeV electron beam using single-cycle terahertz radiation. A THz buncher longitudinally compresses the electron beams, and the resulting shortest bunch length and arrival time are measured using a transverse THz field in a downstream terahertz slit. Particle tracking simulation shows that the bunch is compressed more than 13 times from 54 fs to 4 fs, and the arrival time jitter is reduced from 100 fs to 21 fs. This method effectively manipulates the beam longitudinal phase space, compresses the beam length, and suppresses the time jitter. It is expected to significantly impact ultrafast science and be applied in other accelerator applications.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 004 / 54

Код для моделирования переходного и дифракционного излучений от металлических мишеней конечных размеров с произвольными формами

Authors: Dmitry Shkitov¹; Marzhan Toktaganova¹¹ *National Research Tomsk Polytechnic University***Corresponding Author:** shkitovda@tpu.ru

Переходное и дифракционное излучения (ПИ/ДИ) имеет несколько применений в диагностике характеристик пучков заряженных частиц ускорителей, таких как длина сгустка, поперечные размеры сгустков и эмиттанс. Это излучение возникает, когда заряженные частицы пересекают или движутся рядом с мишенью. Однако до сих пор не было специальных кодов для моделирования ПИ и ДИ от разных типов мишеней. Все исследователи должны были разрабатывать свои собственные численные коды или использовать аналитические формулы, которые получены только для небольшого числа случаев и с приближениями.

В этой работе представлен численный код (скрипт) для расчёта спектральных и угловых свойств ПИ и ДИ от металлических мишеней с конечными размерами. Подход к расчёту в коде основан на методе обобщенных поверхностных токов. В отличие от предыдущей версии кода, разработанной для плоских мишеней, эта версия была модифицирована для расчётов от мишеней с криволинейными поверхностями.

Проверена и подтверждена применимость этого метода для расчета от разных мишеней, и явным образом описаны ограничения для каждой мишени. Добавлена возможность расчёта характеристик излучения от изогнутых мишеней, например параболических. Также реализован учёт когерентности излучения. Форм-фактор может быть вычислен для произвольного нормального распределения пучка с произвольными параметрами с одинаковой энергией частиц.

Young scientist paper:

No

Accelerator applications / 55

Vacuum insulated tandem accelerator VITA and its applications

Authors: Aleksey Koshkarev¹; Anna Kasatova¹; Anna Shuklina²; Anton Kuznetsov³; Dmitrii Kasatov¹; Evgeniia Sokolova¹; Georgii Ostreinov¹; Gleb Verkhovod¹; Iaroslav Kolesnikov¹; Ibragim Ibragim²; Igor Sorokin¹; Iuliia Taskaeva¹; Ivan Shchudlo¹; Marina Bikchurina¹; Nataliia Singatulina⁴; Sergey Savinov¹; Sergey Taskaev¹; Tatiana Sycheva¹; Timofey Bykov¹; Viktoriia Konovalova¹; Vyacheslav Porosev¹¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*² *Novosibirsk State University*³ *Novosibirsk State University*⁴ *Novosibirsk State Technical University***Corresponding Author:** taskaev@inp.nsk.su

An accelerator-based neutron source has been proposed and created at the Budker Institute of Nuclear Physics in Novosibirsk, Russia. An original vacuum insulated tandem accelerator

(VITA) is used to provide a proton/deuteron beam. The ion beam energy can be varied within a range of 0.3–2.3 MeV, keeping a high-energy stability of 0.1 %. The beam current can also be varied in a wide range (from 1 nA to 10 mA) with high current stability (0.4 %). VITA is used to generate a neutron flux via the ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ or ${}^7\text{Li}(d,n)$ reactions, α -particles through ${}^7\text{Li}(p,\alpha)a$ and ${}^{11}\text{B}(p,\alpha)aa$ reactions, 478 keV photons through ${}^7\text{Li}(p,p'){}^7\text{Li}$ reaction, and positrons through ${}^{19}\text{F}(p,e+e-){}^{16}\text{O}$ reaction.

The facility is used

- to study radiation blistering of a metal irradiated with protons;
- for the development of boron neutron capture therapy including use in clinics;
- for the treatment of pets with spontaneous tumors;
- for the development of instruments and methods of dosimetry;
- for testing of new boron delivery drugs;
- for radiation testing and modification of promising materials and electronic devices, including those for ITER and CERN;
- for studying the composition of films by back-scattered ions;
- for in-depth investigation of the ${}^{11}\text{B}(p,\alpha)aa$ neutronless fusion reaction;
- for studying neutron-induced luminescence of chemical compounds;
- for measuring cross sections and yields of nuclear reactions;
- to develop a compact source of fast neutrons;
- etc.

The report will describe the VITA, present and discuss the results obtained, and declare plans. This research was supported by Russian Science Foundation, grant No. 19-72-30005.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 052 / 56

RESULTS OF RECONSTRUCTION OF U400M CYCLOTRON MAGNETIC STRUCTURE

Author: Ivan Ivanenko¹

Co-authors: Igor Kalagin¹; Nikolay Osipov¹; Vasilij Semin¹; Vladislav Zarubin¹

¹ *JINR*

Corresponding Author: ivan@jinr.ru

U400M isochronous cyclotron was create on the base of U300 classic cyclotron and is under operation at FLNR, JINR since 1996. U400M cyclotron is intended for accelerating the ion beams with $A/Z= 2.286 - 9$ to energy $W= 80 - 6$ MeV/nucl. Cyclotron have H-type main magnet with 4-meter pole diameter and 4 pairs of spiral type sectors. In 2022 year, the reconstruction of cyclotron magnetic structure was held on. The reconstruction included the replacement of magnet main coil, mapping and correction of cyclotron magnetic field. In the frame of the mapping, the magnetic field was corrected to improve its average radial distribution and to compensate the first harmonic. For cyclotron magnetic field mapping the automatic measurement system, based on 14 Hall probes, was used. The results of magnetic field mapping and correction are presented.

Young scientist paper:

Accelerator's subsystems / 57

СОВРЕМЕННЫЕ КОМБИНИРОВАННЫЕ СВЕРХВЫСОКОВАКУУМНЫЕ НАСОСЫ ДЛЯ ЦКП «СКИФ»

Author: Alexey Semenov¹

Co-author: Alexander Krasnov²

¹ BINP SB RAS

² BINP

Corresponding Author: a.a.krasnov@inp.nsk.su

В настоящее время в вакуумных системах ускорителей заряженных частиц все чаще применяют комбинированные сверхвысоковакуумные насосы, т.е. насосы на базе нераспыляемых геттеров и магниторазрядных насосов в одном корпусе. Данный тип насосов будет применяться в синхротроне 4+ поколения ЦКП «СКИФ». В ИЯФ СО РАН был изготовлен и протестирован прототип комбинированного насоса с быстротой откачки по водороду 1000 л/с. Конструкция насоса, а также результаты измерений для различных газов представлены в данной статье.

Young scientist paper:

No

SR and FEL sources 1 / 58

Status of the Kurchatov Synchrotron Radiation Source

Authors: A. Belkov¹; A. Smygacheva¹; A. Stirin¹; A. Valentinov¹; E. Kaportsev¹; I. Kuzmin¹; N. Moseiko¹; S. Pesterev¹; V. Korchuganov¹; V. Popov¹; V. Ushakov¹; Y. Fomin¹; Yu. Krylov¹

¹ NRC Kurchatov Institute

Corresponding Author: a.g.valentinov@mail.ru

The Kurchatov synchrotron radiation source goes on to operate in the range of synchrotron radiation from VUV up to hard X-ray. Maximal electron current achieves 150 mA at 2.5 GeV, up to 12 experimental stations may function simultaneously. Improvement of the facility according Federal Program of KSRS modernization is in progress. At the end of 2021 manufacturing of third 181 MHz RF generator, new preliminary amplification cascades and new waveguides for all three generators was completed in Budker Institute (Novosibirsk). Control system modernization will be finished until the end of 2023. Also reconstruction of facility building ventilation system was completed including machine tunnel cooling. Preparation for great modernization of the whole facility according Federal Program for science infrastructure development is underway.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 095 / 59

Study of impurities accumulation in a thin lithium target by an ion scattering spectroscopy

Author: Marina Bikchurina^{None}

Co-authors: Timofey Bykov¹; Dmitrii Kasatov²; Iaroslav Kolesnikov¹; Evgeniia Sokolova¹; Ivan Shchudlo³; Sergey Taskaev³

¹ BINP

² Budker INP

³ Budker Institute of Nuclear Physics

Corresponding Author: knkstdor@gmail.com

An accelerator based epithermal neutron source (VITA) is proposed, created and is functioning at the Budker Institute of Nuclear Physics. VITA includes an originally designed tandem electrostatic particle accelerator (vacuum-insulated tandem accelerator) to produce a monoenergetic beam of protons or deuterons with energies from 0.3 to 2.3 MeV, currents up to 10 mA, and a thin lithium target to generate a powerful neutron flow in ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ and $\text{Li}(d,n)$ reactions. The facility is used to develop a boron neutron capture therapy and many other applications. It is known from literature sources that heavy impurities in the composition of a lithium target significantly decrease the neutron yield and make the target unusable. The purpose of this work was to study the accumulation of impurities in a thin lithium target.

The elemental composition of the sample was determined by an ion scattering spectroscopy. The composition of the lithium layer immediately after evaporation onto a copper substrate was determined in the experiments. The interaction of lithium with air and the effect of the impurities on the neutron yield were studied. The accumulation of impurities during proton beam irradiation of the target at a beam power density of 1 kW/cm² and up to 3.4 kW/cm² was investigated.

This research was funded by Russian Science Foundation, grant number 19-72-30005, <https://rscf.ru/project/19-72-30005>.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 040 / 60

METHODS FOR CHARACTERIZING AN ECR ION SOURCE USING A PEPPER-POT EMITTANCE METER

Author: Sergey Barabin¹

Co-authors: Andrey Lukashin¹; Dmitry Selesnev¹; A. Zarubin¹; Nikolay Vinogradskiy¹; Timur Kulevoy¹

¹ NRC KI - KCTEP

Corresponding Author: barabin@itep.ru

Ion sources often generate beams in which, in addition to the working type of ions, there is a spectrum of parasitic charged particles that mask the main current and make it difficult to correctly measure the source parameters. The article describes a technique for measuring the characteristics of a working-type ion beam by separating it from a full beam from a source from the measurements results by the pepper-pot method. The article describes an ECR ion source and a measuring device, a technique for identifying and separating spots of various types of ions from a scintillator image, calculating their characteristics, a method for identifying a helium ion beam, and presents the results of measuring the characteristics of a helium ion beam at the source output.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 107 / 61

Некоторые особенности использования генераторной лампы в анодном импульсном модуляторе

Author: Adolf Kvasha¹

Co-authors: Alexander Feschenko¹; Valery Zubets¹

¹ *Institute for Nuclear Research of RAS*

Corresponding Author: feschenk@inr.ru

Работы по модернизации каналов усиления системы ВЧ питания начальной части ускорителя ионов водорода ИЯИ РАН ведутся непрерывно на протяжении уже многих лет. В последние годы основные усилия были направлены на модернизацию мощных импульсных высоковольтных модуляторов в связи с вынужденной необходимостью применения в них генераторных ламп ГИ-71А в качестве модуляторных вместо снятых с производства модуляторных ламп ГМИ-44А. Основной проблемой являются пробой в модуляторной лампе, в основном инициируемые искрениями в аналогичной лампе ВЧ генератора, на которую работает модулятор. В работе проводится анализ процессов, происходящих при возникновении пробоев как в случае прерывания импульса запуска модулятора с целью прекращения пробоя, так и без такого прерывания. Описаны доработки как схемного, так и конструктивного характера, которые в комплексе позволили существенно снизить частоту и последствия возникновения пробоев в модуляторной лампе несмотря на неизбежные искрения в лампе генераторной, обеспечив тем самым приемлемый уровень надежности работы системы ВЧ питания.

Young scientist paper:

Posters II - Board: 116 / 62

STATUS OF NICA RF2 SYSTEM

Authors: Ermek Kenzhebulatov¹; Alexey Kondakov¹; Alexey Tribendis²; Alexander Zhukov¹

Co-authors: Yuri Biryuchevsky¹; Alexander Dranitchnikov¹; Alexander Krasnov¹; Yaroslav Kruchkov¹; Sergey Krutikhin¹; Grigory Kurkin¹; Andrey Martynovsky¹; Natalia Mityanina³; Sergey Motygin¹; Anatoly Murasev⁴; Victor Petrov¹; Evgeny Pyata¹; Evgeny Rotov³; Vladimir Tarnetsky³; Oleg Brovko⁵; Alexander Malyshev⁵; Igor Meshkov⁶; Evgeny Syresin⁵; Alexei Zinkevich⁷

¹ *BINP*

² *BINP, Novosibirsk State Technical University*

³ *BINP, Novosibirsk State University*

⁴ *BINP, Novosibirsk State University*

⁵ *JINR*

⁶ *JINR, Saint-Petersburg State University*

⁷ *Triada-TV*

Corresponding Author: kendjebulatov@mail.ru

В настоящий момент новосибирским ИЯФ изготовлены, испытаны и отправлены заказчику все восемь резонаторов системы ВЧ2 для коллайдера NICA, строящегося в ОИЯИ

(Дубна). Четыре резонатора нижнего кольца коллайдера установлены на свои места в тоннеле. Четыре резонатора верхнего кольца планируется установить осенью 2023 г. Твердотельные радиочастотные усилители мощности, разработанные новосибирской компанией “Триада-ТВ”, используемые для возбуждения резонаторов ВЧ2, полностью изготовлены, хранятся в ОИЯИ и готовы к монтажу.

Young scientist paper:

Posters II - Board: 063 / 63

Auxiliaries automation for 15 keV neutral beam injector

Author: Vladimir Oreshonok^{None}

Corresponding Author: v.v.oreshonok@inp.nsk.su

A positive ions (hydrogen, deuterium) neutral beam injector with low 15 keV energy, though having 150 A peak current, has been developed at BINP for the aims of plasma heating in open magnetic traps and compact tokamaks. The injector auxiliaries include: gas manifold pressure regulation system, vacuum system, cryopumps refilling system. The automation algorithms are provided by in-house designed programmable logic controller with four channel asynchronous interface. At the fieldbus level there are industrial remote I/Os and instruments with RS-232/485 physical interfaces. A human-machine interface is presented either by the programmable logic controller front panel display menu, or software interface, designed in LabVIEW.

Young scientist paper:

No

Accelerator applications / 64

Новейшие модели ускорителей ЭЛВ с энергией до 4 МэВ

Authors: Denis Vorobev¹; Nikolay Kuksanov¹

Co-authors: Evgeny Domarov¹; Yuri Golubenko¹; Alexey Korchagin¹; Rustam Salimov¹; Sergei Fadeev¹; Ivan Chakin¹; Alexeu Semenov¹; Alexander Lavrukhin¹; Yulia Potapova¹

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*

Corresponding Authors: d.s.vorobev@inp.nsk.su, n.k.kuksanov@inp.nsk.su

В докладе рассматриваются новые модели ускорителей серии ЭЛВ: ЭЛВ-15 с максимальной энергией до 3 МэВ, ЭЛВ-16 с максимальной энергией до 4 МэВ и ускоритель ЭЛВ-18, с энергией до 2 МэВ. Даны детали о процессе проектирования, расчета и разработки. Рассматриваются особенности эксплуатации и вывода на рабочие параметры. Помимо этого уделяется внимание текущему состоянию дел связанных с ускорителями электронов серии ЭЛВ: разработкой, исследованиями, применением и поставкам.

Young scientist paper:

Posters II - Board: 011 / 65

Высоковольтный источник питания для тандем-ускорителя БНЗТ, диагностика пробоев, и итоги наблюдения за поведением источника после двух лет работы.**Authors:** Denis Vorobev¹; Nikolay Kuksanov¹**Co-authors:** Evgeny Domarov ; Sergei Fadeev ¹; Yuri Golubenko ¹; Alexey Korchagin ¹; Ivan Schudlo ¹; Igor Sorokin ²¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*² *BINP***Corresponding Authors:** n.k.kuksanov@inp.nsk.su, d.s.vorobev@inp.nsk.su

В докладе рассматриваются особенности эксплуатации высоковольтного источника для тандем-ускорителя источника нейтронов БНЗТ после двух лет работы. Описаны особенности вакуумных и газовых пробоев, поведение источника и системы управления при таких пробоях.

Young scientist paper:

Accelerator applications / 66

ОПТИМИЗАЦИЯ УНИКАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ “УНУ-ЭЛВ 6” С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ МОЩНОСТИ ДО 100 КВТ И ПРОВОДИМЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА УСТАНОВКЕ ПО ПОЛУЧЕНИЮ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ НА ЭНЕРГИИ ОТ 1,4-2,5 МЭВ.**Author:** Evgeny Domarov^{None}**Co-authors:** Denis Vorobev ¹; Mikhail Golkovski ²; Yuri Golubenko ¹; Alexey Korchagin ¹; Nikolay Kuksanov ¹; Rustam Salimov ¹; Sergei Fadeev ¹; Ivan Chakin ¹¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*² *Budker Institute of Nuclear Physics SD RAS, Novosibirsk, Russia***Corresponding Author:** e.v.domarov@inp.nsk.su

В ИЯФ СО РАН для разработки различных технологических процессов функционировала уникальная научная установка (УНУ ЭЛВ-6), с выпускным устройством способным выводить в атмосферу сфокусированный электронный пучок с энергией до 1,4 МэВ [1]. Для ряда процессов эта энергия электронов оказывается недостаточной.

По этой причине УНУ ЭЛВ-6 была оборудована ускорителем электронов ЭЛВ-8. Был проведен анализ динамики электронного пучка в ускорительной трубке ЭЛВ-8, длиной 2700 мм с апертурой 100 мм. Так же успешно испытано выпускное устройство с этой трубкой. Система выпуска пучка оборудована системой дифференциальной вакуумной откачки, обеспечивающая перепад давлений с атмосферного до 10⁻⁴ Па в ускорительной трубке [2]. Это позволило выпускать в атмосферу сфокусированный электронный пучок с энергией от 1,4 до 2,5 МэВ и диаметром 3 мм на выходе выпускного устройства. Достигнута мощность пучка 100 кВт.

В настоящее время на УНУ ЭЛВ-6 разрабатываются следующие технологии: производство нанопорошков различных материалов испарением из расплава, изготовление литовых материалов с коррозионностойким слоем на основе титана, получение высококоэнтропийных сплавов на основах из стали и титана, спекание керамик различного назначения под воздействием интенсивного электронного пучка с высокой проникающей

способностью [3,4,5,6,7,8]. Для этих технологий требуемая плотность мощности составляет 1-50 кВт/см².

Получены три гранта с использованием установки УНУ ЭЛВ-6 на выполнения следующих работ:

1. “Высокоэнтропийные керамики, синтезированные методом нагрева быстрыми электронами на воздухе”. Руководитель проекта Гынгазов С.А. Работа ведется с ТПУ СО РАН г Томск и ИЯФ СО РАН г. Новосибирск.
2. “Экспресс технология радиационного синтеза высокотемпературной оксидной керамики для фотоники”. Руководитель проекта Полисадова Е.Ф. Работа ведется с ТПУ СО РАН г Томск и ИЯФ СО РАН г. Новосибирск.
3. “Разработка научных и технологических основ проектирования многофункциональных покрытий с использованием технологии наплавки мощным электронным пучком, выведенного в воздушную атмосферу”. Руководитель проекта Батаев В.А.. Работа ведется с НГТУ г Новосибирск и ИЯФ СО РАН г. Новосибирск.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] ELV-6 accelerator, [online], <https://ckp-rf.ru/catalog/usu/200984/>
- [2] Domarov E.V., Golubenk.Yu.I., Kuksanov N.K., Salimov R.A., Fadeev S.N., Chakin I.K., Device for creating a pressure differential using differential pumping. Journal of Applied Mechanics and Technical Physics. 2022. Vol. 63, №1, pp41-46 ISSN 0021-8944. DOI: 10.1134/S0021894422010072
- [3] I.V. Chakin, E.V. Domarov, S.P. Bardakhanov, D.Yu. Trufanov, A.P. Zavyalov, K.V. Zobov Gas phase of nanopowder production through electron beam technology. XIX INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE METHODS OF AEROPHYSICAL RESEARCH (ICMAR 2018) Novosibirsk, 13–19 августа 2018
- [4] Matts, O.E., Rashkovets, M.V., Domarov, E.V., Korchagin, A.I. Composite coatings over titanium alloy formed by non-vacuum electron beam cladding (2020) AIP Conference Proceedings, 2310, Conference Paper № 020198.
- [5] Krylova, T.A., Chumakov, Yu.A., Domarov, E.V., Korchagin, A.I. Investigation of composite coatings based on the intermetallic matrix Ni3Al with refractory WC inclusions. (2019) AIP Conference Proceedings, 2167, Conference Paper № 020185.
- [6] Investigation of the effect of the type of starting material on the process of obtaining a yttrium oxide nanopowder by evaporation of a substance by a high-energy electron beam. Труфанов Д. Ю., Зобов К. В., Бардаханов С. П., Гапоненко В. Р., Чакин И. К., Домаров Е. В. AIP Conference Proceedings, 2021.
- [7] Крылова Т.А., Чумаков Ю.А., Домаров Е.В., Корчагин А.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ СПЛАВА “WC - №3А1” ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ НАПЛАВКИ ВНЕ ВАКУУМА // В книге: Международный междисциплинарный симпозиум “Иерархические материалы: разработка и приложения для новых технологий и надежных конструкций”. Тезисы докладов International Workshop, Международной конференции и VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-летию основания института химии нефти. 2019. С. 602. DOI: 10.17223/9785946218412/401.
- [8] Крылова Т.А., Чумаков Ю.А., Домаров Е.В., Корчагин А.И. ФРАКТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗРУШЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПОСЛЕ ИСПЫТАНИЙ НА ИЗГИБ // Известия высших учебных заведений. Физика. 2019. Т. 62. № 9 (741). С. 15-19. DOI: 10.17223/00213411/62/9/15

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 035 / 67

Диагностика дробового шума пучка в Бустере и Нуклотроне комплекса NICA

Authors: Konstantin Osipov¹; Matvey Solonbekov²; Yulia Tumanova¹

¹ JINR

² JINR, Dubna University

Corresponding Author: oskos82@mail.ru

В работе представлены конструкции мониторов дробового шума для Бустера и Нуклотрона. Дано описание программно-аппаратных средств регистрации и диагностики параметров пучка на основе измерения дробового шума.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 075 / 68

Стохастическое охлаждение в 4 сеансе пуско-наладочных работ комплекса NICA

Authors: Ivan Gorelyshev¹; Vladimir Filimonov¹; Konstantin Osipov¹; Anatoly Sidorin¹

¹ *JINR*

Corresponding Author: gorelyshev@jinr.ru

Для увеличения плотности в процессе накопления и поддержания светимости в процессе столкновений тяжелых ионов в коллайдере NICA ведется разработка системы стохастического охлаждения. Для тестирования элементов системы коллайдера используется тестовый канал стохастического охлаждения на Нуклотроне. Перед 4 сеансом пусконаладочных работ (ПНР) в Нуклотроне была произведена замена кикера системы стохастического охлаждения на структуру с керамической вакуумной камерой и гофрированным обвесом. В процессе 4 сеанса ПНР испытывалось охлаждение продольной степени свободы пучка методом фильтра и впервые в России времяпролетным методом с дополнительной задержкой на 1 оборот. В работе приведены результаты обработки экспериментальных данных по стохастическому охлаждению пучков 124Xe^{54+} в Нуклотроне за время 4 сеанса ПНР.

Young scientist paper:

Yes

RF and accelerating structures / 69

Results of operation of test accelerator facility for SKIF linear accelerator

Authors: Maria Arsentyeva¹; Alexey Levichev¹; Alexey Barnyakov¹; Alexander Batrakov¹; Dmitry Chekmenev¹; Xiao Chao Ma^{None}; Oleg Meshkov²; Danila Nikiforov¹; Anton Pavlenko¹; Oleg Pavlov¹; Sergey Samoylov¹; Alexey Semenov¹; Vladimir Volkov¹

¹ *BINP*

² *BINP*

Corresponding Author: m.v.arsentyeva@inp.nsk.su

The linear accelerator of the synchrotron radiation facility SKIF is being developed at Budker Institute of Nuclear Physics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (BINP SB RAS). The test accelerator facility including the RF gun, the bunching channel, the

accelerating structures and other systems was commissioned at Budker Institute of Nuclear Physics. The aim of work at this facility is to demonstrate the performance of the basic system of the linear accelerator. First results of the test accelerator facility operation are presented together with the measured beam parameters.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 046 / 70

Compact accelerator source of fast neutrons for radiation testing of perspective materials

Author: Nataliya Singatulina¹

Co-authors: Grigoriy Abdrashitov¹; Valerian Kapitonov¹; Iaroslav Kolesnikov²; Sergey Savinov¹; Shavkat Singatulin¹; Igor Sorokin²; Sergey Taskaev¹

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*

² *BINP*

Corresponding Author: ntsasht@gmail.com

The VITA accelerator neutron source based on a vacuum insulated tandem accelerator operates at the Institute of Nuclear Physics SB RAS. At the accelerator source, when transporting a powerful (up to 10 kW/cm²) beam of protons or deuterons to the target, neutrons with a wide range of energies are generated: cold, thermal, epithermal and fast. The transported beam or neutron flux is used for conducting researchers in the field of boron-neutron capture therapy, measuring the cross-section of nuclear reactions (${}^7\text{Li}(p,p'){}^7\text{Li}$, ${}^7\text{Li}(p,){}^4\text{He}$, ${}^6\text{Li}(d,)$, ${}^7\text{Li}(d,){}^5\text{He}$, ${}^6\text{Li}(d,p){}^7\text{Li}$, ${}^7\text{Li}(d,n)$), conducting materials science research with INP, CERN, ITER and other applications.

The development of a separate compact facility for the generation of fast neutrons is an actual task, it will allow the treatment of malignant tumors with fast neutrons and radiation testing of perspective materials. The generation of fast neutrons on the VITA is complicated by the fact that a source of negative hydrogen ions and a bending magnet were calculated and produced for the generation and transportation of a proton beam. The facility being developed will be designed to generate and transport a deuteron beam, while the high-voltage and intermediate electrodes of the accelerator will be connected directly to the respective sections of the high-voltage power source located inside the vacuum part of the feedthrough insulator [1].

The paper presents the concept of a compact accelerator source of fast neutrons being developed; the results of numerical calculations, modeling and preliminary testing of the accelerator power source in air are presented and summarized; further steps of manufacturing and testing of the proposed power source are formulated.

This research was funded by Russian Science Foundation, grant number 19 72 30005, <https://rscf.ru/project/19-72-30005>.

[1] S.Yu. Taskaev, I.N. Sorokin. Vacuum insulated tandem accelerator. Patent for the invention No. 2653840 dated 05/15/2018.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 075 / 71

Этапы и промежуточные итоги разработки программного обеспечения для моделирования процессов формирования и ускорения сильноточных пучков электронов

Authors: Шамиль Гудаев¹; Сергей Кораблев¹; Евгений Михайлов¹; Диана Паршутина²; Карлен Плужян¹; Владимир Шевченко¹

¹ ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ"

² СарФТИ НИЯУ МИФИ

Corresponding Author: otd4@expd.vniief.ru

В работе представлены промежуточные итоги разработки современного программного обеспечения для моделирования процессов формирования и ускорения сильноточных пучков электронов. Работа выполнена в рамках реализации направления №6 научной программы Национального центра физики и математики.

Проведен сравнительный анализ существующих программ, предназначенных для моделирования сильноточной ускорительной техники.

Выявлены и проанализированы современные методы и подходы к разработке программ данного класса. Рассмотрено множество методов прямого кинетического моделирования пучков заряженных частиц. Выбран метод частиц в ячейках, который дополнен граничными условиями электродинамики.

Обозначена проблематика задач подобного типа с точки зрения вычислительной сложности, рассмотрены актуальные подходы к распараллеливанию задач на различных типах устройств.

По результатам сравнительного анализа сформированы и представлены технические требования к программному обеспечению, реализующему ресурсоёмкие вычисления в области ускорительной техники. Предложена концепция модульной архитектуры программного обеспечения, выделены и описаны основные этапы разработки. Определены основные алгоритмы, реализуемые в каждом модуле.

Ведутся работы по проектированию, отладке и тестированию модулей аксиально симметричной и трехмерной расчетных программ переноса пучков заряженных частиц. Представлены результаты программной реализации модуля параметрического описания задачи, модуля построения геометрических объектов и конечно разностной сетки расчетной области.

Приведен краткий обзор средств разработки и отладки программ, используемых при реализации модулей программы.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 092 / 72

STUDY OF THE REACTION $^{11}\text{B}(p,)$ IN THE 0.3-2.15 MEV PROTON BEAM ENERGY

Author: Anna Shuklina¹

Co-authors: Marina Bikchurina ; Timofey Bykov ²; Dmitrii Kasatov ³; Evgeniia Sokolova ²; Sergey Taskaev ¹

¹ Budker Institute of Nuclear Physics

² BINP

³ Budker INP

Corresponding Author: a.shuklina@g.nsu.ru

The credible value of the $^{11}\text{B}(p,)$ reaction cross-section is essential for the proton therapy of cancer, the thermonuclear fusion, and the nuclear astrophysics. Despite the relevance, the mechanism of the reaction is still an open question. The goal of the study consists in acquiring new knowledge about the reaction, modernization and clarification of the preliminary studies data in the 0.3-2.15 MeV proton beam energy range.

To achieve the aim, a thick boron-containing target was irradiated with protons at the Vacuum Insulated Tandem Accelerator (VITA) at the Budker Institute of Nuclear Physics in Novosibirsk, Russia. The spectra of the emitted α -particles and backscattered protons were measured using the silicon semiconductor α -spectrometer PDPA-1K (Institute of Physical and Technical Problems, Dubna, Russia) at 135° with respect to the beam moment. Using SIMNRA version 7.03 (Max Planck Institute for Plasma Physics, Germany), we modeled the interaction of a proton beam with the boron-containing target and succeeded to reveal the accurate composition of the irradiated target. The obtained results proved that the reaction $^{11}\text{B}(p,)$ has two channels $^{11}\text{B}(p,1)^8\text{Be}^*$ and $^{11}\text{B}(p,0)^8\text{Be}$ with different cross-sections which agrees with the nowadays conceptions.

In future we plan to study a thin boron target to measure the cross sections of each channel. The research was supported by Russian Science Foundation, grant No. 19-72-30005.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 102 / 73

Динамика частиц в инжекторе для комплекса протонно-лучевой терапии ЛУЧ-Протон

Authors: Геннадий Кропачев¹; Alexey Sitnikov²; Ekaterina Khabibullina²; Timur Kulevoy³

¹ НИЦ Курчатовский институт

² NRC KI

³ КСТЕР - NRC Kurchatov institute

Corresponding Author: kulevoy@itep.ru

В настоящее время в НИЦ «Курчатовский институт» осуществляется проект «Луч-Протон» для создания центра протонно-лучевой терапии. В рамках этого проекта в НИЦ «Курчатовский институт» - ККТЭФ в качестве инжектора в протонный синхротрон разрабатывается импульсный протонный ускоритель с пространственно-однородной квадрупольной фокусировкой (RFQ) с энергией 5 МэВ, рабочей частотой 162.5 МГц и током 30 мА. В данной статье описаны основные аспекты проектирования динамики пучка в RFQ, а именно: выбор параметров RFQ, оптимизация транспорта и трансмиссии ускоряющего канала, минимизация выходного эмиттанса пучка. Приведены результаты моделирования динамики пучка в RFQ.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 103 / 74

Динамика частиц в инжекторе тяжелых ионов ЛУ2 для синхротронного испытательного комплекса (СКИ)

Authors: Геннадий Кропачев¹; Timur Kulevoy²; Alexey Sitnikov³; Ekaterina Khabibullina³; Владимир Скачков³; Максим Сметанин⁴; Александр Тельнов⁴; Николай Завьялов⁴

¹ *НИЦ Курчатовский институт*

² *КСТЕР - NRC Kurchatov institute*

³ *NRC KI*

⁴ *РФЯЦ ВНИИЭФ*

Corresponding Author: kulevoy@itep.ru

В настоящее время на базе Российского федерального ядерного центра Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики (РФЯЦ ВНИИЭФ) разрабатывается проект комплекса для исследования воздействия ионизирующих излучений космического пространства, основой которого является синхротронный ускоритель, обеспечивающий ускорение протонов и различных типов ионов вплоть до ^{209}Bi . Ускоритель включает два инжекторных комплекса (один из которых является источником протонов и легких ионов, второй – тяжелых ионов), бустерный ускоритель и основной синхротрон. В НИЦ “Курчатовский институт” – ККТЭФ разрабатывается ускоритель тяжелых ионов импульсного типа на энергию до 4 МэВ на нуклон с током 10 мА. При этом должны ускоряться ионы, для которых отношение массы к заряду находится в пределах $4 \div 8$. Предлагается линейный ускоритель, включающий в себя секцию RFQ и две секции DTL, работающие на кратных частотах. Каждая секция DTL имеет модульную структуру и состоит из отдельных индивидуально фазированных резонаторов H-типа (H-DTL), и квадрупольных линз, расположенных между резонаторами для фокусировки пучка. Такая структура DTL обеспечивает компактность линейного ускорителя, допускает посекционную настройку и последовательный ввод в эксплуатацию. Между всеми секциями ускорителя осуществляется 6D-согласование пучков. Представлены результаты численного моделирования динамики частиц.

Young scientist paper:

No

Accelerator's subsystems / 75

Система синхронизации и задающего ВЧ Комплекса НИКА: проект и первые результаты

Authors: George Fatkin¹; Alexander Senchenko¹; Alexey Styuf²; Vladimir Sitnov²; Kamil Yaminov³; Oleg Brovko⁴; Denis Donets⁴; Evgeniy Gorbachev⁴; Evgeny Syresin⁴; Anton Volodin⁴; Ilya Shirikov⁴

¹ *Novosibirsk State University, Cosylab Siberia*

² *NSU, Cosylab Siberia*

³ *Cosylab Siberia*

⁴ *JINR*

Corresponding Author: george.fatkin@gmail.com

Система синхронизации комплекса НИКА на основе оптической сети MRF раздает запуски на 280 принимающих устройств, обеспечивая согласованную работу Инжектора, Бустера, Каналов перепуска и Коллайдера НИКА. Система задающего ВЧ базируется на связанных по оптической сети MRF модулях генерирующих задающий сигнал на основе метода прямого цифрового синтеза. Модули обеспечивают работу ВЧ генераторов Бустера, Нуклотрона, трех ВЧ систем коллайдера: ВЧ-1, ВЧ-2, ВЧ-3, а также различные диагностики общим количеством 91 канал. В докладе представлена структура, аппаратные и программные составляющие системы, а также результаты первых испытаний на осенне-зимнем сеансе Бустер-Нуклотрон 2022 г.

Young scientist paper:

Posters I - Board: 091 / 76

Beam dynamics simulation for sections of short cavities using fast oscillation averaging method

Authors: Tatyana Lozeeva¹; Sergey Polozov²; Alexander Samoshin¹

¹ NRNU "MEPhI

² NRNU MEPhI

Corresponding Author: tatyabasha@gmail.com

The results on ion beam dynamics investigation in modular accelerating systems are presented. Beam dynamics in the systems, comprised of short independently phased cavities like quarter-wave (QWR), half-wave (HWR) or interdigital H-type (IH) cavities is characterized by the influence of additional fast field harmonics, periodic with the cavity spacing. These harmonics have an effect on longitudinal and transverse beam dynamics and thus on the beam quality. To take into consideration these harmonics fast oscillation averaging method is proposed. This method of beam dynamics investigation allows one to consider the beam moving in the equivalent effective potential, having the terms of average potential and terms with averaged electric and magnetic field fast harmonics. Analysis of effective potential function helps one to find transverse and longitudinal oscillation frequency tunes and to specify longitudinal acceptance of the cavity section.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 003 / 77

Elliptical electromagnetic undulator UE212M for the station "Electronic Structure" in the SKIF project

Authors: Denis Gurov¹; Константин Золотарев¹; Виталий Зуев¹; Анатолий Уткин¹; Владимир Ческидов¹

¹ BINP SB RAS

Corresponding Author: d.s.gurov@inp.nsk.su

Elliptical electromagnetic undulator UE212M for the station "Electronic Structure" in the SKIF project

D.S. Gurov, K.V. Zolotarev, V.V. Zuev, A.V. Utkin, V.G. Cheskidov
INP SB RAS, Institute of Nuclear Physics. G.I. Budker SB RAS, Novosibirsk, Russia

Abstract

The UE212M elliptical electromagnetic undulator is designed to generate synchrotron radiation for the "Electronic Structure" station of the SKIF facility. The article describes the magnetic and mechanical structure of the undulator, its modes of operation and the parameters of the radiation it generates.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 100 / 78

Development of the Cold Neutron Beam Shaping Assembly for the Accelerator-based Neutron Source VITA

Author: Viktoriia Konovalova¹

Co-authors: Dmitrii Kasatov²; Sergey Taskaev¹; Vyacheslav Porosev¹; Evgeniia Sokolova³; Iaroslav Kolesnikov³; Timofey Bykov³

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*

² *Budker INP*

³ *BINP*

Corresponding Author: v.konovalova1@g.nsu.ru

A promising method for treating malignant tumors - boron neutron capture therapy (BNCT) is being actively developed at the Budker Institute of Nuclear Physics. This method is based on the absorption of neutrons by boron-10 preliminarily accumulated in the tumor. The cross-section of the neutron capture of boron-10 increases with the neutron energy decrease. Nowadays, the most optimal neutron energy for BNCT is the energy of the epithermal range (1-30 keV). Neutrons with this energy effectively penetrate 4 cm into human tissues. Neutron delivery to a deeper distance will allow to increase localization of a therapeutic dose in a tumor, exclude impact on healthy cells of a patient and increase BNCT efficiency both in case of deep lying malignant tumors and those on the surface. Neutrons with energies of the order of 10-4 eV (cold neutrons) have distinct wave properties that allow transporting them via flexible neutron guides. To realize this idea, it is necessary to produce cold neutrons. This work was devoted to the production of cold neutrons at the accelerator-based neutron source VITA.

The paper describes the developed cold neutron Beam shaping assembly (BSA). The modeling of the neutrons passage through the proposed BSA was performed by Geant4 software. The modeling corresponds to the experiments geometry. The series of experiments aimed at investigation of the moderating properties of the selected materials - plexiglas, water, and heavy water - are conducted. The initial neutron beam with an average energy of 30 keV and an intensity of 21012 n/s was obtained at the accelerator-based neutron source by the ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ threshold reaction. The energy of the incident proton beam on the lithium target was 2.1 MeV. Thus, a multilevel moderating system consisting of heavy and ordinary water at room temperature and 73 K is tested as a moderator. After passing through the system, neutrons were registered with a neutron detector, based on plastic polystyrene scintillators enriched with boron (IHEP, Protvino).

The possibility of generation of cold neutrons at the accelerator-based neutron source at the Budker Institute of Nuclear Physics has been demonstrated.

This research was funded by Russian Science Foundation, grant number 19 72 30005, <https://rscf.ru/project/19-72-30005>.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 056 / 79

THE CONTROL SYSTEM OF NOVOSIBIRSK FREE ELECTRON LASER FACILITY AND USERS STATIONS

Authors: Stanislav Serednyakov¹; Sergey Tararyshkin²

¹ *Budker Institute Of Nuclear Physics*

² *Budker Institute of Nuclear Physics*

Corresponding Author: serednstl@mail.ru

Novosibirsk Free electron Laser (FEL) is the source of coherent radiation with ability of wavelength tuning. It based on multi-turn energy recovery linac, which involves one single-turn and one 4-turn microtron-recuperator. There are three different free electron lasers, mounted on different tracks of these accelerators. Each FEL is operates on different electron beam energy and have different wavelength range and power of generated radiation.

Whole FEL facility is a complex physics installation, therefore, for effective control and monitor of FEL operation state and its parameters, the particularized control system was developed. In this article, the main features, hardware, software compound parts used in this control system are considered. Also aspects of interaction of this control system with users stations are considered.

Young scientist paper:

No

Modern trends / 80

Проекты развития комплекса адронных ускорителей НИЦ КИ – ИФВЭ

Author: Сергей Иванов¹

Co-authors: Александр Брагин ; Александр Солдатов ; Андрей Андриянов ; Николай Тюрин

¹ *НИЦ КИ - ИФВЭ*

Corresponding Author: sergey.ivanov@ihep.ru

Для расширения возможностей по прикладному использованию ускоренных пучков протонов и ядер углерода разработаны и получили положительное заключение ФАУ «Главгосэкспертиза России» (март 2023 года) три инвестиционных проекта развития Ускорительного комплекса У-70 (Протвино Московской области): (1) Импульсный нейтронный источник на основе реакции испарительно-скалывающего типа (spallation) на протонном пучке быстрого синхротрона У-1.5; (2) Экспериментальный комплекс ионной лучевой терапии на углеродном пучке синхротрона У-70; (3) Специализированный синхротрон с каналами транспортировки для ускорения и вывода углеродного пучка – прототип типового отечественного клинического центра ионной терапии .

Представлены технические характеристики перечисленных проектов, изложена логика их разработки и интеграции в состав действующего научно-технического комплекса НИЦ КИ – ИФВЭ.

Young scientist paper:

No

SR and FEL sources 2 / 81

COMPTON BACKSCATTERING X-RAY SOURCE FOR NRNU MEPhI

Authors: Vyacheslav Dyubkov¹; Sergey Polozov²; Vladimir Rashchikov³

¹ *NRNU MEPhI, NRC KI*

² *NRNU MEPhI*

³ *NRNU MEPhI*

Corresponding Author: virashchikov@mephi.ru

The project of the compact X-ray source based on Compton back scattering for the National Research Nuclear University MEPhI is discussed. Front to end beam dynamics simulation in linac and storage ring including collective effects allows to identify the main features of such installations and outline ways to overcome longitudinal and transverse instabilities and minimize bunch size at the beam-laser interaction region. Feedback proposed to mitigate the influence of instabilities and injection jitter in position and angle.

Young scientist paper:

Accelerator applications / 82

Модель магнито — оптической структуры протонного синхротрона комплекса протонной лучевой терапии НИЦ «Курчатовский институт»

Authors: Mikhail Bulatov¹; Dmitriy Zhidkov¹; Gennadiy Klenov¹; Vladimir Larionov¹; Alexey Chernykh¹

¹ *NRC Kurchatov Institute*

Corresponding Author: chernykh-aleksey@yandex.ru

В НИЦ «Курчатовский Институт» создается комплекс протонной лучевой терапии, основой комплекса станет протонный синхротрон, способный ускорять заряженные частицы до энергии 250 МэВ и иметь выходную интенсивность $5 \cdot 10^{10}$ протонов в секунду. В докладе представлены результаты моделирования структуры будущего ускорителя и показаны его характеристики. При проведении моделирования ставились задачи зануления дисперсионной функции на выводных прямолинейных промежутках ускорителя и хроматичности. Также принимались меры минимизации амплитуды бетатронных колебаний и длины орбиты ускорителя. В результате проведенной работы была выбрана структура элементов кольца ускорителя, состоящая из 8 поворотных 45 градусных дипольных магнитов и 4 фокусирующих квадрупольных линз. Хроматичность была подавлена 4 секступольными линзами, а зануление дисперсионной функции на выводных промежутках реализовано 4 дуэлетами квадрупольных линз. Принятые расчёты позволили получить хорошие твисс параметры при длине орбите ускорителя в 30,3 м и избежать появления критической энергии при ускорении до 250 МэВ.

Young scientist paper:

No

Beam dynamics etc. / 83

Об устойчивости в ловушке Пеннинга с «вращающейся стенкой» и буферным газом

Author: Alexander Ovsyannikov¹

¹ *Saint-Petersburg State University*

Рассматривается задача анализа влияния использования буферного газа на устойчивость движения в электромагнитной ловушке Пеннинга с «вращающейся стенкой» (дополнительным вращающимся электрическим полем). Электромагнитные ловушки играют важную роль при проведении физических экспериментов в ядерной физике и масс-спектрологии, являются одними из основных элементов источников заряженных частиц при циклическом режиме работы ионных синхротронов и коллайдеров с короткоживущими изотопами. Определение условий на сочетании основных параметров ловушки, обеспечивающих устойчивость движения заряженных частиц, является важной задачей. Ранее были получены результаты, позволяющие анализировать устойчивость движения заряженных частиц при произвольных значениях основных параметров ловушки, исследуемого типа. В данной работе найдены достаточные условия сохранения устойчивости при использовании в ловушке буферного газа и построены области устойчивости в пространстве основных параметров ловушки. Также как частный случай получены варианты параметров «вращающейся стенки», обеспечивающие устойчивость движения частиц в ловушке без магнитного поля.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 067 / 84

Решение уравнения Фоккера-Планка: искажение продольной функции плотности распределения частиц в отсутствие и при наличии когерентных колебаний в электронном сгустке.

Author: Antonina Smygacheva¹

¹ *NRC "Kurchatov Institute*

Corresponding Author: sasmyga@mail.ru

В работе рассматривается явление взаимодействия электронных сгустков с собственными следовыми электромагнитными полями в вакуумной камере ускорителя. Интерес представляет результат взаимодействия в продольном направлении движения, а именно искажение функции плотности распределения в продольном фазовом пространстве в отсутствие и при наличии когерентных колебаний. Традиционно при исследовании данного вопроса используют уравнения Хайссинского и Власова. В данной работе предлагается подход с решением уравнения Фоккера-Планка.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 003 / 85

GAS LOADING SIMULATION FOR A LOW ENERGY BEAM TRANSPORT CHANNEL

Author: Alexander Panishev¹

Co-authors: Sergey Polozov¹; Vadim Shatokhin²

¹ *NRNU MEPhI*

² *National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia*

Corresponding Author: aspanishev@mephi.ru

The Low Energy Beam Transport channel (LEBT) was designed for transfer a light ion beam generated by two ion sources (laser and ECR) to accelerator structure. The efficiency of the beam transportation sufficiently depends on the vacuum conditions in the channel sections. Various methods to calculate vacuum conditions inside chambers with a branched structure of a linear ion accelerator were considered. Calculation model was built in the Molflow+ program basing on the vacuum structure of the LEBT. In addition to stationary gas flows coming from ion sources, pressure dynamics under pulsed gas load has been simulated. The process for a gas pulse passing was also calculated using the equivalent electrical circuit's technique constructed by analogy with vacuum circuits. The calculation was done in the LTspice program, results obtained by two methods were compared. The assessment of the ability of the selected pumping equipment to provide the required vacuum will be discussed in the report also.

Young scientist paper:

Posters II - Board: 093 / 86

Status of the electron accelerator for radiotherapy

Authors: Dmitry Yurov^{None}; Maxim Borisov¹; Andrey Ermakov^{None}; Vasilij Shvedunov²; Andrey Kamanin³

¹ *Faculty of Physics Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

² *Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia Laboratory of electron accelerators MSU Ltd, Moscow, Russia*

³ *Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

Corresponding Author: d_yurov88@mail.ru

For the last few years the Laboratory of Electronic Accelerators MSU has been working on a 6 MeV electron accelerator for radiation therapy based on a C-band accelerating structure. The new developed structure has increased efficiency than original sample, provides lower accelerating field strength in comparison to it, and ensures stable operation with a dose rate of more than 10 Gy/min. The paper describes the accelerator and provides the measurements of bremsstrahlung characteristics.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 101 / 87

Сопровождение облучений ионами углерода при проведении радиобиологических экспериментов на установке РБС.

Author: Vladimir Pikalov¹

Co-authors: Dmitriy Vasiliev²; Vladimir Kovaltsov²; Andrey Koshelev²; Alexander Lutchev²; Sergey Makonin²; Mikhail Polkovnikov²

¹ *NRC «Kurchatov Institute» - IHEP*

² *NRC «Kurchatov Institute» - IHEP*

Corresponding Author: pikalov@ihep.ru

Установка РБС с 2015 года работает в каждом сеансе ускорительного комплекса У-70. Основными пользователями являются радиобиологи и медики. Направление исследований – радиобиологические эксперименты на выведенных пучках ускоренных ионов углерода и предклинические исследования, направленные на разработку отечественных методик ионно-лучевой терапии.

Требования, предъявляемые к сопровождению облучений образцов ионами углерода очень высокие: равномерность облучения не хуже 95%, точность позиционирования не хуже 0.1 мм, точность отпуска дозы – не хуже ± 2.5 %.

В докладе описаны приборы и устройства, которые используются при сопровождении радиобиологических экспериментов на установке РБС: плоскопараллельная ионизационная камера, мозаичная ионизационная камера, водяной фантом с 3D системой перемещения, 6-ти координатный стол, дегрейдер, лазерная система позиционирования, клинические дозиметры. Описаны программы для работы с этим оборудованием и архивирования полученных результатов.

Young scientist paper:

Posters I - Board: 043 / 88

Proton injector for accelerator-driven compact neutron source DARIA.

Author: Vadim Skalyga¹

Co-authors: Ivan Izotov²; Sergey Vybin¹; Sergey Golubev; Andrey Polyakov²; Elena Kiseleva²; Dmitriy Smagin²

¹ *Institute of Applied Physics of Russian Academy of Sciences*

² *Institute of Applied Physics of Russian Academy of Sciences*

Corresponding Author: skalyga.vadim@gmail.com

Project of the proton accelerator-driven compact neutron source DARIA (Dedicated for Academic Research and Industrial Application) is developed in order to replace small and middle flux neutron sources based on the nuclear reactors. DARIA has a uniquely high ratio of efficiency to cost due to deep optimization of each key element of the system (proton injector and accelerator, target, neutron moderator and neutron instruments. A unique ECR ion source, developed at the IAP RAS, would be used as a proton beam injector. In such device the plasma is heated by the powerful 28 GHz gyrotron radiation, providing a record level of volumetric energy input for such systems over 200 W/cm^3 . The high plasma density and the optimal electron temperature provide proton beams formation with a current above 100 mA and an emittance that meets the requirements of modern accelerators. The results of the latest tests of the injector prototype will be presented.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 015 / 89

Вакуумная система ускорителя ЛИНАК-200.

Author: Dmitry Shokin¹**Co-authors:** Alexei Trifonov¹; Valery Kobets¹; Alexander Skrypnik¹; Vladimir Shabratov¹; Dmitry Demin¹; Alexander Brukva¹¹ *JINR***Corresponding Author:** dmitryshokin@jinr.ru

Линейный ускоритель ЛИНАК-200 в ЛЯП ОИЯИ сооружается с целью обеспечения электронных тестовых пучков с энергией до 200 МэВ для проведения исследований и разработок в области детекторов частиц, для изучения передовых методов диагностики электронных пучков и для работы в качестве облучательной установки для прикладных исследований. Хотя ускоритель использует оборудование ускорителя МЕА (NIKHEF), вакуумная система ускорителя была значительно модернизирована. Рабочим уровнем вакуума в различных частях ускорителя необходимо считать уровень $P \approx 5 \cdot 10^{-8}$ торр. В основу структурной схемы вакуумной системы положен модульный принцип: каждая станция обеспечена отдельными откачными постоянно работающими агрегатами (магниторазрядными насосами), возможностью подключения передвижного вакуумного поста и проведения откачки с атмосферы, а также каждая станция отделена друг от друга шибберными ручными и электропневматическими затворами. В этой работе представлена конструкция и состояние новой вакуумной системы.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 028 / 90

Системы диагностики сильноточного электронного пучка

Authors: Пуа Penzin¹; Игорь Журавлев¹; Роман Протас¹; Олег Мешков²; Алексей Петренко²; Виктор Куркучев²; Александр Ахметов¹; Сергей Хренков¹¹ *FSUE RFNC-VNIITF*² *Budker INP SB RAS***Corresponding Author:** gaz_snz@mail.ru

Необходимость получения качественных изображений оптически непрозрачных объектов из материалов с высокой плотностью предъявляет высокие требования к качеству электронного пучка источника тормозного излучения.

Опытная эксплуатация линейного индукционного ускорителя ЛИУ-20 показала, что для настройки режимов работы установки требуется наличие разнообразных систем диагностик электронного пучка. Применяются разрушающие и неразрушающие средства диагностики. Диагностируются следующие параметры пучка: положение, интенсивность, энергия, продольный и поперечный профили в различных точках ускорителя, а также размер фокусного пятна.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 104 / 91

Разработка вычислительных моделей длинного дипольного магнита с продольным градиентом поля на основе постоянных магнитов для проекта УНК-СИЛА

Authors: Д. Н. Арсланова¹; Ю. Н. Гавриш¹; Е. И. Гапионок¹; В. П. Кухтин¹; Е. А. Ламзин¹; А. Н. Неженцев¹; А.Д. Овсянников²; Д. А. Овсянников²; И. Ю. Родин¹; С. Е. Сычевский¹; Н. А. Шатиль¹

¹ АО НИИЭФА

² Санкт-Петербургский государственный университет

Corresponding Author: a.ovsyannikov@spbu.ru

Цель работы состоит в создании вычислительных моделей т.н. «длинного дипольного магнита продольным градиентом магнитного поля» для проекта УНК-СИЛА. Особенности этого магнита заключаются в применении в качестве источников поля высококоэрцитивных постоянных магнитов, использовании низкоуглеродистой стали, высоких требований к качеству распределения поля, потребности учёта взаимного влияния элементов магнитной системы ускорителя друг на друга. Всё это приводит к необходимости разработки детальных вычислительных моделей дипольного магнита, обеспечивающих достоверное описание системы на длительный период, вплоть до настройки, запуска и эксплуатации ускорителя. Исходная математическая пространственная модель создана на основе вычислительного комплекса программ КОПРОТ, созданного в АО «НИИЭФА», зарегистрированного в РФ и верифицированного в ходе сопоставительных испытаний, в том числе в ряде международных проектов. Результаты численного моделирования с использованием комплекса КОПРОТ с требуемой точностью совпадали с данными измерений на циклотронах, созданных в ЛЯР ОИЯИ и АО «НИИЭФА». Результаты численного моделирования, согласующиеся с данными аналогичных расчётов для подобных магнитов, демонстрируют возможность эффективной расчётной поддержки разработки, создания и измерений экспериментальных образцов обсуждаемых магнитов.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 105 / 92

Разработка вычислительных моделей короткого дипольного магнита на основе постоянных магнитов для накопительного кольца источника синхротронного излучения УНК-СИЛА

Authors: Д. Н. Арсланова¹; Ю. Н. Гавриш¹; Е. И. Гапионок¹; Н. С. Знаменщикова¹; В. П. Кухтин¹; Е. А. Ламзин¹; А. Н. Неженцев¹; А.Д. Овсянников²; Д. А. Овсянников²; И. Ю. Родин¹; С. Е. Сычевский¹; Н. А. Шатиль¹

¹ АО НИИЭФА

² Санкт-Петербургский государственный университет

Corresponding Author: ovs74@mail.ru

Обсуждаемые в работе вычислительные модели т.н. «коротких дипольных магнитов» накопительного кольца проекта УНК-СИЛА, описывают магниты, использование которых отличает проект среди других. Пространственная прецизионная модель, использующая российский комплекс программ КОПРОТ, обеспечивает расчёт распределений магнитных полей и пондеромоторных сил. Модель допускает расширение на случай необходимости

учёта влияния других элементов магнитной системы с требуемой для практических целей степенью детализации. При этом во внимание принимаются свойства постоянных магнитов, магнитных сталей, геометрическая форма постоянных магнитов и токонесущих элементов. Рассматриваются вопросы термо- и магнитного шунтирования, необходимых для обеспечения требуемых характеристик магнитов.

Использование разработанной вычислительной модели позволило осуществить предварительный выбор свойств материалов, провести оптимизацию конструкции диполя.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 043 / 93

Development of methods for controlling the injection and stability of an electron beam on synchrotron radiation sources

Authors: Oleg Meshkov¹; Victor Dorokhov^{None}; A. Stirin²; A. Smygacheva²

¹ BINP SB RAS

² NRC Kurchatov Institute

Corresponding Author: o.i.meshkov@inp.nsk.su

The paper analyzes the results of measurements of the transverse dimensions and coordinates of the center of gravity of the electron beam of the KISI storage device obtained during injection and when working for users. The beam image recorded in the optical wavelength range using a digital camera at the Optical Observation Station (SON) of the KISI storage device was analyzed. With the help of specially created software, the camera frame rate was increased to 700 Hz, which made it possible to register the dynamics of the transverse beam profile injected into the CIS drive from the "Siberia-1" booster. The search for possible sources of transverse instability of the beam while working of installation for users is carried out.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 054 / 94

Синхронный мониторинг параметров устройств и пучков на ускорительно-накопительном комплексе СКИФ

Authors: Sergey Karnaev¹; Cheblakov Pavel¹

Co-authors: Evgeny Bekhtenev¹; Alexey Gerasyov¹; Gennady Karpov¹; Artemiy Kovalenko¹; Lipovyy Dmitriy¹

¹ BINP

Corresponding Authors: karnaev@inp.nsk.su, p.b.cheblakov@inp.nsk.su

В работе описывается подход, позволяющий осуществлять непрерывный мониторинг всех устройств установок ускорительно-накопительного комплекса СКИФ синхронно с

измерениями параметров пучка. Мониторинг работы устройств выполняется в распределенных контроллерах с частотой 10 кГц. При выявлении в процессе работы устройства отклонений от заданных параметров, превышающих допуск, контроллер, управляющий этим устройством, выставляет соответствующий сигнал. В случае наблюдения нештатного поведения пучка с целью обнаружения устройства, работа которого послужила причиной такого поведения, выполняется сравнительный анализ синхронных данных, полученных от распределенных контроллеров и от электроники диагностики пучка.

Young scientist paper:

Colliders 1 / 95

Overview of the CEPC Project

Author: Zhe Duan^{None}

Corresponding Author: duanz@ihep.ac.cn

The Circular Electron Positron Collider (CEPC) was proposed by Chinese scientists shortly after the discovery of the Higgs boson at the LHC in 2012. CEPC would serve as a forefront Higgs factory that can extend to energies corresponding to the Z, WW and the top-quark pairs, with the upgrade potential to a high-energy pp collider, the Super proton proton Collider (SppC). The CEPC Conceptual Design Report (CDR) was released in 2018. Since then the accelerator design has evolved in line with more in-depth studies of many accelerator physics topics as well as significant R&D progress in the key hardware systems. In June 2023, an international review committee conducted the first phase review of the CEPC Accelerator Technical Design Report (TDR), which will be released later this year. In this presentation, we will summarize the status of the CEPC accelerator design as well as the highlights of the development of key technologies.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 013 / 96

Генераторы питания ударного магнита для выпуска ионов в канал «Бустер-Нуклотрон» ускорительного комплекса «NICA» (Дубна)

Authors: Dmitry Shvedov¹; Oleg Anchugov²

Co-authors: Anatoliy Fateev³; Alexey Tuzikov³; Dmitry Bazhutov²

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*

² *BINP*

³ *JINR*

Corresponding Authors: o.v.anchugov@inp.nsk.su, d.a.shvedov@inp.nsk.su

Для питания быстрого ударного магнита (кикера) выпуска ионов из ускорителя-бустера в канал «Бустер-Нуклотрон» ускорительного комплекса «NICA» (ОИЯИ, Дубна) были разработаны, изготовлены и испытаны генераторы на основе псевдоискровых коммутаторов ТПИ1-10к/75. Выбор коммутатора был обусловлен уникальностью требований к

параметрам выходного импульса и невозможностью использования твердотельных высоковольтных ключей из-за высокого радиоактивного фона в местах перепусков пучков на комплексе. Для обеспечения фронта 500 нс и длительности плато импульса 500 нс с целью снижения влияния индуктивности проводников магнита в 650 нГн было принято решение о его биполярном встречном питании. При этом были получены токи более 30 кА при зарядном напряжении формирующей линии до 50 кВ. В статье описаны схемы генераторов и приведены результаты испытаний в ИЯФ СО РАН и непосредственно на рабочем месте на комплексе «НІСА» в период сеанса работы с пучком

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 122 / 97

Резонатор для блока высокочастотных переходов в поляризованных атомах водорода и дейтерия

Author: Valentin Paramonov¹

Co-author: Alexander Belov¹

¹ *Institute for Nuclear Research of the RAS*

Corresponding Authors: belov@inr.ru, paramono@inr.ru

Компактный резонатор предназначен для применения в источниках поляризованных протонов и дейтронов. Резонатор работает либо на частоте порядка 380 МГц, для поляризованных атомов дейтерия, либо на частоте ~ 1480 МГц для поляризованных атомов водорода. В обоих случаях обеспечивается единая плоскость поляризации частиц. Формируется однородное распределение магнитного СВЧ поля с минимизацией паразитной, поперечной к плоскости поляризации, составляющей. Рассмотрены варианты технической реализации резонатора.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 026 / 98

BEAM LINES FOR NEW EXPERIMENTAL HALL OF U400R CYCLOTRON

Authors: Igor Kalagin¹; Vladislav Lisov¹; Alexey Zabanov¹

Co-authors: Vadim Bass¹; Ivan Ivanenko¹; Nikolay Kazarinov¹

¹ *Joint Institute for Nuclear Research (Flerov Laboratory of Nuclear Reactions)*

Corresponding Author: lisov@jinr.ru

Abstract

The main activities of Flerov Laboratory of Nuclear Reactions, following its name - are related to fundamental science. For the moment continues the works under reconstruction facility based on the cyclotron U400 which carries out research for three main directions of heavy

ion physics: synthesis of heavy and exotic nuclei, studies of nuclear reactions and studies of interaction of matter with heavy ions. U400R is the reconstruction of the U400 cyclotron ones. The design of beam lines for ion transportation from the cyclotron U400R to the new experimental hall is presented. The beam lines include commutating magnet with variable magnetic field induction up to 1.3 T that gives the possibility to bend ion beams in three directions providing ion transportation through the beam lines to three experimental setups. The beam focusing in the beam lines is provided by set of quadrupole lenses having the gradients up to 7.7 T/m.

New structure of the beam lines and calculation results for 48Ca^{7+} ion beam with energy 11.08 MeV per nucleon transportation from the extraction point to the Faraday caps which place in diagnostics block at new experimental hall are presented.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 072 / 99

Моделирование динамики пучка в канале транспортировки тяжелых ионов высокой энергии (НЕВТ)

Author: Ekaterina Khabibullina¹

Co-authors: Vladimir Nikolaev¹; Alexey Sitnikov²; Vladimir Skachkov³; Olga Sergeeva¹; Геннадий Кропачев⁴; Timur Kulevoy⁵; Alexander Boriskov⁶; Maxim Guzov⁶

¹ *National Research Center "Kurchatov Institute" (Kurchatov Complex for Theoretical and Experimental Physics)*

² *NRC KI*

³ *NRC "Kurchatov Institute"*

⁴ *НИЦ Курчатовский институт*

⁵ *КСТЕР - NRC Kurchatov institute*

⁶ *FSUE RFNC-VNIITF*

Corresponding Author: ekaterina.khabibullina@itep.ru

В НИЦ "Курчатовский институт" – ККТЭФ (Курчатовский комплекс теоретической и экспериментальной физики) разрабатывается линейный резонансный ускоритель тяжелых ионов импульсного типа с энергией 4 МэВ/нуклон, рабочей частотой 162.5 МГц и током до 10 мА. Канал НЕВТ (канал транспортировки тяжелых ионов высокой энергии) предназначен для транспортировки пучка ускоренных ионов с $A/Z = 4 \div 8$ до мишени по обдирке ионов перед их инжекцией в бустер. Определены основные элементы канала и их параметры, обеспечивающие поперечную фокусировку пучка и минимизацию импульсного разброса частиц. Приведены результаты динамических расчетов в канале НЕВТ с использованием трехмерных моделей пространственного распределения магнитного поля квадрупольной линзы и электрического поля дебанчера.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 073 / 100

Низкоэнергетический канал транспортировки (ЛЕВТ) линейного ускорителя тяжелых ионов

Author: Ekaterina Khabibullina¹

Co-authors: Геннадий Кропачев²; Timur Kulevoy³; Olga Sergeeva¹; Vladimir Skachkov¹; Boriskov Alexander⁴; Guзов Maxim⁴

¹ *National Research Center "Kurchatov Institute" (Kurchatov Complex for Theoretical and Experimental Physics)*

² *НИЦ Курчатовский институт*

³ *КСТЕР - NRC Kurchatov institute*

⁴ *ФГУП "РФЯЦ - ВНИИЭФ"*

Corresponding Author: ekaterina.khabibullina@itep.ru

В НИЦ "Курчатовский институт" – ККТЭФ (Курчатовский комплекс теоретической и экспериментальной физики) разрабатывается линейный резонансный ускоритель тяжелых ионов импульсного типа. Канал транспортировки пучков низкой энергии ЛЕВТ осуществляет транспортировку пучка от лазерно-плазменного источника многозарядных ионов с A/Z от 4 до 8 (вплоть до $Bi27+$) до ускорителя с пространственно-однородной квадрупольной фокусировкой (RFQ). В статье представлены результаты моделирования динамики пучка в канале ЛЕВТ с учетом трехмерной карты распределения поля магнитных элементов, обеспечивающие сепарацию рабочей фракции ионного пучка и его согласование с ускоряющей структурой RFQ.

Young scientist paper:

Yes

Linear and cyclic accelerators / 101

СТАТУС У-70

Authors: Vladimir Kalinin¹; Aleksandr Afonin²; Yuri Antipov¹; Nikolay Ignashin¹; Sergei Ivanov¹; Vladimir Lapygin¹; Oleg Lebedev¹; Alexander Maksimov¹; Andrey Markin¹; Yuri Milichenko¹; Alexander Soldatov¹; Sergei Strelakovich¹; Sergei Sytov¹; Nikolai Tyurin¹; Dmitry Vasiliev¹; Alexandre Zaitsev¹

¹ *Institute for High Energy Physics (IHEP), Protvino, Russia*

² *NRC "Kurchatov Institute IHEP, Protvino"*

Corresponding Author: vakalinin@ihep.ru

Обзорный доклад представляет текущее состояние Ускорительного комплекса У-70 НИЦ «Курчатовский Институт» ИФВЭ. Акцент сделан на недавние работы и усовершенствования, осуществлённые со времени предыдущей конференции RUPAC-2021 в хронологическом порядке сеансов.

Young scientist paper:

No

Superconductivity in accelerators / 102

Итоги работы криогенного комплекса ЛФВЭ в пусконаладочных сеансах инжекционного комплекса NICA

Authors: Iuliia Mitrofanova¹; Anton Konstantinov¹; Nikolay Agapov¹; Denis Shvidkiy¹; Anton Emelyanov¹

Co-authors: Aleksey Bulakh¹; Alexander Smirnov¹; Mikhail Kunyaev¹

¹ *JINR*

Corresponding Author: mitrofanova@jinr.ru

Инжекционный комплекс NICA включает в себя два сверхпроводящих ускорителя: Бустер и Нуклотрон. В январе-апреле 2022 г. был проведен первый сеанс совместной работы ускорителей; с сентября 2022 г. до февраля 2023 г. – самый длительный сеанс работы инжекционного комплекса NICA. Охлаждение обоих ускорителей было обеспечено новым оборудованием модернизированного криогенного комплекса ЛФВЭ.

Система криогенного обеспечения Нуклотрона состоит из двух гелиевых рефрижераторов КГУ-1600/4.5, каждый из которых обеспечивает подачу охлаждающего гелия на соответствующее полукольцо ускорителя. Охлаждение магнитно-криостатной системы (МКС) Бустера от 300 К до 4.5 К и дальнейшее ее криостатирование было проведено по штатной схеме: для охлаждения ускорителя использовался смонтированный в 2021 г. гелиевый спутниковый рефрижератор РСГ-2000/4.5 холодопроизводительностью 2000 Вт при 4.5 К. Жидкий гелий подавался на Бустер по новому гелиевому трубопроводу, проходя через сепараторы, обеспечивающие его переохлаждение.

Для обеспечения криогенных установок сжатым гелием была реализована одновременная работа двух винтовых компрессорных агрегатов «Каскад-80/25» №1, 2. Осушка и очистка от паров масла сжатого гелия производилась в двух блоках маслоочистки и осушки МО-800 №1, 2. Работа криогенного комплекса была проведена с использованием вновь смонтированного 1000 м³ гелиевого газгольдера изохорного типа.

Помимо гелиевой криогенной системы ускорительного комплекса NICA монтируется оборудование азотной криогенной системы. Новая система обеспечит повышение энергоэффективности и независимость криогенного комплекса от поставок жидкого азота от сторонних организаций. В настоящее время штатная схема обеспечения потребителей жидким азотом находится в процессе создания.

Дан обзор основных итогов работы криогенного комплекса в ходе ускорительных сеансов и план по его дальнейшему развитию.

Young scientist paper:

No

Accelerator applications / 103

Investigation of the possibility for medical radioisotopes production on linear proton accelerator I-2

Authors: Alexandr Kozlov¹; Alexey Artyukhov¹; Kristina Sergunova¹; Nick Markov²; Skobelin Ivan¹; Timur Kulevoy¹; Valery Stolbunov¹; Vladimir Zagryadskii¹

¹ *NRC "Kurchatov Institute"*

² *NRC "Kurchatov Institute"(ITEP)*

Corresponding Author: markov@itep.ru

Today, heavy particle accelerators are increasingly used in medicine, as in terms of developing and improving of the external beam therapy (proton and ion beam therapy), as well as in terms of introducing new methods of nuclear medicine (production of therapeutic and diagnostic radioisotopes). If talking about the usage of accelerators in nuclear medicine, here, in addition

to low-energy accelerators (up to 20 MeV) used for PET radioisotopes production (F-18, N-13, C-11), accelerators of the medium (20 - 35 MeV) and high energies (more than 35 MeV) ranges are of increasing interest. This is primarily due to the growing demand for radioisotope products, the decommissioning of many nuclear reactors used to produce medical radioisotopes, as well as the development of new methods in nuclear medicine, such as in theranostics and corresponding requirements for the new promising radioisotopes for diagnostics and therapy. At the same time, from the point of view of accelerator technologies, the most common types of accelerators used to produce radioisotopes are cyclotrons. However, projects aimed for the development of dedicated linear accelerators for radioisotope production, regularly appear in many countries of the world. Among the advantages of this approach, one can note the possibility to obtain a facility equipped with exit channels with various beam energies (thereby expanding the list of produced isotopes), among the disadvantages, one can note the lower values of the average beam current (as a result, the possibility of obtaining lower activities), as well as the large dimensions of the linear accelerator. As a result, today the market is dominated by cyclotrons, while the linear accelerators used to produce radioisotopes are research facilities.

At present, the Kurchatov Complex for Theoretical and Experimental Physics (ITEP) successfully operates the I-2 linear proton accelerator, which was previously used as an injector of the U-10 synchrotron. The main area of application is related to research in the field of the radiation damages of the electronic components, as well as to the technological irradiation of elements of power semiconductor electronics. In addition, researches in the field of radiobiology and accelerator technology are carried out. In accordance with the design parameters (proton energy in the output channel 24.5 MeV, average beam current 2.5 A), the accelerator can also be used to produce various types of radioisotopes. As part of the development of this area, in collaboration with specialists from the Kurchatov Complex of Physical and Chemical Technologies, research project was started to investigate the possibility of obtaining clinically significant activities of the I-123, used in SPECT, at the I-2 accelerator. In this paper the results of the first experimental measurements of the main beam parameters, irradiation a gaseous Xe-124 target and following extraction of the I-123 radioisotope are presented. Based on these results, further steps for the modernization of the accelerator systems, as well as the design of the new target, in order to ensure the possibility of obtaining I-123 activities at the level of several GBq were developed.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 027 / 104

Статус измерений положения магнитной оси квадрупольных магнитов Коллайдера NICA

Author: Ilya Nikolaichuk¹

¹ *JINR*

Corresponding Author: nikolajchuk@jinr.ru

Определение положения магнитной оси необходимо для точной юстировки квадрупольных магнитов на теоретическую ось пучка. Для этих целей разработана и создана магнитометрическая система, позволяющая измерять положение магнитной оси с точностью не хуже $\pm 0,054$ мм. В докладе рассматриваются методика проведения измерений, структура магнитометрической системы, оценка погрешности измерений и текущие результаты.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 032 / 105

Магнитные элементы канала транспортировки ионов от SIS18 до SIS100 для FAIR

Authors: Ivan Morozov¹; Tatiana Bedareva²; Grigory Baranov³; Ivan Okunev⁴; Vladimir Vostrikov⁴; Sergey Bykov⁵; Alexey Dolgov⁵; Konstantin Zhilyaev⁵; Кобец Валерий⁵; Илья Лопаткир⁵; Илья Полетаев⁵; Сергей Шиянков⁵

¹ *Budker institute of nuclear physics*

² *BINP, Novosibirsk*

³ *Budker Institute of Nuclear Physics*

⁴ *BINP*

⁵ *Budker INP SB RAS*

Corresponding Author: morozov@inp.nsk.su

FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research) – строящийся в Дармштадте (Германия) международный ускорительный комплекс, который будет использовать антипротоны и ионы для проведения исследований по ядерной физике, физике элементарных частиц, атомной физике, физике конденсированного состояния и др. Важным элементом комплекса - транспортный канал между ускорительными кольцами от SIS18 до SIS100.

Конструкция магнитов была разработана в сотрудничестве между FAIR и ИЯФ. В ИЯФ СО РАН были изготовлены, протестированы и отправлены в FAIR магнитные элементы канала: дипольные магниты Dip15-0, Dip15-1, Dip16-0, Dip17-0, квадрупольные линзы Q2 и корректирующие магниты S18.

Дипольные магниты имеют длины 1.961, 2.260, 2.937, 3.907 м при индукция магнитного поля 1.6 Т в зазоре 80 мм. Неоднородность интеграла магнитной индукции вдоль магнита меньше 0,4% в рабочей апертуре 120 мм.

Квадрупольные магниты имеют длину 1000 мм при градиенте индукция магнитного поля 10 Т/м. Неоднородность интеграла градиента магнитной индукции вдоль магнита меньше 0,5% в рабочей апертуре диаметром 120 мм.

Корректирующие магниты имеют длину 200 мм при индукция магнитного поля 0.093 Т в зазоре 259 мм.

В докладе приведены сравнения расчетов и измерений магнитных полей.

Young scientist paper:

Posters I - Board: 025 / 106

Коаксиальный резонатор в запердельном волноводе для исследования влияния модификации поверхности меди на её проводимость.

Authors: Заур Нуриахметов¹; Yuri Chernousov²; Dmitry Smovzh³

¹ *Voevodsky Institute of Chemical Kinetics and Combustion*

² *Институт химической кинетики и горения СО РАН*

³ *Kutateladze Institute of Thermophysics*

Corresponding Author: zaur.nuriakhmetov@gmail.com

В работе рассмотрен резонатор коаксиального типа в запердельном волноводе, содержащий отрезок медной цилиндрической трубы и коаксиально установленный в нем резонансный элемент – медный цилиндр. Мода колебаний TM₀₁-типа возбуждалась в волноводе (цилиндрической трубе) с помощью коаксиального электрического зонда, расположенного по оси системы. При выбранных размерах в устройстве труба-цилиндр

возбуждалась поперечная ТЕМ-мода колебаний с продольными токами в трубе и цилиндре. Резонансная частота определялась в основном длиной цилиндра и составляла около 4 ГГц на ТЕМ-моды. Для выбранного диаметра трубы соответствующая частоте 4 ГГц длина волны была запредельной для возбуждаемой с помощью зондов волноводной СВЧ моды ТМ01 и нижней по частоте моды ТЕ11. Граничная частота отсечки для моды ТЕ11 составляет около 7 ГГц, поэтому электромагнитное поле локализовалось только вблизи цилиндра и не могло распространяться вдоль трубы на модах ТМ01 и ТЕ11. За счет этого реализовался режим «запертой» ТЕМ-моды для системы в целом. Основные потери в устройстве были сосредоточены в цилиндре, что позволяет использовать данный резонатор для исследования влияния модификации поверхности меди на её свойства. В работе рассмотрены несколько модификаций поверхности: отжиг в атмосфере водорода, аргона и синтез графена на поверхности цилиндра методом химического осаждения из газовой фазы (CVD). Показано, что отжиге меди происходит рост кристаллов меди одной ориентации, что приводит к увеличению проводимости меди. Под действием агрессивного воздействия окружающей среды, роста оксидной плёнки и осаждения примесей на поверхности меди проводимость возвращается к исходным значениям. Покрытие графеном в свою очередь замедляет деградацию проводимости под воздействием окружающей среды, не внося значительных изменений в проводимость меди.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 088 / 107

Coherent Betatron Oscillations in a Storage Ring at Injection

Authors: Sergey Sherstyuk^{None}; Eugene Perevedentsev¹; Maksim Timoshenko¹

¹ BINP SB RAS

Corresponding Author: sherstyuk.sergey@gmail.com

A single-turn (and single-bunch) injection often operates with an injection portion of high intensity, comparable with that of the circulating bunch. Collective effects due to transverse impedance provide interaction between groups of particles. This interaction may set serious limitations on the injection efficiency.

We analyze the conditions of coherency of the betatron oscillations following the injection, while the beam is subject to decoherence resulting from the machine lattice nonlinearities. The theoretical results are supported by numerical tracking.

The conclusions are compared with experimental data on dipole oscillations histories following the VEPP-2000 injection.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 055 / 108

Single-revolution regime of CCD-camera at injection at VEPP-2000

Authors: Sergey Sherstyuk^{None}; Maksim Timoshenko¹

Co-authors: Yury Zharinov ¹; Eugene Perevedentsev ¹

¹ *BINP SB RAS*

Corresponding Author: sherstyuk.sergey@gmail.com

CCD-cameras are easy to use and quite widespread in accelerator diagnostics. These cameras have milliseconds-long shutter times, therefore they are usually used to observe circulating beams.

In this work we studied the possibility of usage of these cameras in single-revolution regime. In order to operate the camera in this regime necessary software to control cameras, send and process obtained images was written. We showed the prospects of single-revolution regime, which, in turn, would allow to broaden the area of CCD-based diagnostics.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 035 / 109

Проект источника релятивистских электронов с орбитальным угловым моментом

Authors: Mikhail Nozdrin¹; Aleksandr Dyatlov²; Alexei Trifonov³; Zhemchugov Alexey³; Dmitry Karlovets²; Konstantin Yunenko³; Valery Kobets³; Shirkov Grigori³

¹ *Joint Institute for Nuclear Research*

² *ITMO University*

³ *JINR*

Corresponding Author: nozdrin@jinr.ru

В ОИЯИ ведётся работа по созданию источника релятивистских “закрученных” (с орбитальным угловым моментом) электронов на базе комплекса линейного ускорителя ЛИНАК-200. Первая очередь данного проекта представляет собой стенд на энергию до 5 МэВ в варианте с СВЧ-пушкой и до 400 кэВ в варианте с ДС-пушкой. В докладе приведено техническое описание стенда и текущий статус работ по его созданию.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 053 / 110

COMPACT HELIUM ION SYNCHROTRON FOR CANCER THERAPY

Authors: Mikhail Blinov¹; Vladimir Vostrikov¹

¹ *BINP*

Corresponding Author: mfblinov@gmail.com

A compact helium ion synchrotron for cancer therapy has been developed. The magnetic lattice includes 4 short dipole magnets with reversed direction of the guided field. The lattice functions are close to the typical weak-focusing synchrotrons. In order to avoid negative mass instability the momentum compaction factor of lattice was designed less than unity. The description of multi-turn injection and slow resonance extraction also presented.

Young scientist paper:

RF and accelerating structures / 111

A concept of a 16:1 waveguide combiner for high power applications

Authors: Tatyana Lozeeva¹; Iurii Lozeev¹

Co-authors: Georgy Sharkov¹; Alexander Penzin¹; Andrey Morozov¹

¹ NRNU "MEPhI"

Corresponding Author: tatyana@mephi.ru

A concept of a 16:1 500 MHz half Megawatt CW power combiner based on the rectangular WR1800 waveguide and its 4:1 prototype version are presented in this paper. This 16:1 combiner was developed for the solid state power amplifier and is supposed to be placed over the set of 19" amplifier racks. The combiner is designed to be modular and scalable, so that any number of input pairs can be added/excluded according to number of amplifier racks and hence output power needed. The 16:1 combiner has eight pairs of input EIA 4 1/2" coaxial waveguide ports and ends with the accelerating cavity power coupler. The pairs of input coaxials are located on the wide side of the WR1800 waveguide at the wavelength distance between the pairs and end with coupling antennas. Several design options with antenna and loop inputs were considered during the R&D. The combiner is designed to handle 32 kW of the input power per port and 500 kW in total thus having the antenna water cooling system similar to [1]. Cooling is realized via a shortened 4 1/2" line segment and RF power is loaded through the side line.

To check the chosen concept, a 4:1 prototype has been designed. The most critical elements of the 16:1 combiner - inputs, output, cooling system, tuning elements - are adopted to the 4:1 prototype to practice the performance and maintenance of these key nodes. A rectangular output of a "door-knob" type connector is used for prototype measurements. The side line for 4:1 prototype has a non 50 Ohm impedance region used for additional antenna matching. The mock-up combiner has a very wide ~50 MHz band and good phase and amplitude balance - less than 1% difference in S₁₁ and 0.5 degrees in phase. This paper contains the results on 16:1 R&D and 4:1 prototype combiner electromagnetic design features, thermal simulation results and variational and tuning characteristics.

References

1. E. Rampnoux et al., DESIGN OF 352.21 MHz RF POWER INPUT COUPLER AND WINDOW FOR THE EUROPEAN SPALLATION SOURCE PROJECT (ESS), Proc. of SRF2013, Paris, France, pp.1069-1072.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 087 / 112

Double beam at the HIPr facility for simulation of the neutron impact on the nuclear reactors structural materials

Authors: Petr Fedin¹; Kirill Prianishnikov¹; Albina Ziiatdinova¹; Alexander Kozlov¹; Vyacheslav Semyachkin¹; Rostislav Kuibeda¹; Timur Kulevoy¹

¹ *NRC "Kurchatov Institute"*

Corresponding Author: fedin-petr1991@yandex.ru

Ion accelerator facility is a powerful tool to simulate neutron irradiation effects in reactor materials. Defects in the crystal lattice arise and the accumulation of transmutation products (helium and hydrogen) occurs in the structure of the material under the action of neutrons in the structural materials of nuclear installations. At Kurchatov Complex for Theoretical and Experimental Physics the heavy ion accelerator HIPr (Heavy Ion Prototype) is used to simulate radiation damage in steels and alloys using a 5.6 MeV Fe²⁺ ion beam. The second beam line is designed at the HIPr facility to simultaneously implant helium (or hydrogen) into the region of defects. The second beam line provides a beam of helium ions with energy up to 300 keV. The report presents a description of second beam line design and a status of construction the second beam line.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 078 / 113

Simulation of radiation damage in W-10Cr tungsten alloy using ion beams

Authors: Aleksandr Nikitin¹; Sergey Rogozhkin²; Olga Ogorodnikova²; Petr Fedin¹

¹ *NRC "Kurchatov Institute"*

² *NRNU MEPhI*

Corresponding Author: fedin-petr1991@yandex.ru

In this work, a comprehensive study of a W-10Cr alloy sample after accelerated irradiation with ions to a damage dose 10 displacements per atom at temperatures of 300 and 500°C was carried out. A detailed chemical analysis of radiation induced defects carried out using transmission electron microscopy and atom probe tomography. It is shown that, as a result of irradiation, nanosized clusters enriched in chromium are formed. In addition, a high density (of the order of 10²⁴ m⁻³) of clusters of point defects was found in the area of material damage.

Young scientist paper:

No

Accelerator's subsystems / 114

ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЯ НЕЙТРОНОВ МОНИТОРАМИ НА ОСНОВЕ ГАЗОНАПОЛНЕННЫХ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ СЧЁТЧИКОВ

Authors: Igor Azhgirey¹; Igor Baishev²; Oleg Sumaneev²; Vladimir Pikalov²

¹ *NRC «Kurchatov Institute» - IHEP*

² *NRC «Kurchatov Institute» - IHEP*

Corresponding Author: sumaneev@ihep.ru

Нейтронные мониторы на основе газонаполненных пропорциональных счётчиков (GFPC) и первые результаты измерений были показаны на Rurac-2018 и Rurac-2021. В данном докладе представлены процедура калибровки мониторов и новые данные, полученные во вторичных нейтронных полях за защитой зоны РБС У-70, а также сравнения с результатами моделирования показаний мониторов по программе CERN FLUKA.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 108 / 115

MECHANICAL DESIGN OF THE RFQ STRUCTURE

Authors: Aleksandr Semennikov¹; Alexey Sitnikov¹; Dmitriy Seleznev¹; Timur Kulevoy²

Co-authors: Андрей Владимирович Машагин³; Максим Львович Сметанин³

¹ *NRC KI*

² *КСТЕР - NRC Kurchatov institute*

³ *ФГУП "РФЯЦ - ВНИИЭФ"*

Corresponding Author: alexsemennikov@mail.ru

The new linac for $A/Z = 8$, output energy 4 MeV/u and 10 mA current is under development at NRC "Kurchatov Institute"-ITEP. The linac consists of Radio-Frequency Quadrupole (RFQ) with operating frequency 40 MHz and two sections of Drift Tube Linac (DTL) with operating frequency 80 and 160 MHz, correspondently.

The 11 meters long RFQ is based on a 4-vane structure with magnetic coupling windows in order to avoid a risk of excitation of dipole field components inherent in a conventional 4-vane resonator. The paper shows the design of RFQ resonator.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 109 / 116

MECHANICAL DESIGN OF DTL_2 RESONATOR

Authors: Aleksandr Semennikov¹; Alexey Sitnikov¹; Dmitriy Seleznev¹; Timur Kulevoy²

Co-authors: Андрей Владимирович Машагин³; Максим Львович Сметанин³

¹ *NRC KI*

² *КСТЕР - NRC Kurchatov institute*

³ ФГУП "РФЯЦ - ВНИИЭФ

Corresponding Author: alexsemennikov@mail.ru

The new linac for $A/Z = 8$, output energy 4 MeV/u and 10 mA current is under development at NRC "Kurchatov Institute"-ИТЕП. The linac consists of Radio-Frequency Quadrupole (RFQ) with operating frequency 40 MHz and two sections of Drift Tube Linac (DTL) with operating frequency 80 and 160 MHz, correspondently.

The DTL_2 consists of 28 5-gaps IH cavities. The paper presents design of the DTL_2 resonator.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 110 / 117

MECHANICAL DESIGN OF DTL_1

Authors: Aleksandr Semennikov¹; Alexey Sitnikov¹; Dmitriy Seleznev¹; Timur Kulevoy²

Co-authors: Андрей Владимирович Машагин ³; Максим Львович Сметанин ³

¹ NRC KI

² КСТЕР - NRC Kurchatov institute

³ ФГУП "РФЯЦ - ВНИИЭФ

Corresponding Author: alexsemennikov@mail.ru

The new linac for $A/Z = 8$, output energy 4 MeV/u and 10 mA current is under development at NRC "Kurchatov Institute"-ИТЕП. The linac consists of Radio-Frequency Quadrupole (RFQ) with operating frequency 40 MHz and two sections of Drift Tube Linac (DTL) with operating frequency 80 and 160 MHz, correspondently.

The DTL_1 consists of 12 2-gaps quaterwave cavities. The paper presents mechanical design of DTL_1 resonator.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 044 / 118

Последовательное моделирование динамики ионов Н-минус от источника до выхода из RFQ с поворотом пучка

Authors: Vladimir Kalinin¹; Yury Budanov¹; Boris Frolov¹

¹ Institute for High Energy Physics (IHEP), Protvino, Russia

Corresponding Author: vakalimin@ihep.ru

Проведено сквозное моделирование динамики пучка в системе вытягивания, транспортировки пучка и первой секции ускорителя (RFQ). Предложенная методика моделирования

динамики ионов от источника до выхода из RFQ позволила оперативно и эффективно менять параметры системы согласования в зависимости от конечных результатов прохождения пучка в RFQ. Разработана и оптимизирована система согласования пучка отрицательных ионов водорода, которая позволяет осуществить поворот пучка для блокировки распространения цезия в канал ускорителя и осуществить согласование пучка с RFQ. В результате оптимизации канала согласования удастся получить рост эмиттанса в RFQ не более 25% для 90% доли пучка, при этом захват частиц пучка в режим ускорения составляет 98% инжектируемого пучка. Увеличенные дрейфы в системе согласования оставляют достаточно пространства для размещения диагностической аппаратуры, вакуумной системы и системы корректировки пучка. Установлена зависимость динамики пучка в RFQ от распределения заряда по сечению пучка на выходе канала согласования.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 045 / 119

Система инжекции ионов углерода C+4 для комплекса лучевой терапии

Authors: Yury Budanov¹; Vladimir Kalinin¹; Boris Frolov¹

¹ *Institute for High Energy Physics (IHEP), Protvino, Russia*

Corresponding Author: vakalinin@ihep.ru

На площадке НИЦ «Курчатовский институт»-ИФВЭ в Протвино рассматривается проект по созданию комплекса лучевой терапии пучком ионов углерода с целью освоения технологии лечения радиорезистентных онкологических новообразований. Ускорительный комплекс будет состоять из следующих основных частей: лазерный источник ионов, канал согласования (LEBT), линейный ускоритель, ионный синхротрон. Линейный ускоритель должен обеспечить на выходе импульсный ток ускоренных ионов C+4 не менее 1 мА. В качестве первой секции линейного ускорителя предполагается использовать RFQ. Моделирование системы инжекции для линейного ускорителя включает расчеты системы экстракции ионов, канала согласования и динамики пучка в RFQ для оценки качества пучка на выходе RFQ. В результате проведенных расчетов разработана система инжекции пучка ионов углерода C+4, которая приводит к росту эмиттанса пучка в канале согласования не более 30%, к возможности диагностики и корректировки пучка до RFQ и к практически полному захвату пучка в ускоряющей системе.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 084 / 120

Multidisciplinary Studies on Electron Accelerator ILU-6

Author: Mikhail Korobeynikov¹

Co-authors: Aleksandr Bryazgin²; Nikita Eremeev³; Leonid Voronin¹; Vadim Tkachenko¹; Evgeny Shtarklev¹; Aleksey Sidorov¹; Vladislav Sadykov⁴; Mikhail Mikhailenko⁵; Vadim Bezuglov¹

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*

² *BINP*

³ *Boriskov Institute of Catalysis SB RAS*

⁴ *Institute of Catalysis*

⁵ *Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry SB RAS*

Corresponding Author: m.v.korobeynikov@inp.nsk.su

Interactions of an intensive electron beam with various materials and matters are studied in Budker Institute of Nuclear Physics on an electron accelerator ILU-6 for decades. Treated samples are studied using various methods including X-ray diffraction analysis.

Results of these studies are new accelerator applications in research and in industrial production.

Radiation induced polymerization polymer modifications are studied in collaboration with Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry.

Thermal radiation sintering processes are studied in collaboration with Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry and Institute of Catalysis.

Other works like modification of electrospun polymer matrices to manufacture blood vessel prostheses, agricultural and food products treatment are carried out in collaboration with some other institutes and organizations.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 009 / 121

Developing of 540° magnetic buncher

Author: Shamil Lachynov¹

Co-authors: V.G. Tcheskidov²; Nicolay Vinokurov³

¹ *Novosibirsk State University, Budker Institute of Nuclear Physics*

² *Budker Institute of Nuclear Physics*

³ *Head of Lab*

Corresponding Author: proton7956@gmail.com

Generation of short electron bunches with high peak current is of great importance for different research and technological applications. Such generation requires a special bunching magnetic system. This work is a broad and comprehensive review of the new magnetic buncher development. It consists of buncher scheme description, magnetic field simulation results and calculation of relativistic electrons reference trajectory. The buncher provides a strong dependence of the time of flight on the particle energy and thus is capable to bunch relatively long bunches to short ones.

Young scientist paper:

Yes

Beam dynamics etc. / 122

Увеличение амплитуды плазменной кильватерной волны вследствие ее опрокидывания

Author: Vladimir Minakov¹

Co-author: Konstantin Lotov²

¹ *Budker INP, NSU*

² *Budker INP*

Corresponding Author: minakovva93@yandex.ru

Опрокидывание плазменной волны, т.е. появление в ней многопоточного движения электронов, обычно приводит к быстрой диссипации волновой энергии и уменьшению амплитуды электрического поля. В плазменном кильватерном ускорителе, однако, возможна обратная ситуация, когда амплитуда волны возрастает вследствие хаотизации движения некоторых электронов. Усиление волны связано с поперечным перераспределением ее энергии вследствие радиального движения электронов плазмы. Сначала электроны, двигаясь к оси системы как целое, приносят с собой плазменную волну. Затем вблизи оси когерентность их колебаний нарушается, и электроны разлетаются по радиусу, не унося с собой энергию волны. На их место приходят новые электроны из окружающих слоев плазмы. Поступление волновой энергии на ось может превзойти потери энергии вследствие диссипации, приводя к локальному увеличению амплитуды поля.

Young scientist paper:

Yes

Accelerator applications / 123

Статус экспериментальной установки Радиобиологический стенд (РБС) на выведенном пучке ядер углерода из ускорительного комплекса У-70

Authors: Юрий Антипов¹; Алина Васильева¹; Дмитрий Васильев¹; Владимир Калинин¹; Андрей Кошелев¹; Сергей Маконин¹; Александр Максимов¹; Екатерина Пармёнова¹; Владимир Пикалов¹; Михаил Полковников¹; Александр Солдатов¹; Сергей Корякин²; Вячеслав Сабуров²; Алексей Соловьёв²; Марина Трошина²; Александр Перевезенцев³; Андрей Штемберг³; Николай Сирота⁴; Елена Смирнова⁴; Ольга Розанова⁴; Татьяна Белякова⁴

¹ *НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ*

² *МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России*

³ *ГНЦ РФ – ИМБП РАН*

⁴ *ИТЭБ РАН*

Corresponding Author: vasilyeva-ag@ihep.ru

В докладе представлена информация о текущем состоянии установки РБС на выведенном пучке ионов углерода из ускорительного комплекса У-70. В настоящий момент РБС работает в качестве центра коллективного пользования в каждом сеансе работы ускорителя У-70 в течение нескольких лет. Освоен медленный вывод (до 900 мс) пучка ядер углерода из ускорителя У-70 на установку РБС с энергиями 200-450 МэВ/нуклон для радиобиологических и предклинических исследований, направленных на разработку отечественных методик лечения онкологических заболеваний ускоренными ионами углерода. Кратко описаны средства транспортировки пучка в зону РБС, а также средства пассивной и активной модификации пучка, приведены характеристики пучка, представлены результаты последней модернизации РБС. Приведены результаты радиобиологических исследований, полученные с помощью установки РБС.

Young scientist paper:

Yes

RF and accelerating structures / 125

Development of the S-band klystron at the BINP SB RAS

Author: Alexey Levichev¹

Co-authors: Sergei Samoilo¹; Alexey Barnyakov¹; Dmitriy Chekmenev¹; Oleg Pavlov¹; Valentin Ivanov

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics SB RAS*

The BINP SB RAS is developing a klystron for a frequency of 2856 MHz with an output pulse power of up to 50 MW. The report presents the latest results of the klystron layout. The general view of the klystron and some individual elements of the klystron are described. The achieved characteristics of the output microwave power are given

Young scientist paper:

Posters II - Board: 059 / 126

Magnetic system of the lines of transportation of the derived beams of the cyclotron U400R.

Author: Vadim Bass¹

Co-authors: Ivan Ivanenko²; Vladislav Lisov³; Nikolay Kazarinov³; Alexey Zabanov³; Igor Kalagin²; Vasily Semin²; Nikolay Osipov²

¹ *Joint Institute for Nuclear Research*

² *JINR*

³ *Joint Institute for Nuclear Research (Flerov Laboratory of Nuclear Reactions)*

Corresponding Author: vadim2@jinr.ru

The U400 cyclotron complex has been operated in the FLNR, JINR, since 1985. Currently, the complex is being prepared for reconstruction, which includes the modernization of the main nodes of the cyclotron, as well as the creation of a new system for transporting particles through channels leading to a new experimental hall. This article discusses the results of three-dimensional calculations of TM turning magnets as part of a magnetic system of lines for transporting derived beams of charged particles.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 071 / 127

Расчёт параметров системы транспортировки пучка в нейтронном генераторе НГ-13

Authors: Dmitriy Solnyshkov¹; Gennady Voronin¹; Yuriy Zuyev²

Co-authors: Denis Aparin-Ursulika¹; Sergei Trifonov³; Vladimir Unin¹

¹ JCS NIEFA

² JSC NIEFA

³ JSC NIEFA

Corresponding Author: zuev@luts.niefa.spb.su

Для обеспечения стабильного выхода нейтронов на уровне не ниже $1 \cdot 10^{13}$ (н/с), необходимо определить оптимальный режим работы систем генерации и транспортировки ионного пучка. Был проведён расчёт, определены технические решения, состав, параметры и компоновка магнитооптических систем, обеспечивающих формирование на мишени НГ 13М пучка ионов с требуемыми характеристиками. Выполнены оптимизационные расчёты согласования эмиттанта ионного источника ЭЦР с акцептом ускоряющего устройства.

Young scientist paper:

Posters I - Board: 070 / 128

Investigation of the possibility of using turn-by-turn measurements to detect perturbations in the magnetic structure of accelerators

Author: Daria Dorokhova^{None}

Co-authors: Victor Dorokhov ; Sergei Nikitin¹

¹ BINP SB RAS

Corresponding Author: d.v.dorokhova@inp.nsk.su

The PCA correction method consists of a global analysis of turn-by-turn data obtained from beam position monitors (BPMs). One of its main advantages is speed of operation and the ability to detect pulsating power supplies. Along with this, a wide range of applications characterizes the PCA method: determination of perturbations of the accelerator magnetic structure, calculation of transport matrix elements and optical functions, and determination of the magnitude of the transverse coupling. A software prototype implementing the proposed correction method was written and tested on the electron-positron collider VEPP-4M for experimental validation.

In the experiments, perturbations were introduced one by one into individual elements of the skew-quadrupole and quadrupole corrections. In one case, the excitation of betatron oscillations was carried out by the kick of the inflector. In another case, the oscillations were excited by resonant swing with a depolariser. It was found that, despite the simplicity of practical implementation, the examined method has some nuances that make it difficult to obtain and identify correct results. Nevertheless, it was possible to identify the introduced perturbations of quadrupole and skew-quadrupole corrections. Moreover, it was possible to detect a magnet with low-frequency pulsations by characteristic changes in the estimated invariants. In addition, the possibility of determining the integral coupling parameters in experiments on the observation of resonantly excited eigen modes having the shape of ellipses in the plane transverse to the beam motion axis is considered.

Young scientist paper:

Yes

Heavy Ions Accelerators / 129

СОСТОЯНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ ТЯЖЕЛО-ИОННОГО СИНХРОТРОННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ЦЕНТРА РАДИАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ РФЯЦ-ВНИИЭФ

Authors: Vladimir Vostrikov¹; Александр Тельнов²

Co-authors: Mikhail Blinov³; Дмитрий Будников²; Анатолий Грунин²; Николай Завьялов²; Иван Кооп⁴; Евгений Крылевский²; Тимур Кулевой⁵; Сергей Лазарев²; Андрей Машагин²; Кирилл Музюкин²; Иван Карпов²; Федор Киселев²; Николай Курапов²; Александр Опекунов²; Сергей Полозов⁶; Григорий Полиенко²; Леонид Поляков²; Максим Сметанин²; Сергей Фильчагин²

¹ BINP

² ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

³ BINP SB RAS

⁴ Budker INP SB RAS

⁵ ККТЭФ ГНЦ «Курчатовский институт»

⁶ НИЯУ-МИФИ

Corresponding Author: v.a.vostrikov@inp.nsk.su

В РФЯЦ-ВНИИЭФ создается испытательный синхротронный комплекс для отработки электронной компонентной базы на стойкость к воздействию ионизирующих излучений космического пространства.

В состав комплекса входят установки, создаваемые на базе синхротронного ускорителя протонов и тяжелых заряженных частиц, ускорителя электронов непрерывного действия, пикосекундного лазера, закрытых изотопных источников гамма-излучения, многоканального генератора электростатических разрядов. Разрабатываемые установки обеспечат проведение как пофакторного, так и комплексного испытания ЭКБ.

Проведение комплексных испытаний становится возможным в результате сложения дозовых ионизационных эффектов с дозовыми структурными эффектами от воздействия протонов и легких ионов и электростатическими эффектами.

В работе представлены результаты разработки синхротронного ускорителя протонов и тяжелых заряженных частиц. Создаваемый синхротронный ускоритель представляет собой комплекс, состоящий из бустерного ускорителя на основе двух линейных ионных резонансных ускорителей и синхротрона-бустера, а также основного синхротрона, рассчитанных при своей реализации на генерацию широкого набора пучков заряженных частиц высоких энергий от ионов водорода (H) до висмута (Bi) с формированием нескольких полей облучения с различной площадью и оперативной перестройкой типа иона в «коктейле».

Young scientist paper:

No

Accelerator applications / 130

Многоцелевой комплекс на базе циклотрона Ц-80

Authors: Alexandra Akimova¹; Alexandra Leukhina¹; Dmitrii Stepanov¹; Igor Lazarev¹; Ilya Gorbunov¹; Konstantin Kravchuk¹; Marina Usanova¹; Mikhail Klopenkov¹; Roman Klopenkov¹; Sergei Trifonov¹; Vladislav Lugin¹; Yulia Osina¹; Yuriy Gavrish¹

¹ *JSC NIEFA***Corresponding Author:** r.klopenkov@luts.niefa.spb.su

Представлен проект многоцелевого комплекса на базе установленного в «НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ» циклотрона Ц – 80. Комплекс оснащается мишенными станциями, позволяющими производить широкий спектр радиоизотопов, в том числе изотопно чистых альфа-эмиттеров, для диагностики онкологических, сердечно-сосудистых и неврологических заболеваний. С целью оказания услуг по протонной терапии офтальмологических заболеваний создаётся система формирования, транспортировки и выпуска протонного пучка в атмосферу.

Young scientist paper:**Heavy Ions Accelerators / 131**

Линейный ускоритель тяжелых ионов: накопленный опыт эксплуатации и достигнутые результаты

Author: Борис Головенский¹**Co-authors:** Валерий Мончинский¹; Константин Левтеров¹; Владимир Мялковский¹; Денис Донец¹; Илья Шириков¹; Дмитрий Понкин¹¹ *JINR***Corresponding Author:** golovenskiy@jinr.ru

Линейный ускоритель тяжелых ионов (ЛУТИ) предназначен для ускорения тяжелых ионов с отношением A/Z 6,25 до энергии 3,2 МэВ/н для инъекции в сверхпроводящий синхротронный бустер комплекса НИСА. Представлены результаты настройки линака на пучок ксенона $^{124}\text{Xe}^{28+}$, образованный в электронно-струнном источнике КРИОН-6Т.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 006 / 132

Встраиваемый цифровой интерфейс для контроллеров, применяющихся для управления устройствами ускорительно-накопительного комплекса СКИФ

Authors: Alexey Gerasev¹; Pavel Cheblakov¹; Sergey Karnaev¹**Co-authors:** Dmitriy Lipoviy ; Arseniy Kononov¹¹ *BNP***Corresponding Authors:** p.b.cheblakov@inp.nsk.su, a.v.gerasov@inp.nsk.su

В данной работе описывается универсальный цифровой интерфейс для управления различными устройствами ускорительно-накопительного комплекса СКИФ. Интерфейс разработан в виде вставного или съемного модуля, устанавливаемого в корзину или на плату-носитель. В основе модуля лежит система на кристалле (SoC), включающая ядра

общего назначения под управлением ОС Linux, ядро реального времени под управлением FreeRTOS, а также различные интерфейсы (в т.ч. Ethernet) для связи с внешним миром. В работе представлена архитектура и функциональность решений, на которых построен цифровой интерфейс, а также описывается программное обеспечение, реализующее эти функции.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 045 / 133

Встраиваемый контроллер для управления устройствами ускорительно-накопительного комплекса СКИФ

Authors: Pavel Cheblakov¹; Sergey Karnev¹; Alexey Gerasev¹; Georgy Toropov²

Co-author: Dmitriy Lipoviy

¹ BINP

² Tornado Modular Systems

Corresponding Authors: karnav@inp.nsk.su, a.v.gerasov@inp.nsk.su, p.b.cheblakov@inp.nsk.su

В синхротронах и накопителях заряженных частиц используется большое число устройств, обеспечивающих непрерывную циркуляцию пучков частиц по замкнутой траектории в вакуумной камере установки: это - источники питания магнитной системы и ВЧ. От источников питания помимо высокой точности отработки заданных параметров (выходного тока или напряжения) требуется также взаимная синхронизация этой отработки. В данной работе представлено описание встраиваемого контроллера с аналоговым интерфейсом, обеспечивающего точность управления 0.01% относительно полного диапазона отработки устройства и имеющего возможность синхронизации отработки по внешним тактовым импульсам. В работе приведены примеры использования контроллера для управления различными устройствами и системами.

Young scientist paper:

Modern trends / 134

Плазменное кильватерное ускорение

Author: Konstantin Lotov¹

¹ Budker INP

Corresponding Author: k.v.lotov@inp.nsk.su

Будет дан обзор последних достижений плазменного кильватерного ускорения. Ускорение с лазерными драйверами уже развилось до такой степени, что получаемые электронные пучки заведомо могут представлять интерес как инжекторы частиц в накопители или как источники коротких и ярких вспышек электромагнитного излучения в различных частотных диапазонах. Электронные драйверы потенциально способны производить пучки со сверхмалым эмиттансом. Протонные драйверы способны в обозримой перспективе ускорять электроны до энергии масштаба 100 ГэВ. Успехи в плазменном ускорении

идут параллельно с развитием численного моделирования, без которого невозможно разобраться в происходящих в плазме процессах.

Young scientist paper:

No

Accelerator applications / 135

СОСТОЯНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ КАНАЛОВ ПУЧКОВ ИОНОВ УГЛЕРОДА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИХ И ПРЕДКЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА УСКОРИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ У-70

Authors: V.I. Garkusha^{None}; V.A. Kalinin^{None}; A.V. Maksimov^{None}; A.M. Markin^{None}; F.N. Novoskovtsev^{None}; V.A. Pikalov^{None}; A.P. Soldatov^{None}; R.Yu. Sinyukov¹

¹ *National Research Centre "Kurchatov Institute" – IHEP*

Corresponding Author: roman.sinyukov@ihep.ru

Представлена структура и оптическая схема канала транспортировки пучков ионов углерода $^{12}\text{C}^{+6}$ в зону радиобиологических исследований. Приведены результаты замедления ионов углерода в ускорителе У-70 от 455 до 200 МэВ/нуклон и вывода пучка из У-70. Приведены измеренные значения эмиттанса пучков ионов углерода. Рассмотрена схема формирования равномерного дозового поля с помощью вертикального и горизонтального вобблер-магнитов. Приведены планы развития комплекса ионно-лучевой терапии в ИФВЭ.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 091 / 136

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ ЭМИТТАНСА ПУЧКОВ ИОНОВ УГЛЕРОДА В КАНАЛЕ РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА УСКОРИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ У-70

Authors: A.V. Maksimov^{None}; F.N. Novoskovtsev^{None}; R. Yu. Sinyukov¹; A.A. Yanovich^{None}

¹ *National Research Centre "Kurchatov Institute" – IHEP*

Corresponding Author: roman.sinyukov@ihep.ru

Описана методика определения эмиттанса пучков ионов углерода путём измерения их поперечных размеров в конце воздушного промежутка канала. Рассмотрено обратное преобразование фазовых эллипсов с учётом многократного кулоновского рассеяния частиц и наличия дисперсии в пучке ионов углерода. Приведены значения эмиттанса пучков перед первой квадрупольной линзой канала транспортировки, которые сравниваются с

данными, полученными прямым расчётом, начиная от внутренней мишени. Обсуждаются неопределённости в расчётных и измеренных значениях эмиттанса.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 085 / 137

Расчёт импеданса вакуумной камеры накопителя ЦКП СКИФ

Author: Mikhail Bastrukov¹

Co-authors: Pavel Piminov¹; Danila Nikiforov¹; Evgeny Rotov²; Alexander Krasnov¹

¹ BINP SB RAS and SRF SKIF

² BINP SB RAS

Corresponding Author: m.a.bastrukov@inp.nsk.su

В настоящее время в Новосибирске ведется строительство источника синхротронного излучения поколения 4+ СКИФ. Его особенностью является малый эмиттанс при высоком токе пучка. Коллективные эффекты в динамике интенсивного пучка могут приводить к возникновению различных неустойчивостей и соответственно к ухудшению качества пучка или его полной потере. Для подавления нежелательных эффектов необходимо провести анализ взаимодействия пучка с различными элементами вакуумной камеры с целью минимизации их импедансов. В данной работе приведён расчёт продольных импедансов основных элементов вакуумной камеры накопителя СКИФ, таких как резонатор основной гармонике, фланцевое соединение, компенсатор, датчик положения пучка, кикер, откачной порт. Рассчитаны суммарные когерентные потери, а также суммарный эффективный импеданс и оценены вклады каждого типа элементов в суммарные характеристики.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 056 / 138

Betatron Stopbands in VEPP-2000 Collider

Author: Danil Chistyakov^{None}

Co-author: Evgeny Perevedentsev

Corresponding Author: danil-chistyakov2001@mail.ru

The final-focus solenoids of the round-beam e+e- collider VEPP-2000 can cause stopbands in the betatron tune plane. This specific stopband domain limits the available tune space in the most important region above the integer tunes. We present a theoretical study of the combined effect of the decompensated solenoids and the parametric resonances at the integers. The results are compared with numerical investigations of this combined effect. Experimental data on scanning of the VEPP-2000 tunes showed the limits of the available tune domain which agree with the theoretical expectations.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 026 / 139

Stationary negative ion beam injector for tandem accelerator**Authors:** Anatoliy Gmyrya¹; Yuri Belchenko²; Andrey Sanin³; Sergey Savinov³; Ivan Schudlo³; Sergey Taskaev³¹ *Budker institute of nuclear physics*² *Institute of Nuclear Physics*³ *Budker Institute of Nuclear Physics***Corresponding Author:** a.a.gmyrya@inp.nsk.su

В ИЯФ СО РАН с 2006 года работает ускорительный источник нейтронов на основе 2.5 МэВ ускорителя-тандема с вакуумной изоляцией, в котором использовался источник отрицательных ионов водорода, обеспечивающий стабильную работу тандема с током ускоренных протонов до 8 мА [1]. В 2022 году была проведена модернизация инжектора отрицательных ионов в тандемный ускоритель. Был установлен источник отрицательных ионов с током до 15 мА и энергией до 32 кэВ с усиленными электродами и внутренней магнитной системой [2]. Установлены новые системы питания источника, обеспечивающие обратную связь и автоматизированный контроль его работы по выбираемому оператором сценарию. Модернизирован низкоэнергетический тракт транспортировки пучка. Для фокусировки ионного пучка на вход тракта была установлена дополнительная магнитная линза. Для уменьшения обдирки пучка отрицательных ионов усилена откачка низкоэнергетического тракта.

В докладе представлены результаты работ по использованию нового инжектора на ускорителе-тандеме и изучению характеристик полученного пучка отрицательных ионов.

Литература:

1. Vykov T. A. et al. Use of a wire scanner for measuring a negative hydrogen ion beam injected in a tandem accelerator with vacuum insulation // Instruments and Experimental Techniques. – 2018. – Т. 61. – №. 5. – С. 713-718.
2. Belchenko Y. I. et al. Upgrade of CW negative hydrogen ion source // AIP Conference Proceedings. – American Institute of Physics, 2013. – Т. 1515. – №. 1. – С. 448-455.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 015 / 140

Система компримирования криогенного комплекса NICA**Authors:** Denis Shvidkiy¹; Iuliia Mitrofanova¹; Anton Konstantinov¹**Co-author:** Nikolay Agapov¹¹ *JINR*

Corresponding Author: shvidkiy@jinr.ru

АННОТАЦИЯ

Криогенный комплекс коллайдера NICA предназначен для охлаждения трех сверхпроводящих колец ускорительного комплекса: Нулотрона, Бустера и Коллайдера.

Основными компримирующими агрегатами криогенного комплекса NICA являются винтовые гелиевые компрессоры «Каскад 110/30» и «Каскад 80/25». Новые агрегаты «Каскад 110/30», расположенные в новой криогенно-компрессорной станции, создавались как результат модернизации уже используемых винтовых компрессорных установок «Каскад 80/25», разработанных для криогенного комплекса УНК, г. Протвино.

Компрессор «Каскад 110/30» представляет собой трехкорпусную двухступенчатую машину. Каждый из компрессорных агрегатов первой ступени представляет собой законченное изделие и может работать автономно с агрегатом второй ступени. Также каждый из компрессоров первой ступени снабжен золотниковым регулятором производительности, который позволяет регулировать её в диапазоне от 20% до 100% от номинальной. Таким образом, компрессорная установка имеет широкий диапазон регулировки производительности.

Для ступенчатого регулирования производительности, а также для испытаний сверхпроводящих магнитов используется поршневые гелиевые компрессоры меньшей производительности. В 2023 г. закончено обновление парка поршневых компрессоров. Трехступенчатые компрессоры заменены на четырёхступенчатые агрегаты. Также реализована возможность запуска поршневых компрессоров при повышенном давлении всасывания.

В октябре 2021 г. был введен в эксплуатацию газгольдер изохорного типа объемом 1000 м³. В таком газгольдере оператор, либо автоматика поддерживает избыточное давление в линии всасывания гелиевых компрессоров в диапазоне 0.02 – 0.06 кгс/см², что обеспечивает нормальный режим работы компрессоров, а большой объем газгольдера сглаживает скачки давления в обратном потоке и обеспечивает технологичный пуск и останов винтовых гелиевых машин.

В рамках развития криогенного комплекса NICA монтируется оборудование азотной системы. В новой криогенно-компрессорной станции смонтированы азотные центробежные компрессоры «Аэроком» и «Самсунг», а также поршневые компрессоры для закачки в хранилище испарившегося азота.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 104 / 141

Ускорительный комплекс на базе циклотрона Ц-80 для медицинского использования – проект ОКО

Author: Дмитрий Гранин¹

Co-author: Жанна Лебедева¹

¹ НИЦ "Курчатовский институт ПИЯФ

Corresponding Author: granin_di@npi.nrcki.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», адрес: Ленинградская область, г. Гатчина, мкр. Орлова роща, д.1.

Тема доклада: Ускорительный комплекс на базе циклотрона Ц-80 для медицинского использования – проект ОКО.

Докладчик: Начальник отдела медицинской радиологии (ОМР) Гранин Д.И.

Содокладчик: Медицинский физик ОМР Лебедева Ж.С.

Тезисы:

1. Создание (модернизация) онкофтальмологического комплекса на базе действующего циклотрона Ц-80 в НИЦ «Курчатовский институт»-ПИЯФ, в качестве высокотехнологичного медицинского инструмента для лечения пациентов со сложными онкофтальмологическими заболеваниями: внутриглазными новообразованиями, новообразованиями орбиты и придаточного аппарата глаза.
2. Функционал технологического и медицинского оборудования онкофтальмологического комплекса.
3. Основные технологические этапы проведения протонной лучевой терапии онкофтальмологических пациентов с внутриглазными злокачественными новообразованиями.

Примечание: по ускорительной части онкофтальмологического комплекса планируется доклад Руководителя рабочей группы АО «НИИЭФА им. Д.В. Ефремова» Клопенкова Р.М. Убедительная просьба поставить доклад Клопенкова Р.М. сразу после доклада Гранина Д.И. Обе презентации планируются как часть одного большого доклада, в полной мере раскрывающие заявленную тему.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 081 / 142

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ НЕЙТРИННЫХ ПУЧКОВ НА УСКОРИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ У-70 С ПОВОРОТОМ РОДИТЕЛЬСКИХ ЧАСТИЦ

Authors: F.N. Novoskoltsev^{None}; R.Yu. Sinyukov¹; A.A. Sokolov^{None}

¹ *National Research Centre "Kurchatov Institute" – IHEP*

Corresponding Author: roman.sinyukov@ihep.ru

Обсуждается вопрос формирования нейтринного пучка с поворотом родительских частиц в одну сторону. В оптической схеме канала предполагается использовать бездисперсную двухмагнитную систему с полевой линзой для выделения требуемого импульсного интервала -мезонов. Дипольные магниты отклоняют пучок в одну сторону, поэтому распадная часть канала повернута относительно направления наведения первичного протонного пучка на мишень. Непровзаимодействовавшие в мишени протоны сбрасываются на поглотитель, продольная координата которого соответствует началу распадной трубы. Обсуждаются основные расчетные характеристики пучка нейтрино на дальнем детекторе, расположенном на расстоянии 2595 км от конца распадного участка канала, а также параметры родительских -мезонов в начале распадного участка.

Young scientist paper:

Yes

Colliders 1 / 143

Performance enhancement of VEPP-2000 collider over the last two years.

Author: Sergey Rastigeev¹

Co-authors: Yu. Aktershev ¹; Egor Bedarev ²; Oleg Belikov ²; Dmitriy Berkaev ¹; V. Denisov ¹; E. Eminov ¹; L. Fomin ¹; K. Gorchakov ¹; Gennady Karpov ¹; A. Kasaev ¹; A. Kirpotin ¹; Z. Konshin ¹; A. Koop ¹; Alexander Krasnov ¹; A. Kupurzhanov ¹; Grigory Kurkin ¹; A. Lysenko ¹; Sergey Motygin ¹; Anatoly Murasev ³; A. Otboev ¹; Evgeny Perevedentsev; V. Prosvetov ¹; Yury Rogovsky ¹; Alexey Semenov ⁴; A. Senchenko ¹; Yu. Shatunov ¹; Dmitry Shwartz ¹; Maksim Timoshenko ⁴; V Yudin ¹; I. Zemlyansky ¹; Yu Zharinov ¹

¹ BINP

² Budker INP SB RAS

³ BINP, Novosibirsk State University

⁴ BINP SB RAS

Corresponding Author: s.a.rastigeev@inp.nsk.su

VEPP-2000 is an electron-positron collider with round beams built and operating at BINP. The integrated luminosity accumulated over last two years has reached 0.5 fb⁻¹ with peak luminosity of $0.9 \cdot 10^{32}$ cm⁻²s⁻¹. The short description of the VEPP-2000 complex and current status with achieved results are presented.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 069 / 144

КИЛЬВАТЕРНОЕ УСКОРЕНИЕ С ЛАЗЕРНЫМ ИМПУЛЬСОМ XCELS

Author: Daniil Kutergin^{None}

Co-authors: Igor Lotov ¹; Vladimir Minakov ¹; Roman Spitsyn ¹; Petr Tuev ¹; Konstantin Lotov ¹

¹ Новосибирский государственный университет, Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН

Corresponding Author: daniilkutergin@yandex.ru

В работе проанализирована применимость лазерного импульса проектируемой установки XCELS (Саров) в качестве драйвера для плазменного ускорения. Энергозапаса импульса достаточно, чтобы ускорить электронный сгусток с зарядом 50 пКл до энергии 100 ГэВ. Однако для этого необходимо создать плазменный канал длиной 70 м с характерным радиусом 200 мкм и плотностью плазмы на оси $3 \times 10^{15-3}$. В плазме большей плотности лазер быстрее перестает эффективно возбуждать кильватерную волну, и итоговая энергия получается меньше. Параметрический поиск осуществлялся при помощи численного моделирования программным комплексом LCODE. Показано, что конечный энергоразброс электронного сгустка может быть менее 1% при условии оптимально подобранных параметров ускорения (в том числе длины сгустка и его положения в кильватерной волне).

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 099 / 145

Scintillation detector for neutron flux monitoring for BNCT

Authors: Gennady Savinov¹; Victor Leonov¹; Vyacheslav Porosev¹¹ *Budker Institute of Nuclear Physics***Corresponding Author:** porosev@inp.nsk.su

With the advent of new neutron sources based on accelerators for boron neutron capture therapy (BNCT), it became necessary to create an independent system for monitoring the particle flux during patient irradiation. The presented in this research results demonstrated that the proposed scintillator-over-fiber system with a silicon photomultiplier readout using three different sensors enables measurement of neutron flux, as well as estimations of the dose induced by gamma rays. Application two types of plastic scintillators SC-301 and enriched with boron SC-331 (IHEP, Protvino) allows estimate contribution of neutrons, while using an additional sensor having no scintillator at all makes it possible to estimate the contribution to the signal from the Cherenkov radiation generated in the optical fiber. The implemented system of detection optical signals based on silicon photomultipliers has a high quantum efficiency and application of counting mode used in the readout electronics made it possible to achieve intrinsic noise at the level of several tens of Hz.

The study was supported by the Russian Science Foundation grant No. 19-72-30005, <https://rscf.ru/project/19-72-30005/>

Young scientist paper:

Colliders 1 / 146

Особенности работы ВЭПП-4М на высокой энергии для экспериментов по физике частиц и с синхротронным излучением

Author: Pavel Piminov¹¹ *BINP SB RAS***Corresponding Author:** piminov@inp.nsk.su

Электрон-позитронный коллайдер ВЭПП-4М продолжает исследования с универсальным магнитным детектором КЕДР по физике элементарных частиц. Следующий экспериментальный цикл предполагает работу на высокой энергии для измерения масс и лептонных ширин ипсилон-мезонов, измерение полного сечения рождения адронов в двухфотонном канале и изучение эксклюзивных двухфотонных процессов с использованием системы рассеянных электронов и позитронов. Для прецизионного измерения энергии пучка используется метод резонансной деполяризации с помощью уникального лазерного поляриметра.

Другим направлением работы ускорительного комплекса являются исследования с синхротронным излучением из поворотных магнитов и гибридного многополюсного вигглера с полем до 2 Тл. Возможность изменения энергии пучка в широком диапазоне и реализация различных схем заполнения орбиты электронными сгустками расширяют экспериментальные возможности установки и делают их востребованными несмотря на большой эмиттанс.

В докладе рассказывается об этих и других направлениях работы комплекса ВЭПП-4М, об особенностях его функционирования на высокой энергии, о полученных результатах и перспективных планах.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 077 / 147**Dynamics of a helium beam in a transport channel for simulation experiments****Authors:** Albina Ziiatdinova¹; Petr Fedin²; Alexandr Kozlov¹; Timur Kulevoy¹¹ *NRC "Kurchatov Institute*² *NRC "Kurchatov Institute"***Corresponding Author:** fedin-petr1991@yandex.ru

Modern requirements for the development of new materials for nuclear and fusion reactors require an express method of analysis. A new trend in imitation experiments on reactor steels is the parallel emission of two or more accelerated ion beams. A second beamline is under development to the existing linear accelerator HIPr for double beam irradiation simultaneously. In this work, the simulation of the beam dynamics for the second beam channel was carried out, as well as the simulation of the electromagnetic fields of the main components for the transport line.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 086 / 148**Management and operator control system based on microservice architecture and application on the HIPr accelerator****Authors:** Mikhail Saratovskikh¹; Alexander Zimin¹; Evgeniya Saratovskikh¹; Vladimir Gladkov¹; Andrey Orlov¹; Petr Fedin¹; Timur Kulevoy¹¹ *NRC "Kurchatov Institute***Corresponding Author:** fedin-petr1991@yandex.ru

The paper describes the basic principles of developing a distributed control system (DCS) and a GARNET operator control system based on a microservice architecture as part of a high-availability cluster. The application of the operator's control system as a DCS component is described. The main elements of software components of operator control and DCS are presented and described. The process of conveyor assembly and publication of software tools into a working product environment, which implements the principle of continuous integration, is described. The mechanism of interaction of key components among themselves is presented. The mechanism for hosting management services using the Docker containerization system and Kubernetes container orchestration is demonstrated. Examples of services for interaction with users in the environment of the GARNET operator control system being developed, separation of users by roles and access rights, integration of the data visualization service using Grafana are shown. The vector of further development of DCS and operator control tools is described, in particular, the possibility of using the practice of developing user web interfaces using the micro frontend approach. The components and results of the operation of

a prototype system designed to interact with the measurement infrastructure of the linear heavy ion accelerator HIPR are presented.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 103 / 149

Регулировка выходной энергии в течение ВЧ импульса в линейном ускорителе протонов для медицины

Author: Валентин Парамонов¹

Co-authors: Александр Дуркин¹; Любовь Овчинникова¹

¹ ИЯИ РАН

Corresponding Authors: paramono@inr.ru, durkinap@inr.ru

В протонной терапии сканирование объекта облучения по глубине производится изменением Выходной Энергии (ВЭ) ускоренного пучка. В импульсных линейных ускорителях принята регулировка ВЭ за счет изменения амплитуды и/или фазы поля в ускоряющих элементах от одного ВЧ импульса к другому. Применение являющихся без инерционными ускоряющих секций на бегущей волне позволяет быстрее изменять фазу ускоряющего поля в течение ВЧ импульса. Фаза и амплитуда поля в секции определяется как фазой и амплитудой входного ВЧ сигнала, так и процессом его распространения в дисперсной структуре. Результаты расчета распространения бегущей волны в ускоряющей структуре при изменении фазы ВЧ сигнала и результаты моделирования динамики частиц, подтверждают изменение ВЭ ускорителя в процессе ВЧ импульса. Предлагаемая методика регулировки ВЭ позволяет многократно повысить скорость сканирования объекта облучения по глубине.

Young scientist paper:

No

Beam dynamics etc. / 150

The First Measurements of the NICA Booster Lattice Characteristics

Author: Mikhail Shandov¹

Co-authors: Victor Smirnov²; Ilya Nikolaichuk³

¹ Joint Institute for Nuclear Research, Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics

² Joint Institute for Nuclear Research

³ JINR

Corresponding Author: shandov@jinr.ru

The injection chain of the NICA Collider (JINR, Dubna) consists of various ion sources, two linear accelerators, a 25 T·m superconducting (SC) Booster synchrotron, the existing SC synchrotron Nuclotron and beam transfer lines. Since the launch of the facility in December

2020, four commissioning Runs have been carried out with various ion beams. Two of them were carried out with physical experiments at the BM@N facility. The first results of the characteristics studies of the NICA Booster lattice are presented. The prospect for such research in planned and research works for the NICA injection chain and Collider facility are also discussed.

Young scientist paper:

Yes

SR and FEL sources 1 / 151

Experimental stations of the Novosibirsk free-electron laser facility and research on them

Author: Vasily Gerasimov¹

¹ *Budker Institute of nuclear physics SB RAS*

Corresponding Author: v.v.gerasimov@inp.nsk.su

For almost 20 years, users from various fields of science have been conducting fundamental research at the unique facility Novosibirsk Free Electron Laser (NovoFEL) of the Siberian synchrotron and terahertz radiation research center. The combination of unique characteristics of NovoFEL radiation, as high spectral power, monochromaticity, wavelength tunability in a wide wavelength range (8–400 m), spatial and temporal coherence, enable to solve the scientific problems that are inaccessible when using conventional terahertz sources. Among the ongoing work at the NovoFEL, several main streams of research can be stand out: THz photonics and plasmonics, materials science, THz acousto-optics, ultrafast time-resolved spectroscopy of molecules, optical discharge in gases, THz EPR spectroscopy of molecular magnets and paramagnetic compounds, studies the affect of THz radiation on biological objects. The most significant results of researches achieved at the Novosibirsk radiation source in recent years will be presented.

Young scientist paper:

No

Ions, electrons and positrons sources / 152

Creation of the SKIF synchrotron booster

Author: Sergey Sinyatkin¹

Co-authors: Alexander Batrakov²; Alexandr Akimov¹; Alexey Semenov³; Anatoliy Utkin³; Andrey Polyansky³; Denis Burenkov³; Dmitriy Senkov⁴; Dmitriy Shvedov⁵; Eugeny Levichev¹; Evgeniy Bekhtenev¹; Gennady Karpov¹; Ivan Okunev¹; Leonid Serdakov³; Lyudmila Belova³; Nikolay Nefedov²; Oleg Anchugov¹; Oleg Belikov⁴; Oleg Meshkov³; Sergey Gurov¹; Sergey Karnaev⁴; Sergey Shiyankov⁴; Vladimir Kiselev³

¹ *BINP*

² *Budker Institute of Nuclear Physics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences (BINP SB RAS)*

³ *BINP SB RAS*

⁴ *Budker INP SB RAS*

⁵ *Budker Institute of Nuclear Physics*

Corresponding Author: s.v.sinyatkin@inp.nsk.su

«Сибирский Кольцевой Источник Фотонов» («СКИФ») является первым источником синхротронного излучения четвертого поколения, создаваемого в России. Проект включает накопительное кольцо с ультрамалым эмиттансом 75 пм^* рад на энергию 3 ГэВ, линейный ускоритель и бустерный синхротрон на полную энергию. Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера является основным поставщиком ускорительного оборудования для комплекса «СКИФ». Одна из основных частей комплекса – бустерный синхротрон, который должен надежно и непрерывно ускорять пучок электронов от минимальной энергии инжекции 170 МэВ до максимальной энергии 3.15 ГэВ с током пучка 20 мА в одно-сгустковом и много-сгустковом режимах. В статье приводятся результаты работ по бустеру для комплекса «СКИФ».

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 063 / 153

Investigation of spin-flipping within the Frequency Domain method of searching for the electric dipole moment of the deuteron

Author: Alexander Aksentev¹

Co-authors: Aleksei Melnikov²; Yury Senichev²; Sergey Kolokolchikov²

¹ *INR of RAS*

² *INR RAS*

Corresponding Author: alexaksentyev@gmail.com

The present work is part of a research devoted to the development of a method to search for particle EDMs in an existing storage ring (specifically, NICA of JINR). The method belongs to the family of methods built upon the Frozen Spin idea, one of whose features is that the momentary beam polarization vector is orthogonal to the invariant spin axis (the polarization axis); in other words, the beam used in the measurement is essentially “depolarized.” Its being-depolarized is the ground of the spin-decoherence phenomenon, in view of which the notion of spin-coherence-time receives significance (to the above-mentioned method family).

Presented are the results of an investigation of the behavior of the beam polarization upon approaching spin-resonance in a lattice realizing the so-called “Quasi-Frozen Spin” condition. The work is carried out in view of the guiding question of how rapidly the beam energy must approach the resonance value, if the beam is to be depolarized without loss spin-coherence.

Young scientist paper:

Yes

Heavy Ions Accelerators / 154

Magneto-optical structure of the Nuclotron for searching for the electric dipole moment of light nuclei

Author: Yury Senichev¹

Co-authors: Alexander Aksentev²; Aleksei Melnikov¹; Sergey Kolokolchikov¹; Vladimir Ladygin³; Evgeny Syresin³

¹ *INR RAS*

² *INR of RAS*

³ *JINR*

Corresponding Author: alexaksentyev@gmail.com

In this work, a possible magneto-optical structure of the Nuclotron is considered, which could provide the conditions for an experiment to measure the electric dipole moment of the deuteron. For that it was necessary to solve four problems within the framework of eight superperiodic structures: implement the concept of “quasi-frozen spin” in the proposed optics, increase the lengths of the inter-arcs straight section, ensure zero dispersion in the straight sections, and preserve the length of the accelerator ring, taking into account the placement required equipment. In addition, it has been done the transition to superperiodicity $N=16$, which will allow the “quasi-frozen” structure to bring its properties to the “frozen” structure by reducing the beam rotation angle on each arc $=0.001$ radians. At such angles for deuterons, one can consider the possibility of searching for the electric dipole moment of the proton as well.

Young scientist paper:

Posters II - Board: 039 / 155

Budker INP Acceleration mass spectrometer automation system.

Author: Lyubov Kutnyakova¹

Co-authors: Eugene Konstantinov²; Alexey Petrozhitskiy³; Sergey Rastigeev²; Vladimir Reva⁴

¹ *Institute of Archaeology and Ethnography (IAET SB RAS)*

² *BINP*

³ *Budker Institute of Nuclear Physics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences*

⁴ *Budker Institute of Nuclear Physics Siberian Branch Russian Academy of Sciences (BINP SB RAS)*

Corresponding Author: bkharat@ngs.ru

This paper describes basic principles and functions that are applied for automatization accelerator mass spectrometer (AMS) developed by Budker institute with original project for needs of institutes of the Siberian branch of RAS within the framework of the integration project. The facility is a 4 MeV tandem ion accelerator with a charge-exchange target. The distributed control system using for facility control allows simplifying software and hardware components modernization. Applying the LabVIEW system for user interfaces and control programs allows for flexible adaptation for effective operation and control. BINP AMS is used for radiocarbon (^{14}C) measurements from 2011 and was registered as the Unique Scientific Installation in 2017. From 2020 the facility is operating as part of the joint radiocarbon AMS laboratory (short international index – GV).

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 037 / 156

Частотно-импульсный источник электронного пучка с термокатодом для моделирования теплового воздействия плазмы на облицовку дивертора токамака

Author: NABIL ABED¹

Co-authors: Danila Nikiforov ²; Victor Kurkuchekov ²; igorka Kandaurov ³

¹ *Budker INP SB RAS and Novosibirsk State Technical University*

² *BINP*

³ *BINP of SB RAS*

Corresponding Author: nabil-abad.7@hotmail.com

Проблема эрозии вольфрамовой облицовки вакуумной камеры токамака-реактора, находящейся в контакте с термоядерной плазмой, в настоящее время вызывает серьёзный интерес. Эта проблема проявляется особенно остро в области дивертора токамака, где наибольшую угрозу для элементов облицовки представляют интенсивные импульсные тепловые нагрузки, возникающие вследствие быстрых переходных процессов в горячей плазме токамака. Таким образом, изучение эрозии вольфрама при циклическом импульсном нагреве на частоте в 10 - 20 Гц, при совокупном числе импульсов нагрева 10^7 , плотностях энергии ~ 1 МДж/м², субмиллисекундной длительности импульса нагрева, представляется актуальной научной задачей. В данной работе описывается экспериментальный стенд на основе частотно-импульсного источника электронного пучка с энергией 15 – 20 кэВ с термоэмиссионным катодом для исследования и моделирования тепловой импульсной нагрузки на вольфрам со стороны плазмы.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 010 / 157

Development of the magnetic system based on permanent magnets for the new energy-saving synchrotron radiation source

Author: Shamil Lachynov¹

Co-authors: Nicolay Vinokurov ²; V. G. Tcheskidov ³

¹ *Novosibirsk State University, Budker Institute of Nuclear Physics*

² *Head of Lab*

³ *Budker Institute of Nuclear Physics*

Corresponding Author: proton7956@gmail.com

X-ray radiation sources are of great importance for different research, medical and technological purposes. High power radiation source of a small transverse size, so-called high brilliance radiation source, is required by the majority of radiation users. A small (less than 0.1 mm) transverse size electron beam circulating in a storage ring can be used for creation of such

radiation sources.

It is crucial to improve future radiation sources compared with the existing at the present moment. The upgrade can be done with the use of new technologies. One of them is the implementation of permanent magnets for the electron optics design. It will help to exclude the dependence of the electron beam stability on the electric power supply instability and the vibration caused by the work of the cooling system. On top of that, the use of permanent magnets will increase the aperture of the vacuum chamber and, thus, simplify the storage ring vacuum and injection systems, and increase the instabilities threshold current.

This work is devoted to the development of the two focusing and defocusing magnets as an entity of the regular magnet system of the future energy-saving compact source of synchrotron radiation. The design and the results of magnetic field simulations are presented.

Young scientist paper:

Yes

SR and FEL sources 2 / 158

Generation of picosecond X-ray pulses at the energy-recovery linear accelerator of the Novosibirsk free electron laser

Authors: Yaroslav Getmanov¹; Nicolay Vinokurov²; Oleg Shevchenko³; Vladislav Borin³; Oleg Meshkov⁴; Yulia Maltseva³; XiaoChao Ma³

¹ *Budker INP*

² *Head of Lab*

³ *BINP*

⁴ *BINP SB RAS*

Corresponding Author: y_getmanov@mail.ru

The energy recovery linear accelerator of the Novosibirsk free electron laser has unique characteristics necessary for high-power lasing in the infrared and terahertz ranges. The repetition rate of electron bunches can be several MHz, the duration of an individual bunch is several picoseconds and the energy is about 40 MeV. Such electron beam can be used as a source of the X-rays. For this purpose, a thin foil was installed on the orbit of the accelerator and the electron bunches passing through it generated short pulses of bremsstrahlung. The article discusses the possibilities of creating such a source and the results of experiments.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 097 / 160

ДИНАМИКА ПУЧКА В МОДЕРНИЗИРОВАННОМ ЦИКЛОТРОНЕ Ц-80 И СИСТЕМЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ

Authors: Yulia Osina^{None}; Илья Горбунов¹; Александра Леухина¹; Анатолий Галчук¹

¹ *АО "НИИЭФА*

Corresponding Author: julia_npf@list.ru

Представлены результаты моделирования динамики ионов водорода в модернизированном циклотроне Ц-80, который оснащён двумя каналами выпуска пучков различной интенсивности для производства радионуклидов и терапии офтальмологических заболеваний. Вывод двух пучков будет осуществляться за счёт перезарядки H⁻ с последующим выводом протонов. Для наработки радионуклидов из циклотрона будет выводиться пучок протонов с энергией в диапазоне 40 – 80 МэВ и током не менее 100 мкА, для решения терапевтических задач – пучок с энергией 70 МэВ и током не более 0.4 - 1 мкА. Разработаны системы транспортировки терапевтического и радиоизотопного пучков.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 020 / 161

Квадруполь на постоянных магнитах для финального фокуса

Author: Evgeny Antokhin¹

Co-authors: Vitaly Zuev¹; Adil Mikaiylov²; Mariya Butsykina¹; Alexey Pakhomov³; Konstantin Zhilyaev³; Vladimir Vostrikov²; Taniya Derbysheva¹; Vladimir Eliseev¹

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*

² *BINP*

³ *Budker INP*

Corresponding Author: antokhin@inp.nsk.su

В статье приведены 3D магнитные расчеты и описание конструкции линзы на постоянных магнитах секторного типа с апертурой 36 мм и величиной градиента 62 Т/м. Описана процедура магнитных измерений и показано соответствие рассчитанных и измеренных характеристик магнитного поля квадруполья

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 041 / 162

Hardware and Software to Control the Booster - Nuclotron transfer line of the NICA complex

Authors: Nikita Shchegolkov¹; Anton Pavlenko¹

Co-authors: Andrey Zhuravlev¹; Andrey Krylov¹; Alexander Morsin¹; Dmitry Senkov¹; Alexander Zharikov¹

¹ *Budker INP SB RAS*

Corresponding Author: nikman3177@gmail.com

The Booster - Nuclotron transfer line operates in pulsed mode. The duration of the current pulse in the channel elements varies between two microseconds for extraction kicker, tens and hundreds of microseconds for septums, and up to tens of milliseconds in dipole magnets and correctors. All elements pulsed power supplies come with embedded controllers of two different types, each of which supports the Modbus/TCP protocol. Except for correctors, all magnets include built-in induction coil sensors that track the stability of the magnetic field, and the control system is outfitted with the necessary hardware, such as precision integrators and high-speed digital oscilloscope VME cards. The transfer line is equipped with its own synchronization system that receives three signals (two pre-starts and start of beam transfer) from the facility control system and generates all necessary individual triggers for all pulse power supplies and diagnostic equipment. The PLC cluster collects a set of signals to control beam diagnostic elements. The software to control transfer line equipment is based on the TANGO platform and contains a set of Device Servers and engineering applications. The paper briefly considers the mentioned hardware and software solutions.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 036 / 163

About the Possibility of Measuring Pulsed Bending Magnets Using Hall Sensors

Author: Konstantin Shtro¹

Co-authors: Alexander Batrakov²; Igor Ilyin²; Ivan Okunev³; Anton Pavlenko²; Sergey Sinyatkin²

¹ *Budker INP SB RAS*

² *Budker Institute of Nuclear Physics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences (BINP SB RAS)*

³ *BINP*

Corresponding Author: k.s.shtro@inp.nsk.su

Abstract

The paper describes a method based on the use of Hall sensors for field mapping in pulsed dipole magnets. The reasons that initiated the creation of the method are analyzed and its capabilities are described. The information about the hardware developed for measurements is provided. In conclusion, the results of measurements of pulsed bending magnets of the Booster Nuclotron transport line are presented.

Young scientist paper:

Yes

Beam dynamics etc. / 164

Особенности продольной электронной силы трения в экспериментах на синхротроне COSY

Author: Vladimir Reva¹

Co-author: Maxim Bryzgunov¹

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*

Corresponding Author: v.b.reva@inp.nsk.su

Система охлаждения для синхротрона COSY-Julich на данный момент имеет самую высокую энергию для установки электронного охлаждения с сильным продольным магнитным полем, которая имеет опыт практических исследований. На ней процесс охлаждения наблюдался в широком диапазоне энергий электронного пучка от 100 кэВ до 1,256 МэВ. Особенно большое количество экспериментальных фактов по охлаждению накоплено при энергии 908 кэВ. В данном докладе рассматривается опыт продольного электронного охлаждения при высоких энергиях и описываются различные экспериментальные факты.

Young scientist paper:

No

Superconductivity in accelerators / 165

Изготовление FFS сверхпроводящего квадрупольа

Author: Сергей Козуб¹

Co-authors: Алексей Лунев ²; Анатолий Двойченков ²; Андрей Олюнин ²; Виктор Шувалов ²; Владимир Смирнов ²; Игорь Богданов ²; Леонид Ткаченко ²; Юрий Алтухов ³

¹ НИЦ "Курчатовский институт ФВЭ

² НИЦ «Курчатовский институт ФВЭ

³ НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ

Corresponding Author: sergey.kozub@ihep.ru

Канал HED@FAIR ускорительного комплекса FAIR в Дармштадте, Германия должен иметь финальную фокусирующую систему (FFS), основными компонентами которой являются четыре сверхпроводящих квадрупольных магнита, обеспечивающие размер пучка около 1 мм. Эти магниты должны иметь уникальное сочетание большого внутреннего диаметра сверхпроводящей (СП) обмотки 260 мм и высокого градиента магнитного поля 37.5 Тл/м. НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ разработал конструкцию квадрупольа, изготовил его сверхпроводящие обмотки и магнитопровод, провел сборку СП обмоток и их бандажирование по оригинальной технологии, сборку в магнитопровод и в обечайки гелиевого сосуда. Результаты исследования этих компонентов квадрупольа в процессе их изготовления и после сборки представлены в данной статье.

Young scientist paper:

Posters I - Board: 019 / 166

Система контроля и управления стенда для исследования FFS сверхпроводящих магнитов

Author: Сергей Козуб¹

Co-authors: Анатолий Агеев ²; Роман Антоненко ²; Александр Орлов ³; Максим Столяров ²; Андрей Власов ²

¹ НИЦ "Курчатовский институтФВЭ

² НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ

³ НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ

Corresponding Author: sergey.kozub@ihep.ru

НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ разработал сверхпроводящие квадрупольные магниты для системы финальной фокусировки пучков тяжелых ионов (FFS) коллаборации HED@FAIR международного ускорительного комплекса ионов и антипротонов (FAIR) в Дармштадте, Германия. Квадрупольи FFS должны иметь уникальное сочетание большого внутреннего диаметра сверхпроводящей катушки 260 мм и высокого градиента магнитного поля 37.5 Тл/м при рабочей температуре магнитов 4,5 К. Для исследования этих магнитов в различных режимах работы создан стенд, оснащенный системой контроля и управления. Система обеспечивает контроль и управление температурой узлов установки, давлением в емкостях и трубопроводах, вакуумом в изоляционном пространстве оборудования, уровнем жидкого гелия и азота и их расходом, всего 46 каналов. Все параметры установки записываются в архив испытаний и хранятся в формате .xls таблиц на пульте оператора.

Young scientist paper:

Superconductivity in accelerators / 167

Quality factor characterization of superconductive low-beta 325 MHz half-wave resonators at low microwave field amplitudes

Authors: Dzmitry Bychanok¹; Evgeny Gurnevich¹; Aliaksey Sukhotski¹; Genrih Walynets¹; Siarhei Huseu¹; Sergey Maksimenko¹; Vladimir Petrakovski²; Artur Pakrouski²; Igor Pobol²; Vitaly Zalessky²; Yegor Tamashevich³; Maria Gusarova⁴; Mikhail Lalayan⁴; Sergey Polozov⁴; Dmitry Nikiforov⁵; Yuri Bespalov⁵; Andrey Butenko⁵; Syresin Evgeny⁵

¹ *INP BSU*

² *PhTI NASB*

³ *HZB*

⁴ *MEPhI*

⁵ *JINR*

Corresponding Author: dzmitrybychanok@yandex.by

A niobium prototype of 325 MHz coaxial half-wave resonator with $Q_0 = 0.21$ has been designed, produced and tested at low microwave field amplitudes. The electromagnetic properties were investigated via different measurement techniques: in frequency-domain using vector network analyzer and in continuous wave regime using RF-generator and power detectors. The features of the cavity response in normal and superconducting states are compared and analyzed. The experimentally measured quality factor of studied cavity is $Q_0 = (3.50.1)10^8$ at microwave power values up to 20 dBm.

Young scientist paper:

Ions, electrons and positrons sources / 168

ВЫВОД ПРОТОННОГО ПУЧКА ИЗ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЦИКЛОТРОНА С ГЛУБОКИМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ

Authors: Yulia Osina^{None}; Анатолий Галчук¹; Денис Кирцев¹; Александр Клинов¹; Кирилл Смирнов¹; Юрий Стогов¹

¹ АО "НИИЭФА

Corresponding Author: julia_npf@list.ru

В АО «НИИЭФА» начато изготовление протонного циклотрона с регулированием энергии в диапазоне 30 – 250 МэВ. Приводятся результаты работ по системе вывода пучка из циклотрона, включающей дефлектор с системой магнитных каналов (режимы 125 – 250 МэВ) и обдирочное устройство, предназначенное для обдирки в протоны ускоренных отрицательных ионов водорода (режимы 30 – 125 МэВ).

Young scientist paper:

Yes

SR and FEL sources 2 / 169

Энергосберегающий источник синхротронного излучения на постоянных магнитах

Authors: NIKOLAY VINOKUROV¹; Shamil Lachynov²; Danila Nikiforov³; V. G. Tcheskidov¹

¹ Budker Institute of Nuclear Physics

² Novosibirsk State University, Budker Institute of Nuclear Physics

³ BINP

Corresponding Author: vinokurov@inp.nsk.su

Рассмотрен проект источника рентгеновского излучения высокой яркости с низким (на порядок меньшим, чем в существующих и строящихся источниках) энергопотреблением. Такой качественный выигрыш достигается применением новых технологий. Магнитная система электронного накопителя, которая в существующих источниках использует электромагниты, построена на основе постоянных магнитов из сплава неодим-железо-бор. Кроме нулевого потребления электроэнергии, магнитная система на постоянных магнитах обеспечивает высокую стабильность параметров излучения, так как магнитное поле в ней никогда не выключается. Применение сильнополевых сверхпроводящих магнитов позволяет существенно понизить энергию электронов в источнике. Это снижает не только размеры источника, но и его радиационную опасность. Последнее позволяет разместить установку в стандартном промышленном здании, что сильно уменьшает строительные затраты.

Энергосберегающие недорогие и простые в обращении источники рентгеновского излучения могут быть построены при больших университетах и использоваться для мультидисциплинарных исследований и обучения студентов и аспирантов. Наличие таких источников качественно изменит уровень научно-технологических разработок в больших университетах, так как последние не только получают постоянный доступ к излучению, но и смогут модернизировать свои источники в соответствии с потребностями конкретных экспериментов с использованием рентгеновского излучения.

Работа выполнена в рамках исследовательской программы № 075-15-2021-1359 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 080 / 170

Датчик энергии пучка электронов

Authors: Dmitrii Bobylev^{None}; Vadim Khankin¹; Vasilii Shvedunov¹

¹ *Skobel'syn Institute of Nuclear Physics Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia Laboratory of electron accelerators MSU Ltd, Moscow, Russia*

Corresponding Author: agava2309@yandex.ru

В докладе представлены результаты разработки датчика энергии промышленных ускорителей с выведенным в атмосферу пучком электронов. Принцип действия датчика основан на пороговом характере излучения Вавилова – Черенкова и зависимости его интенсивности от показателя преломления газа, через который проходит пучок. Выполнено сравнение результатов измерения энергии пучка линейного ускорителя электронов с помощью разработанного датчика, а также с помощью магнитного спектрометра и с помощью метода поглощающих пластин.

Young scientist paper:

Yes

Accelerator applications / 171

Некоторые особенности ADS и предложение по исследовательскому стенду на основе линейного ускорителя ИЯИ РАН

Authors: Stanislav Sidorkin^{None}; Эдуард Коптелов¹; Леонид Кравчук¹; Александр Фещенко¹; Анатолий Рогов²

¹ *ИЯИ РАН*

² *ОИЯИ*

Corresponding Author: sidorkin@inr.ru

В докладе обсуждаются: возможное место ADS в системе ядерной энергетики, отличия и некоторые особенности ADS в сравнении с быстрыми реакторами и гибридными термо-ядерными установками при трансмутации минорных актиноидов (МА) и производстве основных делящихся материалов для ядерных реакторов (²³⁵U, ²³⁹Pu, ²³³U), возможные организационно – технические мероприятия, позволяющие обойти основной недостаток ADS – высокие затраты электроэнергии на собственные нужды.

Суммируются результаты дискуссий последних лет об исследовательском ADS стенде ИЯИ РАН на основе действующего сильноточного ускорителя и созданной инфраструктуры экспериментального комплекса.

Излагаются основные цели и задачи стенда, ограничения, накладываемые существующей инфраструктурой ускорителя и экспериментального корпуса, и вытекающие из этого компоновочные решения и требования к конструкции стенда. Обсуждаются физические и конструктивные особенности исследовательского ADS стенда с точки зрения обеспечения безопасности на всех этапах эксплуатации (сборка, останов, перегрузка, сборка

новых конфигураций бланкета и т. д.) применительно к существующей инфраструктуре ИЯИ РАН. Рассматриваются возможные составы и геометрические конфигурации бланкета, вольфрамовой и урановой мишеней, обеспечивающее максимальный выход нейтронов и сравнительно длительный срок работы. Приводятся результаты первичных конструкторских проработок и физических расчетов.

Young scientist paper:

No

Heavy Ions Accelerators / 172

Линейный ускоритель тяжелых ионов ЛУ2 для синхротронного исследовательского комплекса (СКИ)

Authors: Timur Kulevoy¹; Геннадий Кропачев²; Alexey Sitnikov³; Victor Kuzmichev⁴; Dmitry Liakin⁴; Sergey Barabin⁵; Alexander Semennikov³; Dmitriy Seleznev³; Vyacheslav Semyachkin⁶; Alexander Kozlov⁶; Vladimir Nikolaev⁷; Andrey Orlov⁸; Владимир Сергеевич Скачков⁹

Co-authors: А.С. Борисков¹⁰; М.А. Гузов¹⁰; Л.Е. Поляков¹⁰; М.И. Макарова¹⁰; Д.С. Труфанов¹⁰; И.А. Машин¹⁰; А.В. Машагин¹⁰; М.Л. Сметанин¹⁰; А.В. Тельнов¹⁰; Н.В. Завьялов¹⁰; А.М. Опекунов¹⁰; С.В. Фильчагин¹⁰

¹ КСТЕР - NRC Kurchatov institute

² НИЦ Курчатовский институт

³ NRC KI

⁴ ИТЕР

⁵ nrcki

⁶ NRC "Kurchatov Institute"

⁷ National Research Center "Kurchatov Institute" (Kurchatov Complex for Theoretical and Experimental Physics)

⁸ NRC "Kurchatov Institute"

⁹ НИЦ "Курчатовский институт"

¹⁰ ФГУП "РФЯЦ - ВНИИЭФ"

Corresponding Author: kulevoy@itep.ru

В настоящее время на базе Российского федерального ядерного центра Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики (РФЯЦ ВНИИЭФ) разрабатывается проект комплекса для исследования воздействия ионизирующих излучений космического пространства, основой которого является синхротронный ускоритель, обеспечивающий ускорение протонов и различных типов ионов вплоть до 209Bi. В НИЦ "Курчатовский институт" - ККТЭФ разрабатывается ускоритель тяжелых ионов (отношение массы к заряду находится в пределах $4 \div 8$) импульсного типа на энергию до 4 МэВ на нуклон с током 10 мА. Ускоритель состоит из лазерного источника ионов, секции RFQ и двух секций DTL, работающих на кратных частотах. В состав ускорителя также входят каналы транспортировки пучка на различных энергиях и канал вывода пучка для инъекции его в бустер. К настоящему времени разработаны эскизный и технический проекты ускорителя, а также рабочая конструкторская документация на все его элементы. В докладе представлены на обсуждение достигнутые результаты.

Young scientist paper:

No

Linear and cyclic accelerators / 173

КОМПАКТНЫЙ ИСТОЧНИК НЕЙТРОНОВ - DARIA

Author: Timur Kulevoy¹

¹ *КСТЕР - NRC Kurchatov institute*

Corresponding Author: kulevoy@itep.ru

В рамках Программы развития синхротронных и нейтронных исследований ведется разработка компактного источника нейтронов (КИН) DARIA (neutron source Dedicated to Applied Research and Industrial Applications источник нейтронов, предназначенный для прикладных исследований и промышленного применения). КИН DARIA создается как прототип серийной установки, предназначенной для формирования инфраструктуры синхротрон-нейтронных исследований, охватывающую всю территорию страны от Калининградской области до Дальнего востока. Для генерации потока нейтронов на уровне 1014 н/с разрабатывается линейный ускоритель протонного пучка на энергию 13 МэВ с током 100 мА, длиной импульса 100 мкс и частотой повторения 100 имп/с. В статье обсуждаются детали проекта, достигнутые результаты и планы его развития проекта.

Young scientist paper:

No

Heavy Ions Accelerators / 174

Quasi-frozen structures at NICA as pathways to search for the electric dipole moment of deuterons and axion dark matter

Authors: Yury Senichev¹; Nikolay Nikolaev²

Co-authors: Vladimir Ladygin³; Evgeny Syresin³; Sergey Kolokolchikov¹; Aleksei Melnikov¹; Alexander Aksentev⁴

¹ *INR RAS*

² *Landau ITP*

³ *JINR*

⁴ *INR of RAS*

Corresponding Author: alexaksentyev@gmail.com

The original program of the NICA accelerator complex focused on a heavy ion and polarized deuteron and proton collider physics and did not include precision searches for the electric dipole moments (EDM) and the galactic axion condensate. The usually discussed CPEDM and srEDM approaches to the search for the EDM of protons only envision the dedicated ring operated at a special energy corresponding to the “frozen spin” mode with spin pointing along the momentum.

Taking advantage of the smallness of the magnetic anomaly of deuterons, we propose to operate NICA ring in the “quasi-frozen spin” mode, when the precession away of momentum of spin in arcs is compensated by Wien filters in straight sections. The simplest technical solution is a bypass along the straight sections of the collider endowed with Wien filters, allowing

to search for the deuteron EDM without affecting any infrastructure of the MPD and SPD detectors.

Simultaneously, modulation of the spin precession by Wien filters in bypasses will make NICA a broadband axion antenna. The new role of the bypass as an axion antenna, in addition to searching for the EDM of protons and deuterons, significantly increases the potential of the NICA complex as a unique platform for precision tests of fundamental symmetries in particle physics. The report discusses the main problems of the frequency domain method for measuring the EDM in the quasi-frozen spin regime applied to NICA.

Young scientist paper:

Posters II - Board: 070 / 175

Новая автоматизированная система управления и синхронизации технологических процессов (АСУТП и СТП) Курчатовского источника синхротронного излучения

Author: Николай Мосейко¹

Co-authors: А.Г. Валентинов¹; В.Н. Корчуганов¹; Ю.В. Крылов¹; Л.А. Мосейко¹; А.В. Широков¹; Е.В. Капорцев¹; Е.А. Фомин¹; А.С. Чепурнов²; А.С. Николаев²; Ю.В. Ефимов³

¹ НИЦ Курчатовский институт, Москва

² ООО Марафон, Москва

³ РТСофт, Москва

В работе представлен проект модернизации САУ УНК «Сибирь», созданной в 2010-2017 годах на базе аппаратуры VME, National Instruments, серверов SCADA и СУБД. В статье представлено подробное описание АСУ ТП и СТП, включая описание всех уровней управления и новых разрабатываемых устройств. Ввод в строй новой системы управления позволит повысить эффективность, надежность и безопасность работы собственно ускорительно-накопительного комплекса, расширить исследовательские возможности комплекса - источника СИ.

Young scientist paper:

No

SR and FEL sources 2 / 176

Накопительное кольцо для комптоновского гамма-источника в диапазоне 1 - 200 МэВ.

Authors: Danila Nikiforov¹; Nicolay Vinokurov²

¹ BINP

² Head of Lab

Corresponding Author: d.a.nikiforov@inp.nsk.su

Метод обратного комптоновского рассеяния лазерных фотонов является эффективным методом для получения перестраиваемых по энергии и квазимонохроматических гамма-квантов. Для получения таких фотонных пучков используются комптоновские источники

на основе электронных накопительных колец. В данной работе описан проект накопителя на максимальную энергию электронов 2 ГэВ для получения комптоновских гамма квантов в широком диапазоне энергий.

Young scientist paper:

Posters II - Board: 071 / 177

Новые блоки управления БУК-М-1 источниками питания слаботочной магнитной системы Курчатовского источника синхротронного излучения

Author: Николай Мосейко¹

Co-authors: А.Г. Валентинов¹; А.Г. Дороватовский¹; Л.А. Мосейко¹; А.В. Широков¹; А.С. Чепурнов²; А.С. Николаев²

¹ НИЦ Курчатовский институт, Москва

² ООО Марафон, Москва

В работе описываются блоки управления БУК-М-1 источниками питания PCS-6A и PCS-20A системы коррекции орбиты и фокусировки пучка электронов синхротрона. Блоки выполнены на базе современного одноплатного компьютера phyCORE-i.MX7. БУК-М-1 работает ОС Linux Debian, имеют интерфейс Ethernet для связи с серверами верхнего уровня АСУ ТП, CAN bus- два канала, один с поддержкой протокола CANOpen. Обеспечивают синхронизацию с системой единого времени и системой синхронизации ВЧ -системы.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 072 / 178

Блоки управления источниками питания магнитной системы в составе новой АСУТП и ТПВ Курчатовского источника синхротронного излучения

Author: Николай Мосейко¹

Co-authors: А.Г. Валентинов¹; А.В. Дороватовский¹; Л.А. Мосейко¹; А.В. Широков¹; А.С. Чепурнов²; А.С. Николаев²; А.Ф. Шамарин²; А.В. Бородулин²; В.В. Бородулин²

¹ НИЦ Курчатовский институт, Москва

² ООО Марафон, Москва

В работе описываются новые блоки управления БУК-М-1 источниками питания PCS-6A и PCS-20A системы коррекции орбиты и фокусировки пучка электронов синхротрона. Блоки выполнены на базе современного одноплатного компьютера phyCORE-i.MX7. БУК-М-1 работает под ОС Linux Debian, имеют интерфейс Ethernet для связи с серверами верхнего уровня АСУ ТП, CAN bus-два канала один с поддержкой протокола CANOpen. Обеспечивают синхронизацию с системой единого времени и системой синхронизации ВЧ -системы. В работе представлена концепция точного цифро-аналогового управления, принцип работы и конструкция новых блоков управления БУК-М-2 сильноточными

(1кА, 2.5кА, 10кА) источниками питания магнитной системы КИСИ. Ввод в эксплуатацию данного оборудования позволит улучшить параметры стабильности, в том числе и долговременной, магнитной системы.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 073 / 179

Новые блоки управления БУП-27М источниками питания вакуумной системы источника синхротронного излучения НИЦ Курчатовский институт

Author: Николай Мосейко¹

Co-authors: А.Г. Валентинов¹; А.В. Дороватовский¹; Л.А. Мосейко¹; А.В. Широков¹; А.С. Чепурнов²; А.С. Николаев²

¹ НИЦ Курчатовский институт, Москва

² ООО Марафон, Москва

В работе описываются блоки управления высоковольтными источниками питания (5кВ/7кВ) магнито-разрядных насосов вакуумной системы источника СИ. Блоки выполнены на базе современного одноплатного компьютера phyCORE-i.MX7. БУП-27М принимают команды управления и передают данные в сервер по шине CAN или Ethernet-интерфейсу, используя стандартный стек протоколов TCP/IP. В результате внедрения блоков (65 шт) повысится эффективность и надежность вакуумной системы.

Young scientist paper:

No

Opening Lecture / 180

Прецизионные эксперименты на коллайдерах по проверке Стандартной Модели

Author: Александр Евгеньевич Бондарь¹

¹ ИЯФ СО РАН

Обсуждаются возможные проекты коллайдеров для прецизионной проверки Стандартной Модели и поиска Новой Физики.

Young scientist paper:

No

Vacuum technologies / 181**Вакуумное оборудование для ускорителей заряженных частиц****Author:** Vladislav Ermolenko¹¹ *ООО Миллаб***Corresponding Author:** ve@millab.ru

Интеграция безмасляного вакуумного оборудования в ускорители заряженных частиц.

Young scientist paper:

No

Beam dynamics etc. / 182**Влияние линейного градиента плотности плазмы в эксперименте AWAKE****Author:** Nikita Okhotnikov¹**Co-author:** Konstantin Lotov²¹ *BINP*² *Budker INP***Corresponding Author:** nikiquark@gmail.com

В эксперименте AWAKE профиль плотности плазмы рассчитан на сохранение протонного драйвера для возможности дальнейшего масштабирования эксперимента. Градиент плотности плазмы в ускоряющей секции может позволить увеличить итоговую энергию электронного сгустка. В работе проведено моделирование эксперимента AWAKE с различными линейными градиентами в ускоряющей секции. В результате удалось увеличить энергию ускоряемого электронного сгустка на 35%. При этом из-за градиента драйвер разрушается, что делает невозможным его дальнейшее использование, но позволяет получить большую энергию на уже существующей установке, а также в будущих экспериментах с ограниченным размером.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 106 / 183**ЦЕНТРАЛЬНАЯ ОБЛАСТЬ ЦИКЛОТРОНА Ц-250****Author:** Илья Горбунов¹**Co-authors:** Yulia Osina ; Анатолий Галчук²; Сергей Григоренко¹; Сергей Цыганков¹

¹ АО НИИЭФА

² АО "НИИЭФА

Corresponding Author: ilya090798@gmail.com

Рассмотрены особенности моделирования центральной области и динамики пучка ионов водорода для циклотрона Ц-250. Разработанный АО "НИИЭФА" циклотрон предназначен для ускорения ионов H- и H+ в широком диапазоне регулирования энергии 30-250 МэВ. На основе моделирования динамики пучка ионов водорода определена оптимальная конфигурация центральной области ускоряющей системы. В разработанной центральной области выполняются требования по обеспечению достаточной вертикальной фокусировки частиц электрическим полем при захвате пучка в широком фазовом диапазоне. Отклонение центров орбит частиц от геометрического центра циклотрона составляет 2-3 мм для всего диапазона регулирования магнитного поля циклотрона.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 066 / 184

Calibration of beam position monitors for Injection Complex damping ring.

Author: Yury Rogovsky¹

¹ BINP

Corresponding Author: rogovsky@inp.nsk.su

Beam position monitors (BPMs) for Damping Ring which is a part of Injection Complex at BINP were already designed and manufactured. 16-BPMs were successfully calibrated for the beam position measurement with accuracy ~0.1 mm. In this paper, we introduce the structure of BPMs, the electronics of signal detection system and the calibration system. The results of calibration are reported.

Young scientist paper:

Posters II - Board: 090 / 185

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ИОНОВ В ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦИКЛОТРОНАХ

Author: Егор Карпов¹

Co-author: Виктор Мудролюбов¹

¹ АО "НИИЭФА

Corresponding Author: jorgeniiefa@gmail.com

Разработан пакет программ для расчёта времени жизни отрицательных ионов водорода в интенсивных магнитных полях изохронных циклотронов. Выполнено численное исследование потерь интенсивности пучка в зависимости от максимальной индукции магнитного

поля и прироста энергии за оборот. Для протонного циклотрона с глубоким регулированием энергии определена граничная энергия, до которой в качестве ускоряемых частиц целесообразно использовать отрицательные ионы водорода.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 057 / 186

Developmet of RF preamplifiers for BPM stations of the NICA collider rings

Authors: Dmitrii Monakhov¹; Evgeny Gorbachev¹

¹ *JINR*

Corresponding Author: cornflyer@gmail.com

The BPM system for NICA collider rings is based on the Libera Handron digitizers which allows to observe ion beam position and intensity from the beginning of the injection to the end of an acceleration cycle. Wide frequency band preamplifiers were developed to provide noiseless signals from pick-up stations. Design of such wide band preamplifiers is carefully done and new preamplifiers is tested with strip-line and capacitive BPM stations.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 102 / 187

Верификация расчетов защиты медицинской кабины ионно-лучевой терапии канала 26А проекта ЛУЧ У-70.

Author: Vladimir Pikalov¹

Co-authors: Oleg Sumaneev¹; Mikhail Sukharev¹

¹ *NRC «Kurchatov Institute» - IHEP*

Corresponding Author: pikalov@ihep.ru

В настоящее время опыт проектирования установок на выведенных пучках ионов углерода в России (мире) очень ограничен. Медицинская кабина ионно-лучевой терапии канала 26А проекта ЛУЧ У-70 предоставляет уникальную возможность для оценки эффективности биологической защиты и верификации расчетов. В докладе представлены данные экспериментальных измерений нейтронного излучения за биологической защитой медицинской кабины. Данные получены для двух энергий выведенного пучка ускоренных ядер углерода – 400 и 450 МэВ/нуклон. Результат сравнивается с расчётом, выполненным по программе FLUKA для данной конфигурации защиты. Показано хорошее соответствие экспериментальных данных и расчёта.

Young scientist paper:

Beam dynamics etc. / 188

Конструкция системы электронного охлаждения коллайдера NICA

Author: Nikolay Kremnev¹

Co-authors: Vasily Parkhomchuk²; Vladimir Reva³; Sergey Shiyankov¹; Maxim Bryzgunov⁴; Aleksandr Bublely¹; Vitaliy Panasyuk¹; Valeriy Konstantinov¹; Vladimir Korchagin¹; Aleksandr Putmakov¹; Sergey Pospolita¹; Sergey Ruvinsky¹

¹ *Budker INP SB RAS*

² *BINP*

³ *Budker Institute of Nuclear Physics Siberian Branch Russian Academy of Sciences (BINP SB RAS)*

⁴ *Budker Institute of Nuclear Physics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences (BINP SB RAS)*

Corresponding Author: n.s.kremnev@inp.nsk.su

Рассматриваются конструкции основных элементов магнитной, вакуумной, высоковольтной частей системы электронного охлаждения коллайдера НИКА. Вопросы обеспечения возможности монтажа установки в помещениях ускорительного комплекса ОИЯИ.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 094 / 189

Модернизация ионно-оптической системы ускорителя VITA

Author: Georgy Ostreinov¹

Co-authors: Sergey Taskaev²; Sergey Savinov²; Ivan Shchudlo²

¹ *Budker INP SB RAS*

² *Budker Institute of Nuclear Physics*

Corresponding Author: g.m.ostreinov@inp.nsk.su

Считается, что наилучшее качество пучка нейтронов для бор-нейтронозахватной терапии (БНЗТ) злокачественных опухолей можно получить в реакции ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$, используя ускоритель заряженных частиц с относительно низкой энергией, но большой интенсивности, и литиевую мишень. В Институте ядерной физики СО РАН разработан линейный электростатический тандемный ускоритель оригинальной конструкции, получивший название ускоритель-тандем с вакуумной изоляцией. Его используют для развития методики БНЗТ и для ряда других приложений в ИЯФ СО РАН, для лечения больных в клинике БНЗТ в Сымыне (Китай) и планируют использовать для лечения больных в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина в Москве. В ускорителе реализован режим “сильной” фокусировки, когда пучок отрицательных ионов водорода перефокусируют на вход в ускоритель - в область сильной входной электростатической линзы. Выставление режима оптимального получения пучка протонов обеспечивают применением проволочного сканера, набором видеокамер, направленных в ускоритель, и набором медных охлаждаемых диафрагм с термopарами в тракте транспортировки пучка протонов.

В работе рассмотрен режим “мягкого” ввода пучка ионов в ускоритель, в котором используют электростатическую Q-spout линзу (предускоряющий электрод). Проведены аналитические и численные расчеты траекторий, фазового портрета и эмиттанса пучков

протонов и дейтронов в диапазоне энергий 0,2 - 2,3 МэВ. Показано, что использование предусоряющей электростатической линзы позволяет избежать перефокусировки пучка сильной входной линзой ускорителя и улучшить его прохождение через ионно-оптический тракт. В таком режиме фокусировки фазовый портрет пучка протонов менее чувствителен к изменению тока и энергии ионов, что актуально для установки медицинского применения и для его использования в других приложениях.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда, грант № 19-72-30005, <https://rscf.ru/project/19-72-30005>.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 084 / 190

Molecular dynamic simulation of the electron beam relaxation and adiabatic acceleration in electron cooler

Author: MeiTang Tang¹

Co-authors: LiJun Mao¹; Jie Li¹; He Zhao¹; Fu Ma¹; XiaoDong Yang¹; XiaoMing Ma¹

¹ *Institute of Modern Physics of CAS, Lanzhou, China*

To investigate the increase in longitudinal electron beam temperature resulting from transverse-longitudinal relaxation and longitudinal-longitudinal relaxation in the electron cooler and electron target of HIAF, the numerical simulations of the beam relaxation process utilizing a molecular dynamics approach were conducted. The impact of the magnetic field on the transverse-longitudinal relaxation process, as well as the effect of accelerating tube length on the longitudinal-longitudinal relaxation, were examined. Additionally, the simulation results were compared with theoretical values to validate our findings.

Young scientist paper:

Colliders 2 / 191

Precise measurement of the VEPP-4M beam energy near Y(1S) meson peak using resonant depolarization method with laser polarimeter

Author: Ivan Nikolaev¹

Co-authors: Viacheslav Kaminskiy²; Sergei Nikitin³; Vasily Kudryavtsev⁴; Pavel Piminov⁵; Vladimir Blinov⁵; Stepan Zakharov; Lev Shekhtman⁵

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*

² *Budker Institute of Nuclear Physics SB RAS*

³ *BINP SB RAS*

⁴ *BINP, NSU*

⁵ *Budker Institute of Nuclear Physics*

Corresponding Author: i.b.nikolaev@inp.nsk.su

The KEDR collaboration is preparing a new precision measurement of the $Y(1S)$ meson mass. To calibrate the beam energy by the method of resonant depolarization, we created a laser polarimeter facility. It allows us to measure the beam energy with an accuracy of 3×10^{-6} during KEDR data collecting run every half an hour.

Young scientist paper:

Posters II - Board: 004 / 192

VEPP-2000 control system. Tango migration and recent upgrades.

Authors: Alexander Senchenko¹; Yury Rogovsky²; E. Eminov²; A. Lysenko²; A. Kasaev²; Andrey Krylov³; A. Morsin⁴

¹ BINP SB RAS, NSU

² BINP

³ Budker INP SB RAS

⁴ BINP SB RAS

Corresponding Author: a.i.senchenko@inp.nsk.su

Electron-positron collider VEPP-2000 was recommissioned after deep upgrade in 2016. Since then it continuously delivers data for high-energy physics. In 2017, it was decided to use Tango Controls for new projects and subsystem modernization. The paper presents current status of migration to Tango and planned modernization of control system.

Young scientist paper:

Colliders 1 / 193

Новый метод монохроматизации e^+e^- столкновений.

Author: Valery Telnov¹

¹ BINP, Novosibirsk Univ.

Corresponding Author: telnov@inp.nsk.su

Относительный разброс инвариантной массы W (энергии в системе центра масс) при $^+$ столкновениях составляет порядка 10^3 , что во много раз больше ширины узких резонансов J/ψ , $(2S)$, $(1S)$, $(2S)$ и $(3S)$ мезонов, тауония и др. В докладе обсуждается новый метод монохроматизации столкновений, где вклад энергетического разброса в пучке компенсируется путем введения в месте встречи соответствующей корреляции между углом частицы и ее энергией. Возможно получение $w/W = (3-5)10^{-6}$. Уменьшение w позволяет увеличить число рожденных резонансов и значительно повысить соотношение сигнала к фону (требуемый интеграл светимости $Lt \propto W^2$, что открывает новые уникальные возможности в изучении физики частиц.

Young scientist paper:

Posters I - Board: 061 / 194

Линейные e^+e^- и e^-e^- коллайдеры с рекуперацией энергии**Author:** Valery Telnov¹¹ BINP, Novosibirsk Univ.**Corresponding Author:** telnov@inp.nsk.su

В докладе рассматриваются линейные сверхпроводящие коллайдеры с рекуперацией энергии. Для исключения паразитных столкновений предполагается использование двояных ускоряющих структур (параллельных линаков, соединенных по СВЧ). В случае e^+e^- столкновений пучки используются многократно, коллайдер работает в непрерывном режиме или со скважностью, в зависимости от имеющейся мощности. В случае e^-e^- коллайдера проще работать с рекуперацией энергии, но с однократным использованием пучков. Рассчитаны возможные светимости с учетом эффектов встречи, потерь энергии на излучение, возбуждение высоких гармоник, затрат энергии на отвод тепла. Для хиггсовской e^+e^- фабрики с $2E=250$ ГэВ при полной мощности 100 МВт достижима светимость около 10^{36} см²¹, на два порядка выше, чем на ИЛС. Для e^-e^- коллайдера, который также представляет большой интерес, при тех же параметрах достижимая светимость в несколько раз выше. Для таких коллайдеров предпочтительно использовать Nb₃Sn, работающий при T = 4.5 К. Интересно, что светимость при фиксированной полной мощности не зависит прямо от ускоряющего градиента, а зависит только от изменения добротности как $L \propto Q^{1/2}$ для e^+e^- коллайдера и как $L \propto Q^{1/4}$ для e^-e^- коллайдера, что позволяет использовать максимально-возможные ускоряющие градиенты.

Young scientist paper:

Heavy Ions Accelerators / 195

Resonant scattering of plane-wave and twisted photons by ultra-relativistic partially stripped ions at the Gamma Factory (CERN)**Author:** Valeriy Serbo¹¹ Novosibirsk State University**Corresponding Author:** serbo@math.nsc.ru

Abstract: A theoretical investigation of the resonant elastic scattering of laser photons by ultra-relativistic partially stripped ions, that is the core process of the Gamma Factory project at the LHC, is presented. Special emphasis in the study is placed on the angular distribution and polarization of scattered photons. The scattering of both conventional plane-wave and twisted (or vortex) photons is explored in detail. For the scattering of initially twisted light that carries non-zero orbital angular momentum, the angular distribution of secondary photons is explored and the conditions under which they are also twisted are discussed.

Young scientist paper:

No

Accelerator's subsystems / 196

Serial magnetic measurements of the NICA Collider regular quadrupoles

Author: Dmitry Zolotikh¹

Co-authors: Vladimir Borisov¹; Ilya Donguzov¹; Oleg Golubitsky¹; Hamlet Khodzhibagiyani²; Bogdan Kondratiev¹; Sergei Kostromin¹; Dmitry Nikiforov¹; Ilya Nikolaichuk¹; Mikhail Shandov³; Andrey Shemchuk¹; Igor Smirnov¹; Ekaterina Zolotikh¹

¹ *JINR*

² *Joint Institute for Nuclear Research*

³ *Joint Institute for Nuclear Research, Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics*

Corresponding Author: zolotikh@jinr.ru

NICA Collider includes 140 regular quadrupole superconducting magnets. Manufacturing and testing of superconducting magnets are performed in Scientific and Experimental Department of Superconducting Magnets and Technologies (SEDSMT) in Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics (VBLHEP) Joint Institute for Nuclear Research (JINR, Dubna, Moscow region, Russian Federation). One of the most important stages of production is the measurements of the parameters of the magnetic field of superconducting magnets. It allows to control the quality of the magnet assembly and output parameters, which are used for arrangement in the tunnel of the NICA complex. Magnets were measured by a specially designed magnetic measurement system (MMS) at the ambient and operating (4.5 K) temperatures. This paper contains specification of MMS and results of magnetic measurements of the NICA Collider regular quadrupole magnets.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 088 / 197

The dosimetry test of the developed 3D-printed heterogeneous individual phantom on clinical linear accelerator

Authors: Sergri Stuchebrov¹; Angelina Bulavskaya¹; Elizaveta Bushmina¹; Anna Grigorieva^{None}; Irina Miloichikova¹

¹ *Tomsk Polytechnic University*

Corresponding Author: stuchebrov@tpu.ru

In the frame of this work an individual heterogeneous dosimetric phantom for human upper limb was developed using fused filament fabrication technique based on patient's tomographic data. For the phantom creation a special developed modified plastic materials suitable for 3D printing devices and capable of imitating human tissues in terms of their interaction with ionizing radiation were used.

The developed phantom was irradiated with a 6 and 10 MeV photon beam of clinical linear accelerator using the volumetric modulated arc therapy. The comparison data of experimental results of the 3D-printed phantom irradiation and the treatment plan are in a good agreement.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 019 / 198

Modernization of the KSRS automated control system

Author: Evgeniy Kaportsev¹**Co-authors:** V. Korchuganov²; Alexander Valentinov²; Yury Krylov²; N. Moseiko²¹ *NRC Kurchatovskiy institut*² *NRC Kurchatov Institute***Corresponding Author:** kaporcev@gmail.com

This article presents some technical solutions, problems and ways to overcome them in the process of modernization of synchronization systems and electron beam forming systems in the accelerator-storage complex.

Young scientist paper:**Posters I - Board: 018 / 199**

Сверхпроводниковые магниты источников ионов

Author: Yury Klimchenko¹**Co-authors:** Elena Zapretalina²; Nikolay Hitrov²; Victor Tanchuk²; Oleg Kovalchuk²; Evgeniy Lamzin²; Alexey Labusov²; Tatiana Khon²¹ *JSC «D.V.Efremov Institute of Electrophysical Apparatus»*² *Join Stock Company «D.V.Efremov Institute of Electrophysical Apparatus»***Corresponding Author:** yury.klimchenko@gmail.com

На сегодняшний день ускорительные установки различной конфигурации находят большое применение в сферах медицинской и научной деятельности. Одним из основных направлений работ по развитию ускорительной техники является увеличение энергии пучков заряженных частиц, что достигается совершенствованием магнитной системы ускорителя и системы инжекции.

Данная статья посвящена разработке специалистами АО «НИИЭФА» сверхпроводниковых магнитов, применяемых в системах инжекции (источники ионов) различного типа. В статье представлены два сверхпроводниковых магнита различной конфигурации, применяемых: в сильноточном инжекторе многозарядных ионов на базе сверхпроводникового ионного источника ЭЦР (электронно-циклотронный резонанс) типа с индукцией магнитного поля на оси со стороны инжекции 4 Тл со стороны экстракции пучка ионов 2-2,5 Тл, и в электронно-лучевом источнике многозарядных ионов системы внешней инжекции циклотронного комплекса с индукцией магнитного поля 5 Тл соответственно.

В статье приведены: обоснование выбора основных параметров магнитной системы и ее защиты, электромагнитный, тепловой и механический анализ выбранной конфигурации магнитной системы. Описаны преимущества сверхпроводниковых магнитов по сравнению с традиционными «теплыми» магнитами.

Young scientist paper:**Beam dynamics etc. / 200**

Изготовление и тестирование элементов высоковольтной системы электронного охлаждения для коллайдера NICA

Author: Maxim Bryzgunov¹

Co-authors: Vasily Parkhomchuk²; Vladimir Reva³; Aleksandr Bublely⁴; Andrey Denisov⁵; Vitaliy Panasyuk⁴; Alexey Petrozhitskiy⁶; Anatoly Goncharov⁵; Viktor Kremnev⁵; Nikolay Kremnev⁴; Sergey Shiyankov⁴; Aleksandr Putmakov⁴; Valery Konstantinov⁵; Petr Muratkoziev⁵; V. G. Tcheskidov⁵; Vladimir Korchagin⁴; Sergey Pospolita⁴; Lyudmila Pospolita⁵; Valery Polukhin⁵; Galina Erg⁵; Sergey Ruvinsky⁴; Oleg Belikov⁴; Vladimir Chekavinskiy⁵; Leonid Schelolev⁵; Dmitry Skorobogatov⁷; Igor Gusev⁵; Dmitriy Senkov⁴; Dmitriy Pureskin⁴; K. Gorchakov²; Roman Vakhrushev⁵; Alexander Batrakov¹; Konstantin Shtro¹; Anton Pavlenko¹; Mikhail Kondaurov⁵; Gennady Karpov²; Mikhail Fedotov⁵; Evgeniy Bekhtenev²; Andrey Ivanov⁵; Alexander Zharikov⁴

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences (BINP SB RAS)*

² *BINP*

³ *Budker Institute of Nuclear Physics Siberian Branch Russian Academy of Sciences (BINP SB RAS)*

⁴ *Budker INP SB RAS*

⁵ *Budker Institute of Nuclear Physics*

⁶ *Budker Institute of Nuclear Physics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences*

⁷ *BINP RAS*

Corresponding Author: m.i.bryzgunov@inp.nsk.su

В ИЯФ СО РАН продолжается реализация высоковольтной системы электронного охлаждения для коллайдера NICA, необходимой для достижения проектной светимости комплекса в ион-ионных столкновениях. Система состоит из двух независимых охладителей на энергию электронов до 2.5 МэВ с током до 1 А, которые одновременно охлаждают два встречных ионных пучка. В статье описывается состояние дел в реализации данной системы и результаты тестирования ее элементов.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 061 / 201

The project of optical diagnostics of the beam dimensions of the storage with ultra-low emittance SKIF and its features

Author: Victor Dorokhov^{None}

Co-author: Oleg Meshkov¹

¹ *BINP SB RAS*

Corresponding Author: v.l.dorokhov@inp.nsk.su

The development of cyclic accelerators serves as a foundation in the field of synchrotron and neutron research, which is necessary for the creation of breakthrough technologies, as well as for the creation and development of research infrastructure. For this purpose, a synchrotron radiation source of generation 4+ is being created in Novosibirsk, – SKIF. The main feature of this installation is an ultra-low emittance that allows you to provide a high beam brightness for research in various fields of science and technology. Important for SKIF is the availability of diagnostic tools that provide measurement of the transverse beam dimensions, which will help to minimize the emittance during setup and allow it to be compared with the calculated

value of 75 [$pm \cdot rad$].

The calculated emittance of 75 [$pm \cdot rad$] corresponds to the vertical beam size of less than 8 microns at the radiation extraction sites. As part of the working project, a diagnostic complex was developed that includes a beam size monitor based on a double-slit interferometer. The monitor should provide interferometric measurements using sigma-polarized SR both in the visible range and in the near ultraviolet, which will provide additional opportunities to verify the consistency of the results of beam size measurements.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 113 / 202

Работа ВЧ систем в ходе совместных сеансов Бустера и Нуклотрона

Author: Anton Volodin¹

Co-authors: Anatoly Sidorin¹; Evgeny Syresin¹; George Fatkin²; Oleg Brovko¹; Valery Levedev¹

¹ *JINR*

² *Novosibirsk State University*

Corresponding Author: volodin@jinr.ru

В докладе обсуждаются результаты пусконаладочных работ ВЧ систем инжекционного комплекса NICA и планы по их дальнейшему развитию. Подготовка инжекционного комплекса к коллайдеру требует увеличения интенсивности пучка на выходе Нуклотрона примерно на два порядка. Это требует оптимизации всех систем комплекса и в том числе значительного уменьшения потерь, связанных с ВЧ системами. Полученный опыт позволяет выбрать оптимальную стратегию для дальнейшего развития ВЧ систем. Основными направлениями являются: (1) накопление пучка в продольном фазовом пространстве при инжекции в Бустер, (2) уменьшение роста продольного эмиттанса при ускорении, (3) перепуск пучка сгусток-в-сгусток из Бустера в Нуклотрон без роста продольного эмиттанса и (4) минимизация потерь при ускорении и перепусках пучка. Последнее требует согласования темпа ускорения с возможностями существующих ВЧ систем.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 121 / 203

Longitudinal dynamic in NICA Barrier Bucket RF System at transition energy including impedances in BLonD

Authors: Sergey Kolokolchikov¹; Yury Senichev²; Alexander Aksentev³; Aleksei Melnikov¹

Co-authors: Vladimir Ladygin⁴; Evgeny Syresin⁴

¹ *INR RAS*

² *Institute for Nuclear Research*

³ *INR of RAS*

⁴ *JINR*

Corresponding Author: alexaksentyev@gmail.com

The paper investigates the influence of space charge impedances, as well as RF resonators, on longitudinal dynamics during the procedure of transition energy crossing with a jump. A distinctive feature is the use of Barrier Bucket RF, as a result a specific distribution of the beam in the phase space, different from the classical one formed by harmonic RF.

Young scientist paper:

Yes

SR and FEL sources 2 / 204

The 3rd generation synchrotron radiation source KSRS-2

Authors: Yevgeniy Fomin¹; V. Korchuganov¹; Antonina Smygacheva²; V. Ushakov¹; Alexander Valentinov¹

¹ *NRC Kurchatov Institute*

² *NRC "Kurchatov Institute*

Corresponding Author: yafomin@gmail.com

В настоящее время в НИЦ “Курчатовский институт” разработан проект модернизации действующего источника синхротронного излучения 2 поколения. Целью проекта является создание нового источника синхротронного излучения в существующей геометрии (периметр 124 м), обеспечивающего переход к параметрам излучения, присущим источникам 3-его поколения. Обязательным требованием к новому комплексу является сохранение всех действующих в настоящее время экспериментальных станций и действующей ВЧ системы основного накопителя.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 051 / 205

Модернизация системы электропитания канала ВП1 пучков, выведенных из Нуклотрона

Author: Sergei Kirov¹

Co-authors: Александр Шурыгин²; Александр Копченков²; Дмитрий Грибов²; Никита Травин²; Сергей Арефьев; Виктор Карпинский²; Андрей Бутенко²; Андрей Караваев²; Владимир Товстуха²

¹ *JINR (ОИЯИ)*

² *ОИЯИ*

Corresponding Author: srgkirov@jinr.ru

Общее описание системы электропитания канала вывода пучков из Нуклотрона ВП1. Обзор работ, проведенных при модернизации системы. Обзор достигнутых в ходе модернизации результатов.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 074 / 207

Исследование влияния волн пространственного заряда на измерения положения электронного пучка с помощью пикап-электродов

Author: Eldar Urazov¹

Co-authors: Evgeniy Bekhtenev²; Maxim Bryzgunov³; Vasily Parkhomchuk²; Vladimir Reva⁴

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics, Novosibirsk State University*

² *BINP*

³ *Budker Institute of Nuclear Physics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences (BINP SB RAS)*

⁴ *Budker Institute of Nuclear Physics Siberian Branch Russian Academy of Sciences (BINP SB RAS), Novosibirsk State University*

Corresponding Author: e.urazov@g.nsu.ru

Экспериментальные данные показывают, что распространение волн пространственного заряда влияет как на суммовый сигнал на электродах пикапа, так и на результаты измерения положения пучка. Аксиально-симметричные волны, в соответствии с теоретическими предсказаниями, могут значительно снизить суммовый сигнал и ухудшить точность измерений. Асимметрия в модуляции плотности заряда приводит к поперечному смещению возмущения плотности пространственного заряда на величину порядка размеров пучка, что может привести к значительным ошибкам в измерении положения пучка.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 097 / 208

Gamma radiation simulations of the medical therapy LINAC's target

Authors: Taras Bondarenko¹; Andrew Batov¹; Roman Zbruev¹; Sergey Polozov¹

¹ *NRNU MEPhI*

Corresponding Author: tvbondarenko@mephi.ru

The development of compact linear accelerator for medical radiation therapy has come to the final stage of production at NRNU MEPhI. The developed linac will be used to generate a gamma radiation for the external beam therapy of the patient. Generation of the gamma

beam in the linac's target is the topic of this article. Results of the Monte-Carlo simulations for the radiation spectrums and directivity without applying a flattening filter or external collimation are presented.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 033 / 209

Настройка и оптимизация волноводного СВЧ тракта стенда линейного ускорителя инжектора проекта СКИФ

Author: Kirill Smirnov¹

Co-author: Aleksey Levichev ¹

¹ *Budker INP SB RAS*

Corresponding Author: smirnov.kirill.01.39@gmail.com

В настоящее время в разработке находится проект «Сибирского Кольцевого Источника Фотонов» («СКИФ»). Этот источник синхротронного излучения 4+ поколения позволит проводить исследования в различных областях науки. «СКИФ» состоит из синхротрона, бустерного кольца и линейного ускорителя. Линейный ускоритель рассчитан на энергию 200 МэВ. Затем в бустерном кольце электронные пучки набирают необходимую для работы синхротрона энергию в 3 ГэВ.

За создание проекта «СКИФ» отвечает Институт Ядерной Физики им. Бункера, в котором ранее уже создавалось аналогичное оборудование, а именно – линейный ускоритель и накопитель. Линейный ускоритель с энергией 200 МэВ в настоящее время работает на инжекционном комплексе ВЭПП-5. Линейный ускоритель проекта «СКИФ» состоит из пяти регулярных ускоряющих структур (УС), предускорителя-группирователя, источника электронов, магнитной системы, а также волноводного СВЧ тракта, занимающегося доставкой мощности (50 МВт) от клистрона до ускоряющих структур и рассчитанного на рабочую частоту 2856 МГц. В данной работе описываются, измерения и настройка элементов волноводного тракта первого клистрона, который в настоящее время работает совместно с начальной частью линейного ускорителя в ИЯФ СО РАН.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 062 / 210

Quasi-frozen spin lattice for EDM search and its matrix properties

Author: Aleksei Melnikov¹

Co-authors: Alexander Aksentev ²; Yury Senichev ³; Sergey Kolokolchikov ¹

¹ *INR RAS*

² *INR of RAS*

³ *Institute for Nuclear Research*

Corresponding Author: alexaksentyev@gmail.com

The basic idea to search for the Electric Dipole Moment (EDM) of charged particles in a storage ring was first proposed by the BNL. It assumes observation of the vertical buildup of beam polarization caused by the EDM in a so-called Frozen Spin (FS) lattice. The latter is composed of electrostatic deflectors to keep the momentum of the beam aligned with the direction of a polarization vector. However, this concept can be realized only for particles with positive magnetic anomaly (G), e.g., protons, and requires a lattice to be designed specifically for this purpose.

To perform the EDM experiments with particles characterized with positive and negative G one can use Quasi-Frozen Spin (QFS) lattice. It can be realized on the basis of the existing synchrotron, e.g. NICA, with magnetic arcs and additional E+B elements at straight sections. So, that the net in-plane rotation of the spin-vector in the arcs is compensated in the E+B deflectors.

The main features of the QFS lattice were calculated in the spinor formalism, such as a spin-tune and a direction of the invariant spin axis. As the radial field perturbations play a crucial role in the EDM measurement procedure, the difference of FS and QFS lattices was investigated in this regard.

Young scientist paper:

Posters I - Board: 092 / 211

Slow beam extraction from Nuclotron: numerical calculations and experimental results

Authors: Valeri Lebedev¹; Vladimir Mikhaylov¹; Victor Smirnov¹; Mikhail Shandov²

¹ *Joint Institute for Nuclear Research*

² *Joint Institute for Nuclear Research, Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics*

Corresponding Author: vsmirnov@jinr.ru

Results of analytical and numerical calculations of slow beam extraction from Nuclotron are presented. The simulations aimed to verification of measured data and definition of the system optimal settings for future improvements of the accelerator. A comparison of calculated data and experimental results measured with heavy ions accelerated in an injection part of the NICA accelerator complex. Possible causes of beam losses are analyzed in order to formulate experimental ways for increasing of the beam extraction efficiency.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 054 / 212

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВАКУУМА В СТРУКТУРАХ ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ ЛУ-2

Author: Nikolai Kristi^{None}

Co-authors: Timur Kulevoy ¹; Andrey Marchenkov ²; Igor Mashin ³

¹ *KCTEP - NRC Kurchatov institute*

² *NRC Kurchatov Institute - ITEP*

³ *FSUE RFNC-VNIIEF*

Corresponding Author: electi@mail.ru

В ККТЭФ НИЦ “Курчатовский институт” ведутся работы по разработке линейного ускорителя ЛУ-2. На этапе проектирования, для получения рабочего вакуума в структурах IS, LEVT, RFQ, MEVT, DTL не хуже 1×10^{-7} мбар и канала вывод пучка HEVT не хуже 1×10^{-9} мбар, было произведено моделирование процесса вакуумной откачки. Для этого был использован программный продукт MolFlow+, основанный на численном методе Монте-Карло.

По результатам моделирования были определены скорости откачки откачных средств для достижения соответствующего вакуума. На основании полученных результатов разработаны принципиальные схемы вакуумной откачки ЛУ-2.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 006 / 213

DESIGN OF A RF PHOTOGUN FOR A LINAC – INJECTOR FOR THE USSR FEL

Author: Iliia Ashanin¹

Co-authors: Taras Bondarenko ²; Maria Gusarova ³; Yulia Kluchevskaia ²; Mikhail Lalayan ³; Sergey Polozov ²; Vladimir Rashchikov ¹; Mikhail Vladimirov ²

¹ *NRNU MEPHI*

² *NRNU MEPhI*

³ *MEPhI*

Corresponding Author: smpolozov@mephi.ru

A S-band linear accelerator equipped by RF photogun with operating frequency of 2.8 GHz is being under development at the NRC «Kurchatov Institute». This linac will be used as the top-up injector for the storage ring of the Ultimate Source of Synchrotron Radiation (USSR) and as a driver of high-brightness bunches for FEL. The geometric parameters optimization and electrodynamic characteristics simulation in the RF-gun based on 3.6-cells -mode standing wave accelerating structure were done. Beam dynamics studies were performed. Thermal processes analysis results will be reported. Details of a coaxial RF-coupler construction will also discuss. The design of the accelerating cavity will be presented.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 022 / 214

VEPP-5 injection complex application-level software

Author: Fedor Emanov¹

¹ BINP

Corresponding Author: f.a.emanov@inp.nsk.su

VEPP-5 injection complex is a beam source for BINP colliders. Its control system software based on CXv4 framework that provides hardware abstraction and communication. Centralized configuration and control software for injection complex was developed in Python. In order to do that was created a set of libraries which simplifies development and prototyping of control services and PyQt applications. Configuration tools use PostgreSQL database, which contains logical structure of machine. Software description and development experience are discussed.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 081 / 215

Status and development of electron cooler in HIAF

Author: Lijun Mao¹

Co-authors: Xiaoping Sha ¹; Mingrui Li ¹; Yubin Zhou ¹; Haijiao Lu ¹; Lixia Zhao ¹; Xiaoming Ma ¹; Fu Ma ¹; Jie Li ¹; He Zhao ¹; Xiaodong Yang ¹; Kaiming Yan ²

¹ *Institute of Modern Physics of CAS, Lanzhou, China*

² *Institute of Modern Physics of CAS, Lanzhou, and University of CAS, Beijing, China*

The High Intensity heavy-ion Accelerator Facility (HIAF) is under constructed in China. The main feature of HIAF is to provide medium and high energies, high intensity heavy ion beams for nuclear and atomic physics. The Spectrometer Ring (SRing) is the most important experimental terminal of HIAF. A 450 keV electron cooler is designed and will be installed to reduce the beam phase volume and improve the beam quality. It consists of a thermionic electron gun, collector, acceleration and deceleration tubes, homogeneous guiding magnetic field, -450 kV high voltage platform, ultra-high vacuum system and so on. The electron beam with the maximum energy of 450 keV and current of 2.0A can be provided to cool heavy ion beams with the energy up to 800 MeV/u. In this paper, the status and development of components of the cooler was introduced. The key technical challenges including the homogenous longitudinal magnetic field, the low-ripple high voltage system, the electron gun and the collector were presented. The schedule of the installation and commissioning was also discussed in this paper.

Young scientist paper:

Posters I - Board: 077 / 216

Coupled Twiss Parameters Estimation from TbT Data

Authors: Ivan Morozov^{None}; Pavel Piminov¹

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*

Corresponding Author: sithif@gmail.com

Linear optics parameters are often estimated using readily available turn-by-turn (TbT) data. In-plane beta functions are the most common measurement objectives that can be estimated from TbT data amplitudes or phases. In addition to estimating uncoupled twiss parameters, TbT data can also be utilized for characterizing coupled linear motion. This paper investigates several methods for constructing a full normalization matrix at each beam position monitor (BPM). BPMs provide information on beam transverse coordinates, but direct measurement of transverse momenta is not available. To estimate momenta, one can use a pair of BPMs or fit data from several BPMs. After obtaining coordinates and momenta, the one-turn matrix or its power can be fitted at each BPM to obtain coupled twiss parameters. Another approach involves fitting linear coupled invariants expressed in terms of normalization matrix. In this study, a special form of a normalization matrix, which is non-singular in the zero coupling limit, is derived and utilized to obtain linear invariants. Likewise, the normalization matrix can be fitted to minimize coupling in normalized coordinates. Coupled twiss parameters can be obtained from normalization matrix. This paper presents the results of applying and comparing these methods to model and measured VEPP-4M TbT data.

Young scientist paper:

Posters I - Board: 078 / 217

Combining Methods for Localization of Linear Focusing Errors

Authors: Ivan Morozov^{None}; Pavel Piminov¹

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*

Corresponding Author: sithif@gmail.com

The main objective in accelerator tuning is to correct linear optics. This involves adjusting a set of knobs, such as quadrupole strength and alignment errors, as well as addressing various calibration errors in beam monitors and other components. These errors can have a substantial impact on the performance of the accelerator. Using the full set of knobs might reduce the correction efficiency. Typically, it is advisable to prioritize the correction of large errors, as localizing them may enhance the overall efficiency of the correction process. The primary objective of localization is to identify and pinpoint potential sources of errors along with potential region. This paper explores and compares several commonly used error localization methods for the VEPP-4M model. By employing multiple methods, it becomes possible to cross-validate the results of the localization process.

Young scientist paper:

Posters I - Board: 079 / 218

Data Driven Accelerator Model Fit Based On Generating Functions

Authors: Ivan Morozov^{None}; Yuliya Maltseva^{None}

Corresponding Author: sithif@gmail.com

Beam position monitors (BPMs) can generate large amount of data that can be used to fit linear and nonlinear accelerator model. This paper presents an enhanced formulation of our previous method for fitting accelerator model using BPMs data and generating functions (GFs). The

accelerator model comprises a collection of transport mappings and their corresponding GFs between different pairs of BPMs. GFs can be used to compute momenta for given coordinates even in nonlinear case, thus coordinates and momenta can be propagated to any other BPM and compared with measured coordinate values. The optimization objective is to minimize a loss function, like mean squared error (MSE) or other, between reconstructed and measured coordinates. In this study, gradient-based optimization methods are employed to optimize the objective function, leveraging the ability of automatic differentiation (AD) to compute derivatives of propagated coordinates. In order to improve the robustness of the procedure and estimate output uncertainties, bootstrapping can be applied to the initial values of fitting knobs, measured input and output coordinates. This paper provides a comprehensive method description, along with its application to model examples.

Young scientist paper:

Posters I - Board: 076 / 219

Differentiable Accelerator Modeling Library

Author: Ivan Morozov^{None}

Corresponding Author: sithif@gmail.com

Application of automatic differentiation (AD) has a long history in accelerator modeling. Primarily, forward mode AD is used to construct Taylor approximations for one-turn transformations, computation of normal forms, and various other tasks. In this scenario, the differentiable variables correspond to phase space coordinates. It is also feasible to utilize knob parameters as differentiable variables to calculate the parametric dependence of various significant quantities. The continuous advancement of machine learning (ML) tools has led to the emergence of diverse and comprehensive libraries that facilitate the implementation of AD. This paper presents a detailed description of a differentiable accelerator modeling library that is built upon the PyTorch framework. The library provides the capability to calculate higher-order partial derivatives with respect to one or several tensor-like variables. This functionality enables the computation of parametric-dependent fixed points, coupled twiss parameters, Taylor transport mappings, invariants, and various other observables. Computation of parametric closed orbit and twiss parameter allows to construct response matrices and can be used in sensitivity analysis. Gradient-based methods can be effectively employed for optics matching, as the derivatives are readily accessible. First order phase space derivatives can be used for chaos identification. The computation of Hessians for objective functions enables informed initializations in derivative-free optimization. Higher-order derivatives can be utilized to construct surrogate Taylor models of transport mappings or other observables.

Young scientist paper:

Posters II - Board: 053 / 220

Система синхронизации ускорительно-накопительного комплекса СКИФ

Author: Sergey KarnaeV¹

Co-authors: Pavel Cheblakov¹; Alexey Gerasyov¹; Dmitriy Lipoviy ; Gennadiy Karpov¹

¹ BINP

Corresponding Author: karnaev@inp.nsk.su

Ускорительно-накопительный комплекс (УНК) СКИФ состоит из линейного ускорителя на 200 МэВ, бустерного синхротрона на 3 ГэВ и основного накопительного кольца, на котором размещаются вставные устройства для генерации синхротронного излучения. В состав УНК входят около 2500 различных устройств, требующих синхронного управления с целью получения, ускорения и накопления пучка электронов. В данной статье рассматривается система, обеспечивающая синхронизацию работы импульсных устройств линейного ускорителя и систем впуска/выпуска пучка, синхронное управление элементами магнитной и ВЧ систем установок комплекса, а также синхронизацию работы программного обеспечения.

Young scientist paper:

Posters II - Board: 038 / 221

Дипольные магниты с однородным полем проекта СКИФ

Author: Kseniia Riabchenko¹

Co-author: Aleksandr Starostenko¹

¹ *Budker INP*

Corresponding Author: kseny121195@mail.ru

В 2019 году началась активная работа по проектированию серий магнитных элементов для синхротронного источника СКИФ (сибирский кольцевой источник фотонов). СКИФ – это источник синхротронного излучения четвертого поколения. Данная установка будет состоять из 3х основных частей: линейного ускорителя на энергию 200 МэВ; бустера – синхротрона с максимальной энергией 3 ГэВ и длиной орбиты 158 м; накопительного кольца с 16-ти кратной симметрией, энергией 3 ГэВ и периметром в 476 м.

В рамках данного проекта для накопительного кольца СКИФа проводились разработка и изготовление С-образных дипольных магнитов ($L_{eff} = 69$ см, 32 штуки), которые будут располагаться в прямолинейных промежутках кольца с большой x . Требуемое качество поля для рассматриваемых диполей должно быть не хуже, чем 5×10^{-4} .

Кроме этого, на стадии изготовления находятся четыре горизонтальных дипольных магнита для транспортного канала от ЛИНАКа к бустеру, а также три дипольных магнита для канала от бустера до накопителя.

Young scientist paper:

Yes

Beam dynamics etc. / 222

Свободная прецессия спинов как альтернатива методу резонансной деполяризации в будущих электрон-позитронных коллайдерах

Author: Ivan Koop^{None}

Co-authors: Egor Bedarev¹; A. Otboev²; Yu. Shatunov²

¹ *Budker INP SB RAS*

² *BINP*

Corresponding Author: iakoop@mail.ru

В будущих электрон-позитронных колайдерах, таких как FCC-ee и CEPC, планируется прецизионно измерять энергию пучков методом резонансной деполяризации. Мы в этой работе предлагаем альтернативный подход, основанный на быстром резонансном повороте спинов в горизонтальную плоскость кольца и последующем их свободном вращении вокруг равновесного вертикального направления. Частоту свободной когерентной прецессии спинов предлагается измерять по биениям числа событий рассеяния электронов, взаимодействующих с циркулярно-поляризованным светом лазера. Фурье анализ числа рассеянных за пределы апертуры кольца электронов определит частоту свободной прецессии. В работе произведено моделирование спиновой динамики на всех стадиях процесса с учётом синхротронных колебаний и энергетической диффузии, а также сделаны статистические оценки точности определения частоты прецессии спинов для параметров пучка в FCC-ee.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 059 / **223**

Исследование возможности динамического управления спином поляризованных протонов и дейтронов на ускорительном комплексе NICA

Author: Egor Bedarev¹

Co-authors: Ivan Koop ; A. Otboev²; Yu. Shatunov²

¹ *Budker INP SB RAS*

² *BINP*

Corresponding Author: e.bedarev@g.nsu.ru

В ОИЯИ совместно с ИЯФ СО РАН планируется проведение экспериментов с ускорительным комплексом NICA, посвященных изучению спиновых эффектов в столкновениях pp и dd. В рамках данной физической программы планируется эксперимент по проверке нарушения P-четности в pd-рассеянии на мишени. Для осуществления данного эксперимента необходимо изучение возможности получения пучка p или d с динамически устойчивой продольной поляризацией разного знака. В данной работе рассмотрено исследование организации такой конфигурации спина с помощью ВЧ-ротаторов в кольце Nuclotron. Произведено моделирование процесса поворота спина пучка дейтронов и протонов в горизонтальную плоскость с учетом синхротронных колебаний и энергетической диффузии. На основании полученных результатов были сделаны выводы о возможности получения динамически устойчивой продольной поляризации данным способом, предложены параметры и принципиальная схема ВЧ-ротаторов.

Young scientist paper:

Yes

Accelerator's subsystems / 224

Диполь на постоянных магнитах накопителя СКИФ

Author: Aleksander Starostenko¹

Co-authors: Tatyana Rybitskaya ; Alexey Pakhomov ¹; Konstantin Zhilyaev ¹

¹ *Budker INP*

Corresponding Author: astar@inp.nsk.su

В 2019 году началась активная работа по проектированию серий магнитных элементов для синхротронного источника СКИФ (сибирский кольцевой источник фотонов). СКИФ – это источник синхротронного излучения четвертого поколения. Данная установка будет состоять из 3х основных частей: линейного ускорителя на энергию 200 МэВ; бустера – синхротрона с максимальной энергией 3 ГэВ и длиной орбиты 158 м; накопительного кольца с 16-ти кратной симметрией, энергией 3 ГэВ и периметром в 476 м.

В рамках данного проекта для накопительного кольца СКИФа проводились разработка и изготовление диполей с полем свыше 2 Тл, созданных на основе постоянных магнитов с катушками коррекции ($L_{eff} = 21$ см, 16 штук).

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 058 / 225

Планирование эксперимента по определению бегущего угла Вайнберга на энергии J/ψ мезона на тау-чарм фабрике

Author: Egor Bedarev¹

Co-authors: Ivan Koop ; A. Otboev ²; Yu. Shatunov ²

¹ *Budker INP SB RAS*

² *BINP*

Corresponding Author: e.bedarev@g.nsu.ru

В ИЯФ СО РАН планируется создание ускорительного комплекса Супер Чарм-Тау Фабрики (СЧТФ), работающего в широком диапазоне энергий $2E = 2 - 5$ ГэВ в с.д.м. и имеющего проектную светимость $L = 1 \cdot 10^{35} \text{ см}^{-2} \text{ сек}^{-1}$. В рамках физической программы СЧТФ предлагается провести эксперимент по измерению бегущего слабого угла Вайнберга на энергии J/ψ мезона. Из-за малости предсказываемого эффекта необходимо исключить влияние систематической погрешности со стороны непредсказуемых изменений оптики кольца и пучкового фона. Для этого предлагается организовать частую смену знака продольной поляризации пучка электронов в месте встречи. В данной работе произведено исследование возможности переворота спина с помощью спинового ВЧ-ротатора в конфигурации накопительного кольца электронов с тремя Сибирскими змейками. На основании результатов моделирования сделаны выводы о возможности использования данного подхода.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 058 / 226

Магнитные элементы AFC и BDC с дипольной и квадрупольной компонентой для СКИФ.

Author: Tatyana Rybitskaya^{None}

Co-authors: Aleksandr Starostenko¹; Alexey Pakhomov¹

¹ *Budker INP*

Corresponding Author: taniij-r@mail.ru

Для нового источника синхротронного излучения были разработаны короткие элементы совмещающие дипольную и квадрупольную компоненты и имеющие аббревиатуры AFC и BDC. Характерные параметры AFC: диаметр апертуры 38 мм, эффективная длина 150 мм, градиент 50 Т/м, магнитное поле -0.35 Т, ограничения на интегральные основные гармоники $3 \cdot 10^{-4}$ на радиусе 10 мм при смещении траектории от оси на 7 мм. Характерные параметры BDC: эффективная длина 470 мм, градиент -10.7 Т/м, магнитное поле 0.46 Т, требуемое качество интеграла поля на уровне $3 \cdot 10^{-4}$ в поперечной области радиуса 10 мм. Представлен дизайн и первые измерения полей.

Young scientist paper:

Posters II - Board: 098 / 227

Система формирования пучка для БНЗТ поверхностных опухолей с замедлителем из материалов на основе оргстекла

Authors: Tatiana Sycheva¹; Evgeny Berendeev¹; Gleb Verkhovod^{None}; Sergey Taskaev¹

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*

Corresponding Author: sychevatatyanav@gmail.com

Ускоритель-тандем с вакуумной изоляцией разработан в институте ядерной физики для исследования БНЗТ. Нейтроны генерируются в реакции ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$. Для получения терапевтического пучка нейтронов используют систему формирования пучка состоящую из замедлителя, отражателя и фильтров. Замедлитель обычно изготавливают из MgF_2 из-за высокого значения сечения неупругого рассеяния нейтронов. Ранее нами было продемонстрировано, что для генерации нейтронов оптимально использовать энергию пучка протонов 2,3 МэВ.

В результате анализа принятых нами ранее решений по формированию терапевтического пучка нейтронов, работ других групп исследователей а также успешных результатов экспериментов по облучению лабораторных животных и клеточных культур, проводившихся на нашей установке, мы отметили, что с наметившейся в последнее время тенденцией к уменьшению энергии протонов, процесс неупругого рассеяния в MgF_2 уже не является определяющим в замедлении нейтронов и решили рассмотреть материалы на основе оргстекла в качестве материала замедлителя.

В данной работе представлен разработанный нами замедлитель из материала Poly-Biz, позволяющий получать нейтронный пучок такого же качества, как в системе формирования пучка с замедлителем из MgF_2 при энергии протонов 2,3 МэВ, но при более низком токе и энергии пучка протонов, что приведёт к уменьшению времени терапии и обеспечит более стабильную и надежную генерацию нейтронов.

Долгое время развитие методики БНЗТ сдерживалось недостатком ускорителей заряженных частиц, способных стабильно генерировать нейтроны при энергии протонного пучка 2,5 МэВ и токе 10 мА. Использование СФП с Poly-Biz может помочь упростить требования к ускорителям заряженных частиц и поспособствовать использованию в БНЗТ ускорителей, которые ещё не достигли требуемых параметров..

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 016 / 228

Upgrade of software of VEPP-2000 RF Control system

Author: Emil Eminov^{None}**Co-authors:** Alexander Senchenko ; Yury Rogovsky ¹; A. Lysenko ¹¹ BINP**Corresponding Author:** e.a.eminov@inp.nsk.su

VEPP-2000 RF Control system has been successfully operated since commission of accelerator facility in 2009. During this period, several updates were made to the system. Last update has shown that some elements of the software stack are not actively maintained, which may require additional support efforts from control system team. Development from scratch using modern software technologies was considered as the main solution.

A few years ago, it was decided to migrate software of the RF Control system to Tango Controls. The paper describes architecture of new system and current status.

Young scientist paper:

Yes

Modern trends / 229

Источник СИ четвертого поколения ЦКП «СКИФ»

Author: Евгений Борисович Левичев¹¹ ИЯФ СО РАН

В Новосибирске создается новый источник синхротронного излучения четвертого поколения Центр коллективного пользования «Сибирский кольцевой источник фотонов» (ЦКП «СКИФ»). Накопительный комплекс источника включает линейный ускоритель на энергию 200 МэВ, бустерный синхротрон с максимальной энергией 3 ГэВ и накопительное кольцо с периметром 476 м и горизонтальным эмиттансом 75 пм. Постановка генераторов излучения – многополосных сверхпроводящих вигглеров и ондуляторов – позволяет дополнительно уменьшить эмиттанс пучка. В настоящее время существенная часть оборудования ускорительного комплекса разработана и изготавливается. В докладе рассказывается о концептуальных решениях, используемых в новом источнике СИ, его статусе и перспективах.

Young scientist paper:

Posters II - Board: 083 / 230

Генерация мощного потока нейтронов для радиационного тестирования перспективных материалов

Author: Ivan Shchudlo¹

Co-authors: Aleksey Koshkarev²; Evgeniia Sokolova³; Georgy Ostreinov⁴; Iaroslav Kolesnikov³; Sergey Taskaev²; Timofey Bykov³

¹ BINP SB RAS

² Budker Institute of Nuclear Physics

³ BINP

⁴ Budker INP SB RAS

Corresponding Author: cshudlo.i.m@gmail.com

В Институте ядерной физики СО РАН предложен и создан ускорительный источник нейтронов VITA, включающий в себя электростатический тандемный ускоритель заряженных частиц оригинальной конструкции, названный со временем ускорителем-тандемом с вакуумной изоляцией, для получения стационарного пучка протонов или дейтронов, оригинальную тонкую литиевую мишень для генерации нейтронов в реакциях ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ или ${}^7\text{Li}(d,n)$ и ряд систем формирования пучка нейтронов для получения нейтронов различного энергетического диапазона. Установку активно используют для развития бор-нейтронозахватной терапии – перспективной методики лечения злокачественных опухолей, а также радиационного тестирования перспективных материалов.

На установке проведен ряд экспериментальных исследований перспективных материалов. Пучком тепловых нейтронов изучена активация образцов керамики карбида бора и стали, разработанных для Международного термоядерного реактора ИТЭР (Кадараш, Франция), проведен их сравнительный анализ и даны рекомендации по применению. Пучком быстрых нейтронов изучено влияние быстрых нейтронов на прозрачность образцов оптического волокна, разработанного для работы Большого адронного коллайдера ЦЕРН в режиме высокой светимости, на намагниченность ниодимовых магнитов для мощных линаков, на характеристики газовых сенсоров на основе фталоцианинов титанила, на стабильность выходных параметров электронных компонент и устройств.

В докладе приведено описание ускорителя-тандема с вакуумной изоляцией, представлены его характеристики и особенности режимов работы с пучком протонов или дейтронов. Отдельное внимание уделено режиму длительной стабильной генерации нейтронов. В докладе представлены и обсуждаются характеристики генерируемых потоков нейтронов и планируемые пути и возможности увеличения интенсивности нейтронного излучения. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 19-72-30005, <https://rscf.ru/project/19-72-30005/>

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 060 / 231

Luminosity calibration bias in van-der-Meer scan due to the beam-beam interaction for q-Gaussian beams

Author: Mohamed Abed¹

Co-authors: Anton Babaev²; Leonid Sukhikh²

¹ Tomsk Polytechnic

² Tomsk Polytechnic University

Corresponding Author: abedmohamed@tpu.ru

Precise luminosity calibration is an essential task for any collider. In hadron colliders, the absolute luminosity is calibrated using the van-der-Meer scan, where the two colliding beams are swept across each other, and the reaction rates and the separations are recorded. As two

charged particle bunches approach each other, their electromagnetic beam-beam interaction leads to perturbations in the motion of the colliding bunches. The beam-beam interaction affects the bunch motion as a whole resulting in an orbit shift of the bunch center (coherent effect) as well as the motion of the individual particles inside the bunch resulting in redistribution of the particles inside the bunch which leads to optical distortion such as dynamic beta and tune shift (incoherent effect). This effect influences luminosity in two ways. First, the number of collisions is changed in comparison to expected values; second, the calibration of luminosity performed with van-der-Meer scan is biased. For example, in LHC this bias is at the level more than 1%.

The current estimation of beam-beam effects is based on Gaussian models for particle densities in colliding beams. However, it was found that the actual beam profiles is deviated from Gaussian in LHC. To improve the precision of luminosity calculations, especially for high-luminosity collider projects like the HL-LHC aiming for precision at the level below 1%, it is necessary to consider the non-Gaussian tails of the particle distributions.

The q-Gaussian distributions provides a more realistic description for the bunch profile for LHC and also for the HL-LHC. The Q-Gaussian beams were used to investigate effect of the non-Gaussian tails on the emittance evolution and IBS (S. Papadopoulou, et. al PRAB 2020). In (arXiv:2305.04023 [physics.acc-ph]), we investigated the luminosity calibration of Q-Gaussian beams. In this work, the beam-beam interaction of q-Gaussian beams is considered, models for coherent and incoherent kicks are presented. The impact of beam-beam effect on luminosity is estimated. The progression of the effect during van-der-Meer scan is demonstrated, and the resulting beam-beam bias in the luminosity calibration constant is obtained for CMS and ATLAS van-der-Meer scan beam conditions.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 095 / 232

Развитие методов цифровой обработки сигналов с датчиков поворотного положения пучка

Author: Vyacheslav Denisov^{None}

Co-author: Yury Rogovsky¹

¹ BINP

Corresponding Author: v.denisov@alumni.nsu.ru

Прецизионное измерение параметров пучка в коллайдере вместе с возможностью проводить такие измерения в режиме online является мощным инструментом для оптимальной настройки коллайдера и достижения высокой светимости. Цифровая обработка сигнала (например преобразование фурье) используется для определения частоты колебаний пучка. В работе рассмотрены уточняющие БФП методики, такие как интерполяция, NAFF и оконные функции в применении на ВЭПП-2000. Обсуждаются особенности выделения сигнала на основе РСА и ИСА и методы построения траектории в фазовой плоскости. Обсуждается разработанное ПО для мониторинга неисправностей системы.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 001 / 233

Модернизация системы питания впуска-выпуска Инжекционного комплекса и ВЭПП-2000

Author: Aleksey Kasaev¹

Co-author: Alexander Senchenko²

¹ BINP

² BINP, NSU

Corresponding Author: a.s.kasaev@inp.nsk.su

С момента ввода в эксплуатацию ВЭПП2000 и Инжекционного комплекса ВЭПП5, для впуска и выпуска заряженных частиц в них, использовались полосковые кикеры с источниками питания на водородных тиратронах. В процессе модернизации системы питания высоковольтные источники питания были заменены на новое поколение, сделанное на твердотельных компонентах. Для обоснования такого перехода, разберём основные моменты использования газоразрядных приборов при построении высоковольтных импульсных источников.

Young scientist paper:

No

Accelerator's subsystems / 234

Статус магнитных элементов накопителя СКИФ

Authors: Aleksandr Starostenko¹; Aleksandr Tsyganov²; Alexey Pakhomov¹; Eugeny Levichev³; Grigory Baranov⁴; Konstantin Zhilyaev¹; Kseniia Riabchenko^{None}; Sergey Shiyankov⁵; Sergey Sinyatkin²; Tatyana Rybitskaya^{None}; Vadim Pavliuchenko^{None}

¹ Budker INP

² Budker Institute of Nuclear Physics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences (BINP SB RAS)

³ BINP

⁴ Budker Institute of Nuclear Physics

⁵ Budker INP SB RAS

Corresponding Author: a.s.tsygunov@inp.nsk.su

СКИФ (сибирский кольцевой источник фотонов) – источник синхротронного излучения четвертого поколения. Данная установка будет состоять из 3х основных частей: линейного ускорителя на энергию 200 МэВ; бустера – синхротрона с максимальной энергией 3 ГэВ и длиной орбиты 158 м; накопительного кольца с 16-ти кратной симметрией, энергией 3 ГэВ и периметром в 476 м.

Для накопителя СКИФ был разработан набор магнитных элементов, который был спроектирован и находится в производстве ИЯФ. Этот набор состоит из диполей (BPC, BDA, BMA, BDC), квадруполь (QFA, QDA, QFB, AFA, AFC, QFI, QDI), секступоль (SFA, SFB, SFC) и корректоров (CMA, CBA, CBB, CBC). Представлен текущий статус.

Young scientist paper:

Posters II - Board: 069 / 235

Сравнительный анализ ускоряющих модулей сильноточных индукционных ускорителей

Author: Кирилл Живанков¹

Co-authors: Денис Исаков²; Роман Протас²; Олег Павлов¹; Александр Акимов¹; Петр Бак¹

¹ ИЯФ СО РАН

² РФЯЦ ВНИИТФ

Corresponding Author: k.i.zhivankov@inp.nsk.su

В данной работе приведены результаты сравнительного анализа конструкций Ускоряющих Модулей (УМ) действующих (DARTH, AIRIX, FXR) и строящихся (Scorpius) рентгенографических сильноточных линейных ускорителей с УМ ускорителя ЛИУ-20, спроектированного и построенного ИЯФ СО РАН для РФЯЦ ВНИИТФ.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 046 / 236

Automated radiation monitoring system (ARMS) and Interlock and signalization system (ISS) of the cyclotron U400M

Authors: Pavel Komarov¹; Semen Mitrofanov¹; Viktor Schegolev¹

¹ JINR

Corresponding Author: pkomarov@jinr.ru

Nowadays Flerov Laboratory of Nuclear Reactions provides a broad modernization program of the accelerator complex. In particular, it has the modernization of the U400M cyclotron. As a part of this work, there is modernization of the Automated Radiation Monitoring System (ARMS) and Interlock and signalization system (ISS), which ensure radiation safety of the personnel working at the U400M.

This report is an overview of two modern systems, namely the ARMS of building 101 and the ISS of the U400M. The report presents main types of the radiation monitoring carried out by the ARMS, the equipment used for radiation monitoring, and capabilities of the ARMS software. It also contains the logic of the ISS operation, modes of operation of the U400M facility, and the main elements of the ISS. In addition the paper shows the logic of the interaction between the ARMS and the ISS with each other, and the interaction of these systems with the Control System of the U400M.

Young scientist paper:

Yes

Ions, electrons and positrons sources / 238

Geometric Properties of a Beam Formed from Radionuclide Positron Source by Stochastic Electron Optics

Author: Vyacheslav Kurakin¹

¹ *Lebedev Physical Institute*

Corresponding Author: vgkurakin@mail.ru

It had been found experimentally in the past that there was a partial reflection of an electron beam falling obliquely on a material medium. It had been shown as well theoretically that the average reflection angle of a beam depends on its incident angle only and does not depend on particle impulses. Based on this phenomenon and the appropriate theoretical explanation the method of a beam formation from an isotropic charged particles point source had been proposed. The method is similar to this used in light optics to transform light radiated by a lamp into unidirectional ray. Appropriate surface form had been calculated for the case of charged particles source.

In this paper, the calculations that are more detailed are presented. First, these concern the base properties of partial beam reflection. Namely, the surface distribution function for a point size beam falling at some angle on the plane separating vacuum and medium is derived, multiple Coulomb scattering being taken into account only. This function is the exact solution of appropriate boundary problem and is derived from the known solution of the appropriate partial differential equation for unlimited medium. As the result, one has the family of phase portraits on interface surface and similar portrait family of the particles on the plane, which is perpendicular to the reflected part of the beam in vacuum. Then the appropriate differential equation determining the profile of the surface that transfers any particle source ray into the image plane is derived. At the last step, the real beam emittance on the image plane is calculated.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 060 / 239

Статус магнитных элементов инжектора СКИФ

Authors: Vadim Pavliuchenko^{None}; Danila Nikiforov¹

Co-authors: Egor Subaev¹; Andrey Molokoedov¹; Vladimir Tcheskidov¹; Konstantin Zhilyaev²; Alexey Pakhomov²; Aleksandr Starostenko²

¹ *BINP*

² *Budker INP*

Corresponding Author: vadimius94@ya.ru

В работе описывается магнитная система инжектора для источника СИ («Сибирский Кольцевой Источник Фотонов» (СКИФ)). Представлены результаты моделирования квадрупольных и соленоидальных линз, а также дипольных корректоров для инжектора на основе линейного ускорителя. Данные элементы должны обеспечить возможность транспортировки электронного пучка на протяжении всего ускорителя без потерь. Продемонстрированы результаты измерений всех произведенных магнитных элементов. В настоящий момент все описанные элементы штатно работают на стенде линейного ускорителя.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 066 / 240

Инжекция в накопительные кольца с малой динамической апертурой при помощи нелинейного кикера

Authors: Andrey Zhuravlev¹; Vadim Kashkin²; Ivan Ulev²¹ *Budker INP SB RAS, Synchrotron Radiation Facility - Siberian Circular Photon Source "SKIF" Boreskov Institute of Catalysis of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (SRF "SKIF")*² *BINP SB RAS, NSTU***Corresponding Authors:** i.ulev1998@mail.ru, 89134685089@yandex.ru

В источниках синхротронного излучения последних поколений для достижения малого эмиттанса пучка используются специальные ТМЕ-ячейки (Theoretical Minimum Emittance) различных конфигураций. Для компенсации возникающего в ТМЕ-ячейках хроматизма применяются секступольные линзы, которые, в свою очередь, уменьшают динамическую апертуру (ДА).

В настоящей работе в среде программного комплекса MAD-X исследована инжекция в накопительные кольца с малой динамической апертурой при помощи нелинейного мультипольного кикера (НМК). В качестве модели магнитной структуры с малой ДА было выбрано накопительное кольцо Сибирского кольцевого источника фотонов (СКИФ). По результатам исследования уточнено влияние поля НМК на динамику инжектируемого пучка, проведены оценки эффективности удара НМК в зависимости от оптических функций Твисса и величины градиента поля

Кроме того, представлена модель и конструкция устройства для СКИФ, разработанная по примеру модели кикера системы добавочной инжекции комплекса MAX IV Laboratory (Лунд, Швеция). Данная модель соответствует требуемым распределением поперечного магнитного поля с необходимым градиентом.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 048 / 241

ШИРОКОАПЕРТУРНЫЙ ЦИЛИНДР ФАРАДЕЯ ДЛЯ ВЫСОКОИНТЕНСИВНОГО ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ ПРОТОНОВ ПРОЕКТА DARIA

Author: Sergei Gavrilov¹**Co-author:** Alexander Titov²¹ *INR RAS*² *Institute for Nuclear Research of the Russian Academy of Sciences, Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University)***Corresponding Author:** s.gavrilov@gmail.com

Одной из основных проблем для диагностики пучка в проектируемом линейном ускорителе протонов для компактного источника нейтронов DARIA является значительная импульсная и средняя мощность пучка в совокупности с относительно низкой энергией, что существенно ограничивает выбор возможных диагностических приборов и методов. Для базовых измерений тока пучка и проведения настроечных процедур в начальной части ускорителя был разработан широкоапертурный водоохлаждаемый цилиндр Фарадея.

В данной работе представлены конструктивные особенности, оценки тепловых нагрузок в типичных рабочих режимах и экспериментальные результаты испытаний цилиндра на высокоинтенсивном пучке протонов, а также описаны особенности проектирования подобных устройств с учетом влияния пространственного заряда пучка.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 105 / 242

Дозиметрия нейтронного и гамма-излучения для двух систем формирования пучка нейтронов на установке VITA с использованием сцинтилляционного детектора, обогащенного бором

Author: Ибрагим Ибрагим¹

Co-authors: Тимофей Быков²; Ярослав Колесников³; Евгения Соколова³; Татьяна Сычева³; Глеб Верховод²; Иван Щудло³; Антон Кузнецов⁴; Марина Бикчурина³; Алексей Кошкарев²; Дмитрий Касатов³; Вячеслав Поросев³; Сергей Таскаев⁴

¹ *Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск, Россия. Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия. Тартуский университет, Тартус, Сирийская Арабская Республика*

² *Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск, Россия. Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия*

³ *Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск, Россия*

⁴ *Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск, Россия. Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия*

Corresponding Author: i.ibragim@g.nsu.ru

Нейтронная терапия является перспективным методом лечения больных с радиорезистентными опухолями (саркомы, опухоли головы и шеи, опухолей головного мозга и др.). Нейтроны делятся по энергии на ультра-холодные, холодные, тепловые, надтепловые, быстрые, релятивистские и другие. В медицине используются как тепловые и надтепловые нейтроны для бор-нейтронозахватной терапии (БНЗТ), так и быстрые для терапии быстрыми нейтронами. Косвенно, тепловые нейтроны также играют важную роль в производстве источников радионуклидов для использования в внешней лучевой радиотерапии, и визуализации в ядерной медицине [1]. Все эти энергии можно получить в ускорительном источнике нейтронов VITA [2]. По сравнению с обычным излучением (фотонами и электронами) нейтроны не зависят от присутствия кислорода для уничтожения раковых клеток, биологическая эффективность нейтронов не зависит от времени или стадии жизненного цикла раковых клеток. Поскольку биологическая эффективность нейтронов высока, доза опухоли, необходимая для уничтожения раковых клеток, составляет примерно одну треть дозы, необходимой для фотонов или электронов [3]. БНЗТ – это терапия, которая представляет собой комбинированный селективный метод лечения онкологических заболеваний путём накопления в них стабильного изотопа бор-10 и последующего облучения эпитепловыми нейтронами, которые термализуются при достижении ими опухолевой клетки. В результате поглощения нейтрона бором происходит ядерная реакция с большим выделением энергии благодаря высокой линейной передачи энергии (LET) ядра лития и альфа-частицы, Эти частицы теряют энергию в ткани в радиусе < 10 мкм, что соответствует размеру клетки млекопитающих, которая содержала ядро бора, что приводит к ее гибели [4]. Метод БНЗТ отличается от обычного излучения наличием четырех доз различной относительной биологической эффективности: борная доза, азотная доза, доза быстрых нейтронов, доза гамма-излучения. Общая доза представляет собой сумму этих доз [5]. В данном исследовании измерена мощность борной дозы и

дозы гамма-излучения в воздухе и в водном фантоме с помощью разработанного малогабаритного детектора нейтронов с парой литевых полистирольных сцинтилляторов, один из которых обогащен бором [6,7]. Использовались две системы формирования пучка нейтронов одна с замедлителем из кристаллов фторида магния [8], другая с замедлителем из оргстекла. В докладе будут представлены экспериментальные результаты, обсуждены особенности системы формирования пучка нейтронов и сформулированы рекомендации для проведения клинических испытаний методики БНЗТ.

Финансирование:

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 19-72-30005 и программы «Приоритет 2030».

Список литературы:

1. Podgoršak E. B. In Compendium to Radiation Physics for Medical Physicists. – Springer, 2014. – С. 1041-1099. Pg:581-584.
2. М.И. Бикчурин, Т.А. Быков, Г.Д. Верховод, И.С. Ибрагим, и др. Ускоритель-тандем с вакуумной изоляцией для бор нейтронозахватной терапии и других приложений. Письма в ЭЧАЯ 20(4) (2023) 1020-1025.
3. http://nuclphys.sinp.msu.ru/nuc_tech/med/accelerators.htm
4. M. Ahmed, D. Alberti, S. Altieri, ... S. Taskaev, ... K. Tsuchida. Advances in Boron Neutron Capture Therapy. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, June 2023, 416 p. CRCP/BOR/002, ISBN: 978-92-0-132723-9.
5. Sauerwein, Wolfgang AG, et al., eds. Neutron capture therapy: principles and applications. Springer Science & Business Media, 2012.pg 279-284.
6. Т. Выков, Д. Касатов, А. Коскярев, et al. Evaluation of depth-dose profiles in a water phantom at the BNCT facility at BINP. Journal of Instrumentation 16 (2021) P10016.
7. Выков, Т. А., et al. “Initial trials of a dose monitoring detector for boron neutron capture therapy.” Journal of Instrumentation 16.01 (2021): P01024
8. L. Zaidi, M. Belgaid, S. Taskaev, R. Khelifi. Beam shaping assembly design of ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ neutron source for boron neutron capture therapy of deep-seated tumor. Applied Radiation and Isotopes 139 (2018) 316-324

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 049 / 243

ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ МОНИТОР НА НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КАНАЛЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ ПУЧКА ПРОТОНОВ ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ ИЯИ РАН

Author: Sergei Gavrilov¹

Co-authors: Alexander Titov²; Ivan Polonik²; Yury Kalinin³

¹ INR RAS

² Institute for Nuclear Research of the Russian Academy of Sciences, Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University)

³ Institute for Nuclear Research of the Russian Academy of Sciences

Corresponding Author: s.gavrilov@gmail.com

Для проведения неразрушающих измерений профиля и положения пучка протонов в низкоэнергетическом канале транспортировки линейного ускорителя ИЯИ РАН был установлен флуоресцентный монитор на основе свечения остаточного газа в вакуумной камере канала. В данной работе представлены конструктивные особенности устройства и экспериментальные результаты измерений в сеансах работы ускорителя, а также приведены оценки чувствительности, точности и разрешения монитора, на основе которых могут быть определены допустимые режимы работы и необходимые параметры оптической

системы регистрации диагностических изображений для различных сочетаний параметров пучка и вакуумной системы ускорителя. Показана принципиальная возможность реализации данного типа диагностики для подобных каналов транспортировки высоко-точных протонных пучков на основе системы стандартных камер машинного зрения без усилителей изображения и дополнительного напуска газа в объем канала.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 050 / 244

ДИАГНОСТИКА ПУЧКА ДЛЯ СТЕНДА ОБЛУЧЕНИЯ ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ ИОНОВ ВОДОРОДА ИЯИ РАН

Author: Sergei Gavrilov¹

Co-authors: Alexander Titov²; Victor Gaydash³

¹ *INR RAS*

² *Institute for Nuclear Research of the Russian Academy of Sciences, Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University)*

³ *Institute for Nuclear Research of the Russian Academy of Sciences*

Corresponding Author: s.gavrilov@gmail.com

Стенд облучения, действующий на линейном ускорителе протонов и отрицательных ионов водорода ИЯИ РАН, используется не только для задач в области радиационной стойкости, но и для проведения других исследований по взаимодействию пучков заряженных частиц с веществом. Отличительной чертой стенда является возможность работы с пучками разных зарядностей, для чего необходимо обеспечить соответствующую универсальную диагностику пучка. В статье описаны особенности проектирования, изготовления и использования различных диагностических устройств стенда для разных типов пучков, представлены экспериментальные результаты измерений и описаны особенности эксплуатации в разных облучательных режимах. Также отдельное внимание уделено предусилительной электронике и программному обеспечению, используемому для постобработки данных.

Young scientist paper:

No

Accelerator's subsystems / 245

Hardware and Software to Control the RF Gun of the SKIF linear accelerator

Author: Anton Pavlenko¹

Co-authors: Alexander Batrakov¹; Evgenij Bykov¹; Evgenij Kotov¹; Mihail Fedotov¹; Nikita Schegolkov¹; Vladimir Ovchar¹; Vladimir Repkov¹

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences (BINP SB RAS)*

Corresponding Author: a.v.pavlenko@inp.nsk.su

The RF Gun operating at a frequency of 178.5 MHz is used to generate an electron beam for Linac of the SKIF synchrotron. The RF Gun provides electron bunch energy up to 0.7 MeV and a charge up to 1 nK. The RF gun is a cavity at a frequency of 178.5 MHz with a built-in cathode-grid assembly that emits electrons when an unlocking pulse is applied.

The RF gun cathode-grid assembly is controlled using a set of hardware and software. Hardware includes:

- Gun Timer module for precise synchronization and triggering of the RF gun Modulator;
- Modulator that controls the cathode-grid assembly;
- controlled Power supply of the cathode-grid assembly and the Modulator;
- Phase meter with picosecond accuracy for measuring phase relationships between signals from RF gun parts.

The report describes the structure of the listed units, the features of these devices and their parameters.

Software instruments based on the TANGO platform provide setting and measurement of the cathode-grid assembly and the Modulator regimes, adjust the phase of the cathode unlocking pulses, arrange the interacting with the phase meter, and prepare data that specify the filling of the Booster separatrices. Software features listed in the report in the short form.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 047 / 246

РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ ДИАГНОСТИКИ ПУЧКА ДЛЯ БУДУЩИХ ЛИНЕЙНЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ ИОНОВ В РОССИИ

Author: Sergei Gavrilov¹

¹ *INR RAS*

Corresponding Author: s.gavrilov@gmail.com

Обилие ускорительных проектов, разрабатываемых на данный момент в России, подразумевает активное развитие целого ряда научно-технологических областей, включая оборудование диагностики пучка, состав и особенности которого традиционно существенно зависят от типа ускорителя. В данной работе представлен анализ методов и средств диагностики и их применимости в линейных резонансных ускорителях ионов для измерения таких ключевых параметров, как: ток, профиль, положение, поперечный эмиттанс, продольная форма сгустков и потери пучка ионов. Из всего многообразия существующего диагностического оборудования для разработки выделены наиболее апробированные в отечественной или мировой практике приборы, реализация которых возможна с учетом имеющегося или гарантированно достижимого уровня отечественных технологий. В работе кратко описаны типичные характеристики, физико-технические особенности, а также расчетно-теоретические обоснования по реализации предлагаемых устройств с учетом опыта настройки и эксплуатации высокоэнергетического линейного ускорителя протонов и отрицательных ионов водорода ИЯИ РАН.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 099 / 247

Beam Loss Monitor System based on the Cherenkov effect for the Novosibirsk FEL Facility

Authors: Yuliya Maltseva¹; Oleg Meshkov²; Oleg Shevchenko³

¹ BINP SB RAS, NSTU

² BINP SB RAS

³ BINP

Corresponding Author: yuliya.maltseva@gmail.com

Для оптимизации работы комплекса Новосибирский ЛСЭ необходима система регистрации потерь пучка. В качестве такой системы было предложено использовать два типа датчиков на основе излучения Вавилова-Черенкова. Оптоволоконный датчик потерь был установлен в конце ускоряющей секции многооборотного ускорителя-рекуператора. Четыре датчика потерь, состоящих из кварцевых стержней, были установлены на первой дорожке, относящейся к первому ЛСЭ. В работе описывается калибровка стержневых датчиков, приводятся результаты численного моделирования процесса регистрации потерь и результаты первых измерений системы регистрации потерь с пучком электронов.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 100 / 248

Current Status of the Beam Loss Monitoring System for the SKIF Synchrotron Light Source

Authors: Yuliya Maltseva^{None}; S.V. Ivanenko¹; A.D. Khilchenko¹; Oleg Meshkov¹; E.A. Puryga²

¹ BINP SB RAS

² BINp SB RAS

Corresponding Author: yuliya.maltseva@gmail.com

Для строящегося источника синхротронного излучения 4-го поколения СКИФ была разработана система регистрации потерь пучка. Данная система состоит из пяти оптоволоконных датчиков потерь, которые будут расположены на линаке и транспортных каналах, и 128 сцинтилляционных датчиков – на накопителе. Специально разрабатываемые в ИЯФ СО РАН модули электроники позволят использовать систему регистрации потерь в различных режимах работы СКИФ. В работе описываются основные компоненты датчиков и статус готовности системы в целом.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 098 / 249

Aperture limitation search using beam loss monitors

Authors: Yuliya Maltseva^{None}; Ivan Morozov^{None}; Pavel Piminov¹

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*

Corresponding Author: yuliya.maltseva@gmail.com

The efficiency of beam injection can be significantly impacted by unintended physical aperture limitations. Closed orbit distortion can be used to identify such aperture limitations. In principle, the localization of such limitations can be achieved through the usage of beam position monitors (BPMs). The accuracy of localization in this case is determined by the distance between BPMs, which may not be sufficiently accurate.

This paper introduces a novel approach for localization of aperture limitations, utilizing an array of scintillator-based beam loss monitors (BLMs) distributed along the designated accelerator section. Due to the relative flexibility of moving monitors along an accelerator lattice, high localization accuracy can be achieved. Relative calibration of the monitors is performed using Sr-90 radioactive source. The initial measurement results obtained at the VEPP-4M storage ring are presented.

Young scientist paper:

Yes

Ions, electrons and positrons sources / 250

Перспективы использования источника многозарядных ионов «Крион-6Т» на инжекционном комплексе NICA: многократная инжекция ионов тяжелых элементов

Author: Дмитрий Рассадов¹

Co-authors: Денис Донец¹; Alexandr Ramzdorf²; Евгений Донец³; Виталий Шутов⁴; Дмитрий Понкин¹; Алексей Бойцов⁵; Николай Малышев⁶; Елизавета Бутенко⁷; Станислав Гудков⁸; Владимир Сальников⁹

¹ *JINR*

² *Joint institute for nuclear research*

³ *Евгений*

⁴ *Борисович*

⁵ *Юрьевич*

⁶ *Андреевич*

⁷ *Андреевна*

⁸ *Вячеславович*

⁹ *Викторович*

Corresponding Authors: ponkin@jinr.ru, rassadov@jinr.ru

Источник высокозарядных ионов «Крион-6Т», созданный в Лаборатории физики высоких энергий ОИЯИ, является одним из основных устройств для получения тяжёлых ионов для инжекционного комплекса проекта NICA (Nuclotron-based Ion Collider fAcility). В рамках 4 этапа пусконаладочных работ комплекса NICA в 2022-2023 году в сеансе ЛУТИ-бустер-нуклотрон ускорены ионы аргона 16+ и ксенона 28+. Развитие ионного источника предусматривает получение ионов тяжёлых элементов (Ar, Kr, Xe, Bi) и их многократной инжекции в линейный ускоритель тяжелых ионов (ЛУТИ) и далее в бустерный синхротрон (бустер) и нуклотрон.

В настоящее время на источнике ионов «Крион-6Т» получены ионы ксенона в многоимпульсном режиме – для инжекции в бустер нескольких импульсов через 100 мсек за цикл ускорения общей длительностью 8-12 секунд. Также в докладе представлены

способы инжекции висмута в ионный источник Крион-6Т для получения ионов Вi35+ для дальнейшего ускорения.

Young scientist paper:

No

Ions, electrons and positrons sources / 251

Исследование устойчивости сильнооточных электронных пучков в ЛИУ с дискретной фокусирующей системой, перспективы их применения в ЛСЭ

Authors: Evgenii Sandalov¹; Stanislav Sinitsky²

Co-authors: Dmitriy Skovorodin³; Andrey Arzhannikov⁴; Pavel Logachev⁵; Aleksandr Burdakov²; Petr Bak ; Naum Ginzburg ; Kirill Zhivankov ; Danila Nikiforov³; Vadim Pavluchenko ; Nikolai Peskov⁶; Roman Protas⁷

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences (BINP SB RAS)*

² *Budker Institute of Nuclear Physics*

³ *BINP*

⁴ *Novosibirsk State University*

⁵ *Budker INP*

⁶ *Institute of Applied Physics RAS*

⁷ *Russian Federal Nuclear Center - All-Russian Scientific Research Institute of Technical Physics named after Academician E. I. Zababakhin, Snezhinsk, Russia*

Corresponding Author: e.s.sandalov@inp.nsk.su

В докладе представлены результаты исследований устойчивости килоамперного электронного пучка, генерируемого в линейном индукционном ускорителе (ЛИУ) с дискретной магнитной фокусирующей системой, проект которого разработан и реализован ИЯФ СО РАН (г. Новосибирск) в коллаборации с РФЯЦ-ВНИИТФ (г. Снежинск). Генерируемый в этом ЛИУ пучок электронов с энергией до 20 МэВ, током до 2 кА с учетом малого поперечном эмиттанса ($\sim 550 \cdot \text{мм} \cdot \text{мрад}$) даёт основу для проведения различных научных исследований и для обеспечения важных инженерно-технических приложений. В частности, такой пучок может быть использован в качестве эффективного драйвера лазера на свободных электронах ТГц диапазона частот. В докладе изложены результаты исследований устойчивости электронного пучка в этом ЛИУ по отношению к развитию поперечной неустойчивости (Beam-break up instability), по результатам которых предложены способы её подавления. Приводится сравнение электродинамических характеристик ускорительных модулей созданного ЛИУ и инкремента развития указанной неустойчивости в нём с соответствующими параметрами, достигнутыми на других индукционных ускорителях в разных странах. По результатам анализа сделан вывод о том, что совокупность основных параметров пучка, генерируемого в созданном ЛИУ, позволяет достигнуть высокого электронного к.п.д. в ЛСЭ-генераторе импульсов когерентного терагерцового излучения субгигаваттного уровня мощности.

Благодарности:

Работа выполнена при частичном финансировании РФФ (проект 19-12-00212)

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 010 / 252

Status of the Collider Vacuum System of the NICA Project

Author: Artem Galimov¹

Co-author: Evgeny Syresin²

¹ *Joint Institute for Nuclear Research*

² *JINR*

Corresponding Author: galimov@jinr.ru

The heavy ion NICA collider has three types of the vacuum volumes: insulating vacuum volume of superconducting magnet lattice; the cold beam pipe inside SC-magnets with operating temperature from 4.2 K to 80 K; the warm beam volume at the room temperature inside the insertion and experimental regions with RF stations, beam cooling station, diagnostic equipment and etc. The vacuum requirements, design of three vacuum systems, problems and paths of their decision for achievement ultra-high vacuum are described.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 002 / 253

Разработка и внедрение системы автоматизации ионного источника D-Race для ускорителя VITA

Author: Aleksey Koshkarev¹

Co-authors: Sergey Taskaev¹; Ivan Shchudlo²

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*

² *BINP SB RAS*

Corresponding Author: kent_brockman4@mail.ru

В Институте ядерной физики СО РАН (ИЯФ СО РАН) разработан ускорительный источник тепловых нейтронов VITA [1], используемый для развития методики бор-нейтронозахватной терапии (БНЗТ) злокачественных опухолей [2, 3] и ряда других приложений. Для управления установкой, хранения и анализа данных ранее создана система автоматизации, позволяющая оператору обеспечивать длительное стабильное получение пучка нейтронов или дейтронов в широком диапазоне изменения энергии и тока, а научным сотрудникам получать экспериментальные данные и обрабатывать их в режиме реального времени.

Установка VITA рассматривается как наиболее перспективный источник тепловых нейтронов для лечения онкологических больных в клиниках БНЗТ. На первой коммерческой установке VITA, размещенной в г. Сямынь (Китай), осуществляется лечение больных с октября 2022 г.

В настоящее время ИЯФ СО РАН изготавливает ускорительный источник нейтронов VITA для Национального медицинского исследовательского центра онкологии им. Н. Н. Блохина в Москве, планируется ввести его в эксплуатацию в 2024 г. В отличие от работающей экспериментальной установки ИЯФ СО РАН вместо источника ионов, разработанного в ИЯФ СО РАН, будет использоваться источник ионов компании D-Race (Канада).

Ионный источник D-Раса отличается возможностью генерировать большой ток (до 10 мА) и способностью обеспечить высокую стабильностью работы. Для эксплуатации этого источника требуется разработать специальное программное обеспечение, которое должно быть интегрировано в общую систему автоматизации установки.

В работе представлена и обсуждается основная концепция системы управления ионным источником, обеспечивающая его первоначальный запуск на стенде в ИЯФ СО РАН и последующее включение в общую систему управления медицинской установкой в Москве. Отмечаются такие особенности, как: 1) расположение узлов автоматизации на разных потенциалах, которые нужно синхронизировать между собой с частотой 100 Гц и точностью 0,05% при помощи PID регулятора; 2) спецификой разрабатываемого ионного источника является его постоянная модернизация и внедрение новых диагностик, которые необходимо оперативно интегрировать в систему автоматизации.

[1] S. Taskaev, E. Berendeev, M. Bikchurina, T. Bykov, D. Kasatov, I. Kolesnikov, A. Koshkarev, A. Makarov, G. Ostreinov, V. Porosev, S. Savinov, I. Shchudlo, E. Sokolova, I. Sorokin, T. Sycheva, G. Verkhovod. Neutron Source Based on Vacuum Insulated Tandem Accelerator and Lithium Target. *Biology* 10 (2021) 350.

[2] Sauerwein W. A. G. et al. (ed.). Neutron capture therapy: principles and applications. – Springer Science & Business Media, 2012.

[3] M. Ahmed, D. Alberti, S. Altieri, ... S. Taskaev, ... K. Tsuchida. Advances in Boron Neutron Capture Therapy. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, June 2023, 416 p. CRCP/BOR/002, ISBN: 978-92-0-132723-9

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 112 / 254

Унификация группирующих резонаторов для линейного ускорителя ионов

Authors: Andrew Batov¹; Яков Михайлович Абакумов¹; Маргарита Максатовна Булгачева¹; Дарья Алексеевна Балюк¹; Наталья Федоровна Дребезова¹; Инга Рифкатовна Калиева¹; Анастасия Алексеевна Туманова¹; Maria Gusarova¹; Михаил Владимирович Лалаян¹

¹ NRNU MEPhI

Corresponding Author: aabatov@mephi.ru

Линейный ускоритель ионов, разрабатываемый в НИЯУ МИФИ в качестве многоцелевого источника ионов, включает четыре резонатора предназначенные для группировки частиц и контроля динамики пучка. Предполагается использование классических ускоряющих структур на основе коаксиальных линий с двумя ускоряющими зазорами. В работе рассмотрены вопросы возможности унификации отдельных частей резонаторов и периферийных устройств, используемых в ускорителе.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 111 / 255

Аппаратура задающего ВЧ-генератора для Комплекса НИКА

Authors: Alexey Styuf¹; Alexander Senchenko^{None}; Vladimir Sitnov²; George Fatkin³; Kamil Yaminov⁴

¹ NSU

² NSU, Cosylab Siberia

³ Novosibirsk State University

⁴ Cosylab Siberia

Corresponding Author: a-styuf@yandex.ru

синхронной системы генерации опорного ВЧ сигнала для трех независимых ВЧ-систем комплекса НИКА: Бустера, Нуклотрона и Коллайдера а также для ВЧ-синхронных систем диагностики. В основе работы ВЧ-генератора лежит метод прямого цифрового синтеза (DDS), реализованного при помощи ПЛИС и ЦАП. Аппаратура задающего ВЧ обеспечивает генерацию 4-х независимых опорных сигналов в диапазоне 0,1 ÷ 35 МГц, обработку сигналов с датчиков магнитного поля (аналогового и В-серии) с точностью не хуже 10⁻⁵, генерацию и прием цифровых сигналов с временным разрешением 10 нс. Система генерации ВЧ, построенная на представленных генераторах, позволяет раздавать синхронный опорный ВЧ-сигнал на расстояние до 1 км. В докладе представлены параметры изготовленных образцов ВЧ-генератора, а также результаты работы на осенне-зимнем сеансе Бустер-Нуклотрон 2022 г.

Young scientist paper:

Beam dynamics etc. / 256

Расширенная модель квазистатического описания плазмы для исследования кильватерного ускорения

Author: Petr Tuev¹

Co-authors: Roman Spitsyn²; Konstantin Lotov²

¹ Budker INP SB RAS, NSU

² Budker INP SB RAS, NSU

Corresponding Author: p.v.tuev@inp.nsk.su

Работа посвящена развитию эффективных численных моделей для исследования плазменного кильватерного ускорения. Разработан новый метод описания плазменного отклика на релятивистский пучок на основе квазистатического приближения. Получены согласованные уравнения плазменного состояния в сопутствующих координатах. Эти уравнения учитывают взаимодействие соседних слоев плазмы, которым в квазистатическом приближении пренебрегают. Это позволяет более точно исследовать ускорение частиц в сильнонелинейных волнах и распространение свободного излучения. В сценариях взаимодействия, где использование квазистатического приближения приводит к существенным ошибкам, расширенная модель показывает хорошее согласие с аналитическими предсказаниями и результатами моделирования из первых принципов. При этом выигрыш в скорости вычислений для рассмотренных примеров составляет два порядка.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 079 / 257

The concept of the method of charged particle beam density distribution measurement based on mathematical reconstruction

Authors: Anna Grigorieva^{None}; Angelina Bulavskaya¹; Irina Miloichikova²; Sergri Stuchebrov¹; Elizaveta Bushmina¹

¹ *Tomsk Polytechnic University*

² *Tomsk Polytechnic University, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences*

Corresponding Author: agrigorieva@tpu.ru

This work describes the concept of a measurement method based on mathematical reconstruction of beam profiles obtained by repeated scanning at different angles with a fixed angular step. The proposed approach allows determining the complete distribution of the beam density in the transverse plane and providing continuous monitoring of the charged particle beam parameters in the process of irradiation.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 051 / 258

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ИОНОВ ^{52}Cr , ^{48}Ti ПО СИСТЕМЕ АКСИАЛЬНОЙ ИНЖЕКЦИИ И ЗАХВАТА ИОНОВ В УСКОРЕНИЕ

Author: Denis Yakovlev¹

¹ *JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH*

Corresponding Author: yk_d@mail.ru

Циклотрон ДЦ-280 был разработан и создан в ЛЯР ОИЯИ. В основу проекта ДЦ-280 легли как новые, так и экспериментально проверенные научные и инженерные решения ЛЯР ОИЯИ. ДЦ-280 — это ускоритель с проектной максимальной интенсивностью пучка на мишени 10 мкА частиц для ионов средних масс, что на порядок превышает интенсивности, достигнутые на сегодня в долговременных экспериментах по синтезу СТЭ [1]. Источником ионов является ЭЦР-источник DECRIS-PM на постоянных магнитах установленный на высоковольтной платформе.

Система аксиальной инжекции разделена на высоковольтную часть, установленную на изоляторах и часть, находящуюся под потенциалом земли. Наличие высоковольтной платформы позволяет уменьшить влияние пространственного заряда и уменьшить эмиттанс пучков ионов. Максимальное напряжение на платформе составляет 70 кВ. Часть, находящаяся под потенциалом земли, отвечает за транспортировку пучков в область захвата в ускорение. Данная конфигурация является одним из факторов обеспечивающим высокий процент полного прохождения пучка ионов. Расчеты, проводимые для разных режимов работы, показывают, что в ускорение захватываются более 70% ионов, производимых ЭЦР-источником.

В данной работе будут представлены результаты исследования эффективности транспортировки ионов ^{48}Ti , ^{52}Cr от ЭЦР-источника до захвата в ускорения. Изучено влияния полигармонического банчера на эффективность захвата ионов в ускорение. Получены

зависимости эффективности захвата пучков ионов в ускорение от энергии инжекции.

1. Разработка, создание и запуск в эксплуатацию циклотрона ДЦ-280 Фабрики СТЭ ЛЯР ОИЯИ: [Электронный ресурс] // Объединённый институт ядерных исследований. URL: <http://www.jinr.ru/posts/razrabotka-sozdanie-i-zapusk-v-ekspluatatsiyu-tsiklotrona-dts-280-fabriki-ste-lyar-oiyai/>. (Дата обращения: 19.07.2023).

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 087 / 260

Particle acceleration scheme in plasma wakefield

Author: Saumya Singh¹

¹ *University of Lucknow*

Corresponding Author: saumyasingh.phy@gmail.com

Abstract

Interaction of intense laser pulses with plasma finds one of the important applications in acceleration of charged particles. The pioneering work of Tajima and Dawson has given great impetus to the idea of electron acceleration using intense laser pulses. Several experiments and theoretical studies have been done to demonstrate laser wakefield acceleration of charged particles. Acceleration of electrons by amplified wakefield generated by chirped laser pulses propagating together in plasma has also been studied.

Present work deals with the study of slowly varying field generation via propagation of laser pulses in magnetized plasma. This study reveals that the maximum energy gained by test electrons increases and depends on the amplitude of wakefield. Phase space analysis shows that a test electron of lower energy, injected behind the wakefield, can be trapped and accelerated to higher energy.

REFERENCES

- [1] T. Tajima and J. M. Dawson, Phys. Rev. Lett. 43, 267 (1979)
- [2] W. P. Leemans, B. Nagler, A. J. Gonsalves, C. Toth, K. Nakamura, C. G. R. Geddes, E. Esarey, C. B. Schroeder and S. M. Hooker Nature Phys 2, 696E (2006); Esarey, P. Sprangle, J. Krall and A. Ting, IEEE Trans. Plasma Sci., 24, 252 (1996) and references cited therein.
- [3] S. Singh, D. Mishra, B. Kumar and P. Jha, Phys Scr. 98 075504 (2023)

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 120 / 261

Разработка электромеханического прибора для определения магнитной оси квадрупольной линзы

Author: Roman Li¹

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*

Corresponding Author: roman.lithium@gmail.com

В данной работе представлен анализ теории и реализации прибора для определения положения и направления магнитной оси квадрупольных линз. В основе работы прибора лежит идея регистрации сигнала, возникающего на концах тонкой проводящей струны, возбуждённой в присутствии поля квадруполья. В работе представлен метод, позволяющий посредством обработки сигнала определить линейное и угловое смещение оси прибора относительно оси магнитного поля, а также проведён анализ его точности на основе рабочего прототипа. Показано, что точность прибора позволяет его использование для точного позиционирования квадрупольных линз в ускорительных системах.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 086 / **262**

Анализ реализации модифицированного пирсовского электрода

Author: Roman Li¹

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*

Corresponding Author: roman.lithium@gmail.com

В исследовании произведён сравнительный анализ некоторых приближённых и точных решений для модифицированного формирующего электрода в пушке Пирса с тепловым зазором. С использованием численного моделирования показана эквивалентность разных решений с точки зрения практической реализации и качества пучка. Наконец, представлена конкретная форма модифицированного пирсовского электрода с учётом реалистичных ограничений на произвольность конструкции.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 064 / **263**

ОЦЕНКИ И ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЕЙ ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И НАВЕДЕННОЙ АКТИВНОСТИ ПРИ РАБОТЕ МИКРОТРОНА-РЕКУПЕРАТОНА ЛСЭ

Authors: Mihail Scheglov¹; NIKOLAY VINOKUROV²; Oleg Shevchenko³; Yaroslav Getmanov⁴

¹ *Budker INP SB RAS*

² *Budker Institute of Nuclear Physics*

³ *BINP*

⁴ *Budker INP*

Corresponding Author: salikova@inp.nsk.su

В статье приведены оценки и измерения мощности доз фотонного и нейтронного излучения в ускорительном зале ЛСЭ (Лазер на Свободных Электронах). Кинетическая энергия электронов изменяется от 12 до 40 МэВ, это область гигантского дипольного резонанса. Происходит рождение фотонейтронов и активация технических элементов микротрона-рекуператора. Измерения и расчеты позволяют оценить уровни наведенной радиоактивности и времена деградации материалов (изделий) под действием радиации. ЛСЭ работает в трех режимах генерации терагерцового излучений. Первый режим ЛСЭ - пучок проходит по вертикальной дорожке, кинетическая энергия электронов около 12 МэВ, суммарные потери по току составляют $0.1 \div 0.3$ мА (в режиме генерации), мощность тормозного излучения: фотонного приблизительно 7 кГр/ч, а нейтронного не превышает 3 Гр/ч. Полученные оценки хорошо согласуются с деградацией «эталонного источника» — радиационная деградация тефлона происходит при наборе суммарной дозы 10 кГр. Контрольные части вакуумной камеры первой очереди ЛСЭ были «обмотаны» тефлоновой пленкой (200 мкм), пленка начала крошиться после $40 \div 100$ часов работы ЛСЭ. При работе второй очереди ЛСЭ электроны проходят по двум горизонтальным дорожкам, кинетическая энергия на первой дорожке достигает 10 МэВ, а на второй — 20 МэВ. Потери потоку не превышают $0.1 \div 0.2$ мА. Суммарный вклад в мощность дозы фотонного излучения приблизительно равен 20 кГр/ч, а в нейтронное излучение около 20 Гр/ч. При работе третьей очереди ЛСЭ электроны проходят по четырем горизонтальным дорожкам, кинетическая энергия на первой дорожке достигает 10 МэВ, а на второй — 20 МэВ, на третьей — 30 МэВ, на четвертой - 40 МэВ. Потери потоку не превышают $0.1 \div 0.15$ мА, большая часть потерь (98%) приходится на первую и вторую дорожки. Суммарная мощность фотонного излучения приблизительно равна 20 кГр/ч, а в нейтронного излучение около 50 Гр/ч.

За смену (8 часов) при работе первой очереди ЛСЭ суммарная фотонная доза достигает 60 кГр, нейтронная - 250 Гр. При работе второй и третьей очереди набирается фотонная доза около 150 кГр.

Радиационная стойкость полимеров определяется в основном механическими свойствами, большинство полимеров становятся хрупкими. Радиационная деградация (полистирол, полиэтилен, поливинилхлорид) наступает при наборе дозы около 10 МГр. В зависимости от места расположения (X) полимерного изделия его срок жизни может превышать $X(10 \div 1000)$ дней.

Young scientist paper:

No

Accelerator's subsystems / 264

Статус производства элементов магнитно-криостатной системы коллайдера NICA. Результаты криогенных испытаний сверхпроводящих магнитов

Author: Yurii Bepalov^{None}

Co-authors: Dmitry Nikiforov ¹; Hamlet Khodzhbagiyan ²; Vladimir Borisov ¹; Mikhail Petrov ; Dmitry Zolotykh ³; Sergey Korovkin ; Павел Кудряшов ; Роман Талызин ; Никита Индыков ; Дмитрий Черкунов ; Руслан Хабибуллин ; Alena Kotova

¹ JINR

² Joint Institute for Nuclear Research

³ LHEP JINR

Corresponding Author: bepalov@jinr.ru

Коллайдер ускорительного комплекса NICA состоит из двух колец, расположенных одно над другим, каждое кольцо, в свою очередь, имеет два прямолинейных участка и два участка арок, расположенных одна напротив другой. Технологический запуск Коллайдера запланирован на первую половину 2024 года.

Основу регулярной структуры магнитно-криостатной системы коллайдера составляют 80 двух апертурных дипольных, 46 квадрупольных и 12 блоков квадрупольных магнитов. Нерегулярная структура коллайдера состоит из 12 квадрупольных магнитов финальной фокусировки пучка и 8 дипольных магнитов сведения/разведения пучка. Также кольца коллайдера включают 136 корректирующих магнитов, периоды ввода криогенных жидкостей и 40 элементов для размещения транспортных линий электрической связи и трубопроводов криогенных жидкостей.

В статье представлены статус производства элементов магнитно-криостатной системы коллайдера и результаты криогенных испытаний, включающих в себя тренировку сверхпроводящих обмоток, измерения статического теплопритока и динамических тепловыделений.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 096 / 265

Virtual prototyping of the cyclotrons for medical applications

Author: Oleg Karamyshev¹

¹ *Joint Institute for Nuclear Research*

Corresponding Author: olegka@jinr.ru

Nowadays, cyclotrons are getting smaller and therefore much more tightly composed than ever before. I have developed a technique for creating a complete virtual prototype of the cyclotron and simulating every significant physical effect occurring in the cyclotron. Such virtual prototype is a CAD assembly, which can be directly used in the further manufacture of the cyclotron. Proposed and developed a new concept of cyclotrons for medical applications, that uses an innovative 3:1 hill/valley ratio and a 4:8 magnetic/RF harmonics ration instead of the classic 1:1 ratio. These cyclotrons featuring innovative central region with DC pre-acceleration and double spiral sector design are over 2 times lighter, more power efficient and require over 10 times less copper (or HTS High Temperature Superconductor) for coil.

Young scientist paper:

No

Vacuum technologies / 266

АО «Интек Аналитика» - XVI лет успешной работы в области вакуумной техники для создания и модернизации технологического оборудования

Authors: Дмитрий Ловцюс¹; Константин Моисеев¹

¹ *АО "Интек Аналитика"*

Corresponding Author: dmitry.lovvus@intech-group.ru

Представлена информация о компании АО “Интек Аналитика”, которая за время работы на российском рынке вакуумной техники прошла путь от дистрибьютора вакуумного оборудования европейских производителей (Edwards, VAT, HSR и др.) до одной из крупнейших производственно-инжиниринговых компаний, осуществляющих полный цикл услуг: разработку, изготовление, поставку, монтаж, ПНР, сервисное обслуживание вакуумных систем и установок различного технологического назначения. Приведены сведения о ключевых проектах компании в различных областях науки и техники.

Young scientist paper:

Posters I - Board: 033 / 267

Development of the high temperature evaporators to obtaining of the Ti, Cr, Ni, Fe metal-ions from ECR ion sources

Authors: Konstantin Kuzmenkov¹; Dmitriy Pugachev¹; Daniil Podoynikov¹

¹ *JINR*

Corresponding Author: konstantin@jinr.ru

Research in the field of obtaining metal ions with high evaporation temperature, such as Ti, Cr, Ni, Fe, etc. is an extremely urgent and promising task. Solution of the task will allow to conduct various experiments, both on the synthesis of new super heavy elements and on the study of the properties of already discovered isotopes. For this purpose, we develop two different versions of high-temperature evaporators, the operating temperature of which reaches a value of 2000 °C. As part of the work, we designed and modeled evaporators that ensure an increase of the sample temperature by using a radiation shielding system.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 009 / 268

Криогенный комплекс коллайдера NICA: прогресс создания

Author: Anton Konstantinov¹

Co-authors: Aleksey Bulakh¹; Alexander Smirnov¹; Anton Emelyanov¹; Denis Shvidkiy¹; Iuliia Mitrofanova¹; Mikhail Kunyaev¹; Nikolay Agapov¹

¹ *JINR*

Corresponding Author: akonstantinov@jinr.ru

Криогенный комплекс коллайдера NICA предназначен для охлаждения и криостатирования при T=4,5 К сверхпроводящих колец ускорительного комплекса: Бустера, Нуклотрона и Коллайдера. К настоящему моменту введено в работу два из трех ускорителей - Бустер и Нуклотрон и ведется монтаж кольца Коллайдера. Криостатирование магнитов осуществляется циркуляционным методом: переохлажденный жидкий гелий прокачивается через охлаждающие каналы сверхпроводящего кабеля.

Такой способ позволяет минимизировать количество жидкого гелия в системе, а использование теплоты его испарения - эффективно снимать динамические тепловыделения обмоток сверхпроводящих магнитов.

Для охлаждения ускорителей необходимо увеличить холодопроизводительность существующего криогенного комплекса 4000 до 10000 Вт при $T=4,5$ К. С этой целью разработан ряд новых криогенных и компрессорных установок. Большое внимание уделено созданию системы автоматизации криогенного комплекса, которая обеспечит работу установок в контролируемой зоне без присутствия операторов.

Дан обзор криогенного комплекса и технических решений, используемых при его создании.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 030 / 269

On the effect of focusing conditions on the emission capacity of a laser-plasma ion source

Authors: Anton Isaev^{None}; Evgeny Vovchenko¹; Alexander Shikanov¹; Konstantin Kozlovskij¹

¹ *National Research Nuclear University "MEPhI*

Corresponding Author: isaev@lenta.ru

The issues of the influence of geometric conditions of laser radiation focusing on the surface of the plasma-forming target of an azero-plasma ion source are considered. In particular, the presence of two ion emission maxima in the region of the laser radiation flux density exceeding 10^{11} W/cm² has been experimentally established. A possible interpretation of this effect is proposed. Recommendations are given for the selection of optimal modes for the formation of the laser radiation flux in the plasma-forming target region.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 057 / 270

разработка газонаполненных детекторов для регистрации тормозного излучения в широком энергетическом диапазоне

Authors: Tatiana Salikova¹; NIKOLAY VINOKUROV²; Oleg Shevchenko³; Mihail Scheglov⁴

¹ *Vladimirovna*

² *Budker Institute of Nuclear Physics*

³ *BINP*

⁴ *Budker INP SB RAS*

Corresponding Author: salikova@inp.nsk.su

В статье описан проект создания линейки воздушнонаполненных детекторов (ионизационных камер), работающих в токовом режиме, предназначенных для регистрации

тормозного излучения в диапазоне энергий от 1 до 40 МэВ. Эти датчики будут основой дозиметрического контроля в ускорительном зале ЛСЭ (Лазер на Свободных Электронах). Что позволит контролировать потери пучка при коррекции орбиты и в случае сбоя аппаратуры (которые приводят к потерям).

Датчики не предназначены для измерения количественного изменения мощности дозы по ряду причин, обусловленных высоким уровнем радиации в ускорительном зале, достигающих нескольких десятков кГр/ч. А также широкого спектра тормозного излучения: вклад от инжектора имеет максимальную энергию фотонов до 1.5 МэВ; при работе первой стадии ЛСЭ максимальная энергия фотонов 12 МэВ; а при работе второй и третьей стадий ЛСЭ необходимо выделить потери с каждой из четырех дорожек (10 МэВ, 20 МэВ, 30 МэВ, 40 МэВ). Также в «измерительной» системе необходимо корректировать разницу расстояний между датчиком - АЦП, и учитывать радиационную деградацию каждого кабеля.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 039 / 271

Preliminary tests of a modified electron source for a medical therapeutic accelerator

Authors: Nikita Samarokov¹; Vladimir Rashchikov²

Co-authors: Sergey Polozov¹; Roman Zbruev¹

¹ NRNU MEPhI

² NRNU MEPhI

Corresponding Author: smpolozov@mephi.ru

A compact modified thermionic electron source was developed for the 6 MeV medical accelerator. The peculiarity of this gun is a significantly reduced size, due to a change in the power supply scheme. For this electron source, the beam characteristics were calculated. After assembling the gun, tests were carried out and the corresponding experimental data was obtained, which is in good agreement with the simulation results.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 082 / 272

Measurement of the Fast Neutron Spectrum of the $7\text{Li}(d,n)8\text{Be}$ Reaction

Authors: Gleb Verkhovod^{None}; Sergey Taskaev^{None}; Tymofey Bykov^{None}

Corresponding Author: thevoidscreamer@gmail.com

At the INP SB RAS, for a promising procedure for the treatment of malignant tumors, an accelerator source of neutrons was proposed and created based on a new type of charged particle accelerator - a tandem accelerator with vacuum insulation. The accelerator produces a beam of protons or deuterons with a current range from 1 nA to 10 mA and energy from 0.6

to 2.2 MeV and generates neutrons with a cold, thermal, epithermal, , monoenergetic and fast spectrum.

Using a lithium target 88 m thick, the fast neutron spectrum of the ${}^7\text{Li}(d,n){}^8\text{Be}$ reaction was measured at deuteron beam energies from 1 to 2 MeV. To measure the spectrum, a UNSD-15 Mobile neutron and γ -radiation spectrometer-dosimeter was used. In the course of the research, the equipment was calibrated and the spectrum of fast neutrons was measured at a distance of 2 and 5 meters from the lithium target along the neutron beam axis.

The paper presents the results of measurements in the form of graphs of the energy spectrum of fast neutrons, as well as conclusions about the further study of the reaction spectrum of ${}^7\text{Li}(d,n){}^8\text{Be}$ and its angular distribution.

This research was funded by Russian Science Foundation, grant number 19 72 30005, <https://rscf.ru/project/19-72-30005>

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 032 / 273

Лазерная система «ФОКУС» для лазерно-плазменного источника ионов линейного ускорителя ЛУ2

Authors: Igor Khrisanov¹; Alexander Balabaev¹; Timur Kulevoy¹; Anton Losev¹; Yuri Satov¹; Alexander Shumshurov¹

¹ *NRC Kurchatov Institute*

Corresponding Author: hrisanov@itep.ru

В настоящее время в НИЦ «Курчатовский институт» ведется разработка линейного ускорителя ЛУ2 для создаваемого в РФЯЦ-ВНИИЭФ синхротронного комплекса Межведомственного центра комплексных радиационных исследований и испытаний. Система базируется на генерации ионов из плазмы, создаваемой воздействием импульсного лазерного излучения высокой мощности на твердую мишень. В работе описана схема и выходные характеристики CO_2 лазерной установки «ФОКУС», предназначенной для создания лазерной плазмы и генерации многозарядных ионов широкого ряда химических элементов. Формирование лазерного импульса основано на нелинейных оптических эффектах при распространении света в резонансно-усиливающих и поглощающих средах. Показано, что на текущем этапе разработки достигнуты следующие выходные характеристики лазерной системы: частота повторения импульсов 1 Гц, длительность 17,5 нс и энергия 130 Дж, что соответствует пиковой мощности 6 ГВт.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 011 / 274

Проект источника комptonовских фотонов на СКИФ

Author: Viacheslav Kaminskiy¹

Co-author: Oleg Meshkov²

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics SB RAS*

² BINP SB RAS**Corresponding Authors:** v.v.kaminskiy@inp.nsk.su, o.i.meshkov@inp.nsk.su

Сибирский кольцевой источник фотонов (СКИФ) – строящийся в г. Кольцово Новосибирской области специализированный источник синхротронного излучения поколения «4+». Параметры основного кольца-накопителя, такие как энергия пучка 3 ГэВ, сверхмалый горизонтальный эмиттанс около 72 пм·рад, большой ток пучка 400 мА, позволяют создать на его основе эффективный источник комптоновских фотонов. В данном докладе рассматривается возможность создания и параметры данного источника. Он задуман как станция общего пользования, подобная другим пользовательским станциям синхротронного излучения, не нарушающей режим работы и параметры пучка накопителя.

При использовании хорошо освоенных технологий мощных лазеров на Nd:YLF (или Nd:YAG) на 1, 2, 4 гармониках и CO₂ можно получать комптоновские фотоны с максимальными энергиями от 16 МэВ до 530 МэВ. Так как частота следования сгустков в накопителе СКИФ составляет почти 400 МГц, то для комптоновского взаимодействия предполагается использовать лазеры, работающие в непрерывном режиме. Место фотон-электронного взаимодействия находится в мягком диполе суперпериода магнитной структуры. Расчёты дают скорость счёта комптоновских квантов около 30 МГц на каждый ватт непрерывной лазерной мощности. Скорость счёта ограничена сверху системой инжекции на уровне 200-400 МГц (при потере рассеянных электронов).

Сверхмалый эмиттанс накопителя СКИФ позволяет эффективно использовать монохроматизацию гамма-квантов при их коллимации. Так как энергия накопителя СКИФ не перестраивается, для монохроматизации предусмотрены также системы мечения фотонов по энергии рассеянных электронов с разрешением порядка 0.6% энергии гамма-кванта. Две системы мечения внутри вакуумной камеры располагаются в следующих секциях того же суперпериода накопителя, одна предназначена для мечения гамма-квантов с энергиями до 350 МэВ, другая – до 530 МэВ.

Доступный диапазон энергий гамма-квантов от десятков МэВ до 500 МэВ позволяет исследовать такие процессы как фотоделение ядер, дельбрюковское рассеяние и расщепление фотона в поле тяжёлых ядер, фоторождение пионов, гиперядер и N- и -барионов, а также проводить калибровку различных детекторов, применяемых в физике высоких энергий. Множественность комптоновских фотонов на один электронный сгусток меньше 1, хорошая монохроматизация и малый угловой размер пучка позволит здесь добиться успехов. В диапазоне энергий до 16 МэВ с углекислотным лазером можно исследовать фотоядерные реакции в области гигантского дипольного резонанса и ниже: тонкая структура ГДП, абсолютные сечения, пигми-резонансы и т. д. Рассеянные электроны в этом случае остаются в энергетической апертуре накопителя, и не попадают в систему мечения, но позволяют поднять мощность лазера.

В качестве первого демонстрационного эксперимента предлагается провести измерение абсолютных сечений фотоделения актинидов, где до сих пор есть расхождения нескольких экспериментов как между собой, так и с теорией.

Young scientist paper:

No

Accelerator applications / 275

Медицинский сверхпроводящий циклотрон МСЦ-230. Статус проекта.

Author: Sergey Yakovenko от имени команды МСЦ-230¹¹ *Joint Institute for Nuclear Research***Corresponding Author:** yakoven@jinr.ru

В Объединённом институте ядерных исследований (ОИЯИ) совместно с Научно-исследовательским институтом электрофизической аппаратуры имени Д.В. Ефремова (НИИЭФА) ведётся

разработка медицинского сверхпроводящего циклотрона МСЦ-230. Сверхпроводящий изохронный циклотрон МСЦ-230 предназначен для проведения протонной лучевой терапии и медико-биологических исследований. Ускоритель рассчитан на работу в непрерывном и импульсном режимах с максимальной энергией протонного пучка 230 МэВ и максимальным током до 10 микроампер. Характеристики циклотрона позволят проводить различные эксперименты в области протонной терапии, в том числе по изучению флэш-эффекта.

Приведены основные технические характеристики МСЦ-230, описание его систем и компоновка циклотрона. Представлен статус работ по реализации проекта.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 001 / 276

Методики настройки ондуляторных систем на постоянных магнитах синхротрона “СИЛА”

Authors: Aleksei Komlev^{None}; Iakov Abakumov¹; Abdulkarim Amirov¹; Anton Targonskiy²

¹ *Kurchatov Institute*

² *FSRC "Crystallography & photonics" RAS*

Corresponding Author: alkomlev98@yandex.ru

Синхротронные источники являются незаменимыми инструментами в современных исследованиях в области физики, химии, биологии, материаловедения и многих других научных дисциплин. Они обеспечивают высокую интенсивность, широкий спектр энергий и уникальные свойства синхротронного излучения, что делает их непревзойденными для множества экспериментальных задач. В последние десятилетия значительные усилия были направлены на разработку синхротронов нового поколения, среди которых особое место занимают ондуляторные системы синхротрона 4-го поколения [1]. Ондуляторы синхротрона 4-го поколения представляют собой последний шаг в этой эволюции, обеспечивая еще более высокую интенсивность и качество излучения. Для достижения максимальной яркости и когерентности излучения ондуляторных систем, разрабатываемых для синхротрона “СИЛА”, необходимо разработать и оптимизировать методики их настройки [2]. Качество распределения магнитного поля в зазоре ондулятора влияет на качество генерируемого синхротронного излучения, поэтому требуется комплексный подход к процессу настройки.

Существует несколько традиционных методик аттестации качества распределения магнитного поля в зазоре ондуляторов: метод натянутой нити, сканирование датчиком Холла [3]. Оптимизация конструктивных особенностей этих измерительных методик была проведена в соответствии с техническими требованиями, предъявляемым к ондуляторам на постоянных магнитах для синхротрона СИЛА. В качестве дополнительного метода исследования распределения магнитного поля в зазоре ондулятора был предложен магнитооптический метод. Данный метод основан на измерении поворота плоскости поляризации света, проходящего через зазор ондулятора, в котором установлен оптически прозрачный кристалл. В докладе рассматривается принципиальная возможность реализации такого метода и целесообразность его использования для настройки различных типов источников ондуляторного излучения.

Комплексное использование существующих и разрабатываемых методик настройки ондуляторных систем 4-го поколения является ключевым шагом для достижения заявленных характеристик синхротрона “СИЛА”.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 030 / 277

Permanent magnet dipoles for a synchrotron radiation source

Authors: Irina Kilmetova¹; Timur Kulevoy¹; Vladimir Skachkov¹; Olga Sergeeva¹

¹ *NRC "Kurchatov Institute"*

Corresponding Author: irina.kilmetova@yandex.ru

В НИИЦ Курчатовский институт планируется создание генератора синхротронного излучения 4 поколения. Установка СИЛА (генератор Синхротронного Излучения 4 поколения с ЛАЗером на свободных электронах) является многопользовательской междисциплинарной установкой класса "мегасайенс" для исследований по ряду направлений физики, химии, кристаллографии, материаловедения, биологии и медицины.

В работе рассмотрены и обсуждены возможные варианты исполнения структуры ондулятора на постоянных магнитах с регулируемой величиной поля в максимуме. В качестве материала выбран сплав Nd-Fe-B, обладающий по сравнению с Sm-Co сплавом значительно более высокой остаточной намагниченностью и способный обеспечить повышенную коэрцитивную силу. Среди наиболее эффективных конструкций наряду с гибридной предпочтительно использовать неявнополюсный мультиполь секторного или стержневого типа, а также выполненного по QSM технологии. В работе представлены особенности QSM диполей на постоянных магнитах, а также спектры продольного распределения поля в регулярной структуре ондулятора, построенной на диполях этого типа.

Young scientist paper:

Yes

Superconductivity in accelerators / 278

The "New Nuclotron" Concept for a HTS Magnetic System of the Synchrotron

Author: Hamlet Khodzhibagiyev¹

Co-authors: Egbert Fischer¹; Mikhail Novikov¹; Andrey Shemchuk²

¹ *Joint Institute for Nuclear Research*

² *Jont Institute for Nuclear Research*

Corresponding Author: hamlet@jinr.ru

The work was done within the mega-science project for the new accelerator-collider complex NICA at the JINR in Dubna. The existing superconducting synchrotron is operating since 1993 and requires a modernization. It is planned to build the New Nuclotron using magnets made from the second-generation HTS material produced at the SuperOx company in Moscow. The magnets will be cooled down to 30 K by a two-phase Neon flow inside the cable channels of the coil, or to 50 K ... 65 K by gaseous helium for the HTS material of the next generation. We present the cooling scheme and the status of magnet design.

Young scientist paper:

No

Accelerator applications / 279**Use of particle accelerators for radiation testing of space electronics****Author:** Pavel Chubunov¹¹ *Institute of Space Device Engineering***Corresponding Author:** chubunov_pa@orkkniikp.ru

Воздействие ионизирующих излучений космического пространства на электронные изделия является одной из главных причин ограничивающих сроки активного существования космической техники. Для подтверждения требуемых уровней стойкости проводятся наземные радиационные испытания космической электроники. В докладе описывается роль и место ускорителей частиц в задачах радиационных испытаний, сформулированы требования к характеристикам пучков применительно к видам возможных радиационных эффектов в полупроводниковых приборах. Представлен опыт работ по созданию и использованию рабочих мест испытаний на базе различных ускорителей, а также обзор создающихся установок для испытаний на стойкость к воздействию ионизирующих излучений космического пространства.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 029 / 280**Магнитные элементы низкоэнергетичного канала для тяжёлоионного ускорителя****Authors:** Irina Kilmetova¹; Alexander Boriskov²; Геннадий Кропачев³; Timur Kulevoy¹; Alexander Opekunov²; Alexander Semennikov¹; Olga Sergeeva¹; Ekaterina Khabibullina¹; Vladimir Skachkov⁴¹ *NRC "Kurchatov Institute"*² *FSUE RFNC-VNIITF*³ *НИЦ Курчатовский институт*⁴ *NRC "Kurchatov Institute"***Corresponding Author:** irina.kilmetova@yandex.ru

В НИЦ "Курчатовский институт" – ККТЭФ разрабатывается импульсный линейный ускоритель тяжелых ионов на энергию 4 МэВ/нуклон и током до 10 мА. В низкоэнергетичном канале транспортировки (ЛЕВТ) ионного пучка сразу после лазерного источника предусматривается рафинирование целевой фракции ионов с отношением $A/Z = 4 \div 8$ из первично сформированного пучка с широким спектром по зарядности и согласование поперечных характеристик пучка при инжекции в ускоряющую секцию RFQ. В работе представлены результаты моделирования улучшенных конструкций импульсного соленоида и двух постоянноточных отклоняющих электромагнитов с углом поворота 60° . Оптимизация конструкций осуществлена с учетом результатов динамических расчетов, выполненных путем моделирования движения ионов в 3D распределении магнитного поля на всем протяжении канала ЛЕВТ от его входа до выхода, и коррекции режимов электропитания.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 055 / 281

Система ВЧ-питания линейного ускорителя ионов синхротронного комплекса (СКИ)

Authors: Timur Kulevoy¹; Victor Kuzmichev²; Dmitry Liakin²; Alexey Sitnikov³; Alexander Opekunov⁴; Maksim Smetanin⁴

¹ *КСТЕР - NRC Kurchatov institute*

² *ИТЕР*

³ *NRC KI*

⁴ *FSUE RFNC-VNIIEF*

Corresponding Author: kulevoy@itep.ru

Разработана система ВЧ-питания для линейного ускорителя тяжелых ионов синхротронного комплекса (СКИ) «РФЯЦ ВНИИЭФ». В докладе приводятся сведения о составе и характеристиках системы, представлены схемы возбуждения ускоряющей структуры RFQ, резонаторов с трубками дрейфа DTL-1 и DTL-2.

Young scientist paper:

Posters II - Board: 065 / 282

Measurement of permanent magnets parameters for prototypes of bending magnets of an energy-saving synchrotron radiation source

Authors: Yaroslav Gorbachev¹; NIKOLAY VINOKUROV¹; V. G. Tcheskidov¹; Shamil Lachynov²; Oleg Shevchenko³

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*

² *Novosibirsk State University, Budker Institute of Nuclear Physics*

³ *BNP*

Corresponding Author: jiva-5m@yandex.ru

A concept of an energy-saving synchrotron radiation source is being developed at the Budker INP. One of the main differences between the new radiation source and the existing ones is the absence of DC power supplies and water cooled coils for most elements of the magnetic system that use permanent magnets. To test this new technical solution prototypes of bending magnets were designed and are being manufactured. The permanent magnets used in these bends have to meet certain requirements. Therefore one has to measure magnetization and do sorting of the magnets before installing them in the bends. In this paper we describe the measuring technique and present the preliminary results of measurement of permanent magnets parameters.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 040 / 283

Расчет системы сканирования пучка электронов с поворотом на 90 градусов

Authors: Maxim Borisov¹; Vasily Shvedunov¹

¹ *SINP MSU*

Corresponding Author: muchmaxx@gmail.com

В докладе представлены результаты расчета компактной системы сканирования пучка электронов с поворотом на 90°. Система позволяет производить облучение движущейся на конвейере продукции при вертикальном падении пучка и горизонтальном расположении линейного ускорителя электронов. Использование такой системы сканирования дает возможность существенно уменьшить размеры здания с размещенной в ней радиационно-технологической установкой и, тем самым, сократить затраты на капитальное строительство.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 042 / 284

Lambertson magnets for beam injection and fast ejection systems of Nuclotron

Author: Oleg Kunchenko¹

Co-authors: Andrey Butenko ²; Alexey Kudashkin ; Dmitry Nikiforov ²; Mikhail Petrov ; Vasily Seleznev ; Victor Smirnov ¹; Alexey Tuzikov ²; Mikhail Shandov ³

¹ *Joint Institute for Nuclear Research*

² *JINR*

³ *Joint Institute for Nuclear Research, Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics*

Corresponding Author: kunchenko@jinr.ru

The core facility of the NICA accelerator complex is the superconducting synchrotron Nuclotron with the maximum magnetic rigidity of 40 T*m. For transfer of the ion beam from the new superconducting booster synchrotron to the Nuclotron the new injection system is designed and put into operation. For transfer of the ion beam from the Nuclotron to NICA collider the new fast ejection system is being developed. The key elements of the named systems are the superconducting Lambertson magnet and the kicker magnet. The paper describes main design features and characteristics of the superconducting Lambertson magnets developed at JINR.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 028 / 285

Magnetron generator for ECR ion sources

Authors: Andrey Kulikov¹; Alexander Prokopenko²

¹ *JSC "NPP "Magratep"*

² *National Research Nuclear University "MEPhI"*

Corresponding Author: kulikoff_andrey@mail.ru

The microwave generator based on a magnetron generator with inverter sources of anode voltage for use in ECR sources of light ions is presented. The anode power source of magnetron is built according to the scheme of a quasi-resonant bridge converter with phase control at conversion frequency of 100 kHz. DC magnetron filament power supply with the possibility of smooth voltage adjustment has been developed to reduce the level of pulsations of the output microwave power. Generator power can change from 100 watts to 750 watts continuous regime when using an available magnetron at frequency of 2450 MHz. The dependence of the energy and frequency characteristics of magnetrons on inverter power sources with the ability to adjust the microwave power are studied. As a result of the research, it was noted that the bandwidth of the generated microwave power does not exceed 2 MHz. The project of such generator for the ion source ECR has been prepared.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 068 / 286

Goodness of fit of the algorithm for calculation and optimization high-energy beam transfer lines

Author: D.A. Amerkanov¹

Co-authors: S.A. Artamonov¹; E.M. Ivanov¹; V.A. Tonkikh¹

¹ *NRC «Kurchatov Institute» - PNPI*

Corresponding Author: dmitriysno@gmail.com

The calculation of high-energy beam lines consists of tracing of the proton beam trajectories along the transport channel from the source. The PROTON_MK program code was developed to carry out such calculations using the Monte Carlo method. The beam from the accelerator is introduced in the form of a multivariate Gaussian distribution in $x, x', z, z', dp/p$ phase space. In the case when an absorber (absorber, air section, window in the channel, etc.) is installed in the transport channel the beam parameters after the absorber are calculated using the GEANT4. The output file of this code can be used as input for the program. The program allows calculation of any beam parameters - intensity, spatial or phase density, energy distribution, etc. The program includes a block for the optimization of beam parameters presented in a functional form. Random search method with learning for search correction based on analysis of intermediate results (so-called statistical gradient method) is used for obtaining the global maximum of a function of many variables.

The algorithm was tested during the development of the beams with energy of 100–900 MeV by decelerating the primary proton beam with energy of 1000 MeV in a cop-per absorber.

Based on the results of measuring the beam profiles of various energies and comparing them with the calculated profiles, a conclusion was made about goodness of fit of the algorithm.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 007 / 287

BEAM ORBIT STABILITY AT THE SKIF

Author: Kseniia Kariukina¹¹ *Synchrotron Radiation Facility Siberian Circular Photon Source SKIF Boreskov Institute of Catalysis of Siberian Branch Russian Academy of Sciences***Corresponding Author:** k.yu.karyukina@inp.nsk.su

Центр коллективного пользования «Сибирский кольцевой источник фотонов» (ЦКП «СКИФ») – источник синхротронного излучения (СИ) четвертого поколения, сооружаемый в настоящее время в Новосибирске. Обеспечение механической стабильности магнитных элементов современного источника СИ – сложная и важная задача, поскольку даже малые смещения магнитов относительно проектного положения, вызванные, в том числе, сейсмическими колебаниями поверхности строительного участка, могут существенно ухудшить параметры установки. В статье приведены результаты исследования сейсмической обстановки в районе строительной площадки ЦКП «СКИФ», определены основные источники сейсмического фона и на основе полученных данных оценены параметры системы обратной связи, позволяющей динамически корректировать положение пучка электронов в точках излучения, купируя негативное влияние сейсмических воздействий на эффективность работы источника СИ.

Young scientist paper:

Yes

SR and FEL sources 1 / 288

The Novosibirsk Free Electron Laser Facility - new achievements and work plans

Author: Oleg Shevchenko for the NovoFEL team¹¹ *Budker Institute of Nuclear Physics***Corresponding Author:** o.a.shevchenko@inp.nsk.su

The Novosibirsk FEL facility includes three FELs operating in the terahertz, far-, and mid-infrared spectral ranges. It has rather long history, but its potential has not been fully revealed so far. The first FEL of this facility has been operating for users of terahertz radiation since 2004. Its initial wavelength range had been 90 – 240 m but recently it was increased up to 400 m. The second FEL was commissioned in 2009. In 2021 the old electromagnetic undulator of this FEL was replaced by a new undulator with variable period and lasing in the wavelength range 15 – 120 m was obtained. The third FEL was commissioned in 2015 to cover the wavelength range of 5 – 20 m. In this paper, we present an overview of the facility, report our recent achievements and discuss future work plans.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 089 / 289

DEVELOPMENT OF A NEW CONTROL SYSTEM FOR ELECTRON ACCELERATORS ILU-12 and ILU-14

Author: Vadim Bezuglov¹

¹ *Budker INP SB RAS*

Corresponding Author: bezuglow@rambler.ru

The report is devoted to the development of a new control system for high-frequency multicavity electron accelerators ILU-12 and ILU-14, which generate an electron beam with an energy of 7.5-10 MeV and a power of up to 75-100 kW. The accelerator is the main element of the industrial irradiation complex that processes disposable medical devices and food products. The report provides a description of a new control and protection system for the pulse power supply of accelerators and its additional systems. Also, attention is paid to the development of electronic and software tools, which made it possible to expand the areas of application of powerful electron accelerators with energies up to 7.5-10 MeV in industry.

Young scientist paper:

No

SR and FEL sources 2 / 290

Коррекция влияния вставных устройств первой очереди накопителя СКИФ

Authors: Mikhail Skamarokha¹; Grigory Baranov²; Eugeny Levichev³

¹ *SRF SKIF, Budker Institute of Nuclear Physics SB RAS*

² *SRF SKIF, Budker Institute of Nuclear Physics*

³ *SRF SKIF, BINP*

Corresponding Author: m.a.skamarokha@inp.nsk.su

Центр коллективного пользования “Сибирский кольцевой источник фотонов” (ЦКП “СКИФ”) - современный источник синхротронного излучения, сооружаемый в Новосибирске. СКИФ состоит из линейного ускорителя с энергией 200 МэВ, синхротрона-бустера с максимальной энергией 3 ГэВ, накопительного кольца на ту же энергию с периметром 476 м и натуральным горизонтальным эмиттансом 73.2 пм. На начальном этапе СКИФ оснащается шестью устройствами генерации излучения в прямолинейных промежутках длиной 6 м. Для расширения спектра СИ в область жестких квантов, пять генераторов (вигглеры и ондуляторы) сверхпроводящие, а шестой - резистивный спиральный ондулятор для экспериментов с управляемой поляризацией излучения. Сверхпроводящие устройства существенно влияют на параметры электронного пучка в СКИФ. В докладе рассматриваются различные аспекты такого влияния, способы коррекции оптики и динамики пучка, а также получающиеся характеристики источника СИ.

Young scientist paper:

Yes

Accelerator's subsystems / 291

МИШЕННЫЕ УСТРОЙСТВА МОЩНЫХ НЕЙТРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

Author: Владимир Юнин^{None}

Co-authors: Дмитрий Солнышков¹; Алексей Морозов¹; Геннадий Воронин¹

¹ АО "НИИЭФА

Corresponding Author: vsyunin@gmail.com

Рассмотрены мишенные устройства генератора нейтронов НГ-13М диаметрами 230 и 430 мм, проведено их сравнение с использованными ранее аналогами. Описаны новые решения при разработке, конструктивные особенности, особенности при производстве, а также указаны потенциальные области применения и направление дальнейшего развития.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 085 / 292

Radiation tests of BINP impregnating epoxy compound up to doses of 50 MGy

Authors: MIKHAIL PETRICHENKOV¹; Vladimir Eksta¹; Vladimir Chudaev¹; Alexander Brodnikov¹

¹ BINP

Corresponding Author: petrmv@inp.nsk.su

Investigation of the radiation resistance of BINP impregnating epoxy compound up to 50 MGy were undertaken. Samples were irradiated by electron beam generated at ULU-6 accelerator, produced at BINP. Temperature of samples was controlled online during irradiation. The results of mechanical tests (tensile strength and Young's modulus) after irradiation are given in comparison with SLAC compound ones.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 115 / 293

The decomposition method and modeling of the RFQ resonator using scattering matrices applied to field adjustment and stabilization systems

Author: Dmitry Liakin¹

Co-authors: Victor Kuzmichev¹; Sergey Barabin²; Timur Kulevoy³; Andrey Orlov⁴

¹ ИТЭР

² nrcki

³ *KCTEP - NRC Kurchatov institute*

⁴ *NRC "Kurchatov Institute*

Corresponding Author: liakin@itep.ru

The representation of the RFQ resonator as a long multimode structure with boundary conditions and local perturbations, tuning elements and RF inputs is considered. Replacement equivalent schemes and scattering matrices obtained from three-dimensional models are used for modeling.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 014 / 294

Modular electronics system for diagnostics and control systems of linear and cyclic accelerators

Author: Dmitry Liakin¹

Co-authors: Сергей Фильчагин²; Andrey Orlov³; Sergey Barabin⁴; Michail Saratovskikh³; Timur Kulevoy⁵

¹ *ITEP*

² *ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»*

³ *NRC "Kurchatov Institute*

⁴ *nrcki*

⁵ *KCTEP - NRC Kurchatov institute*

Corresponding Authors: liakin@itep.ru, kulevoy@itep.ru

The general principles of constructing elements of distributed diagnostic and control systems for linear and cyclic accelerators are considered. Existing experience is used. The systems are built using proven solutions of modular architecture, which reduces the development time of both hardware and software. The principle of system construction, the nomenclature of modules and particular solutions of hardware and software components are considered.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 031 / 295

Beam extraction in MSC230 isochronous cyclotron

Author: Ivan Lyapin¹

¹ *JINR*

Corresponding Author: lyapin@jinr.ru

JINR is developing a new MSC230 isochronous cyclotron for proton therapy. In this paper, the beam extraction from the accelerator using an electrostatic deflector and several magnetic

correctors was discussed. In particular, two variants of beam extraction were compared: along the spirality of sectors and against it.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 023 / 296

Simulation study on impact of laser pulses on particle defocusing and acceleration gradients

Authors: Dinkar Mishra¹; Bhupesh Kumar¹

¹ *University of Lucknow*

Corresponding Author: dinkarmishra.edu@gmail.com

The demand for accelerators with high electric field gradients is crucial for the development of future electron or proton colliders. To address this, plasma wakefield accelerators have emerged as a potential solution by utilizing short electron or proton bunches to generate substantial plasma wakes. These wakefields exhibit both longitudinal and transverse components, with the former responsible for accelerating the particle bunches and the latter for focusing them. In our research, we conducted an investigation into the effects of twisted and two-color laser pulses on defocusing and the injection of electrons or protons into the counter-propagating ionization front. To analyze, these phenomena, we employed the FBPIC code, which allowed us to accurately simulate laser pulse behavior. Notably, our findings revealed that the utilization of twisted and two-color laser pulses did not result in significant defocusing over longer distances. This implies that these types of laser pulses can maintain the focused nature of electron or proton bunches, enabling effective injection and facilitating their interaction with the ionization front. Therefore, by understanding the role of twisted and two-color laser pulses in defocusing and particle injection, we can advance our knowledge of plasma wakefield accelerators and their potential for achieving high electric field gradients in future colliders.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 038 / 297

Optimization of the Resonator Geometry of a Photoemission Electron Source

Author: Nikita Samarokov¹

Co-authors: Alexander Vikharev²; Andrew Batov¹; Ilya Bandurkin²; Mikhail Lalayan³; Sergey Polozov¹

¹ *NRNU MEPhI*

² *IAP RAS*

³ *MEPhI*

Corresponding Author: aabatov@mephi.ru

This paper presents a comparison of the characteristics of various geometries of photogun resonators with a frequency of 2.45 GHz. For four variants of resonators, the electrodynamic characteristics of the structures are presented, and a comparative analysis of the results is carried out.

Young scientist paper:

Yes

Heavy Ions Accelerators / 298

Коллайдер NICA: завершение изготовления оборудования, монтаж и планы первых сеансов с пучком

Author: Sergey Kostromin¹

¹ *JINR, Dubna*

Corresponding Author: kostromin@jinr.ru

Представлено состояние сооружения коллайдера NICA. Изготовление, сборка и испытания на стендах основных технологических систем коллайдера находятся в финальной стадии. В каньоне кольца смонтировано 50% элементов магнитно-криостатной системы, половина ускоряющих станций систем ВЧ-1 и ВЧ-2. Большой объем работ связан с монтажом и подключением и наладкой оборудования инженерной инфраструктуры установки. Приводятся планы по техническому запуску отдельных систем, пуску всей установки и начала работы с пучком в первых сеансах.

Young scientist paper:

No

Colliders 2 / 299

VEPP-4M linear optics correction using orbit response matrices

Author: Rasim Mamutov¹

Co-authors: Grigory Baranov²; Pavel Piminov²; Sergey Sinyatkin³; Dmitry Lipoviy ; Andrey Polyansky⁴; Denis Burenkov⁴; Leonid Serdakov⁴

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics, Novosibirsk*

² *Budker Institute of Nuclear Physics*

³ *Budker Institute of Nuclear Physics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences (BINP SB RAS)*

⁴ *BINP SB RAS*

Corresponding Author: r.mamutov@inp.nsk.su

This paper presents procedures and techniques for correcting the linear optics of the VEPP-4M collider. The accelerator structure investigation is based on the measurement and analysis of orbit response matrices (ORM) and optical functions reconstructed from turn-by-turn data. Having no technical description of quadrupole lenses and corrector magnets, we have calibrated their current dependencies of magnetic strengths and fields, respectively. Relative

to the reference orbit, quadrupole shifts in each plane have been obtained by using the beam-based alignment (BBA) technique. The collider optics have been corrected and calibrated at the injection energy. A software combining automated optical functions measurement and correction has been developed and successfully implemented at VEPP-4M.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 024 / 300

Генерация сгустков ускоренных электронов при взаимодействии лазерного импульса с полуограниченной плазмой

Author: Sergey Kuznetsov¹

¹ *ЛИИТ*

Corresponding Author: svk@mail.ihed.ras.ru

Аналитически и посредством численного моделирования выполнено исследование взаимодействия релятивистки интенсивного лазерного импульса с полуограниченной плазмой, приводящего к возникновению вблизи ее границы многопоточкового течения электронной компоненты плазмы, следствием которого является генерация электронных сгустков и их ускорение в кильватерной волне лазерного импульса.

Показано, что механизмом генерации сгустков электронов является опрокидывание кильватерной волны, генерируемой лазерным импульсом, самоинжекция в ее ускоряющую фазу электронов плазмы, формирующих очень короткие (соответствующие длительности в десятки аттосекунд) и очень плотные электронные сгустки с зарядом в несколько десятков пК, которые в дальнейшем ускоряются в кильватерной волне до энергии в сотни МэВ.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 094 / 301

Изменение амплитуды кильватерного поля при разлёте протонного драйвера в вакууме

Author: Vlada Yarygova¹

Co-author: Konstantin Lotov²

¹ *Budker INP SB RAS, NSU*

² *Budker INP*

Corresponding Author: v.yarygova@gmail.com

В будущих экспериментах на установке AWAKE будет две плазменных секции с вакуумным промежутком между ними: секция самомодуляции, в которой протонный драйвер

разделяется на последовательность микропучков, и ускоряющая секция, в которой кильватерное поле ускоряет короткий электронный пучок. Длина вакуумного промежутка пока не определена, поэтому мы разработали формулу позволяющую предсказать изменение кильватерного потенциала после прохождения протонным драйвером вакуумного промежутка. Более детальные исследования показали, что существует ещё один физический режим, при котором кильватерный потенциал во второй плазменной секции имеет большую амплитуду. Данная работа посвящена изучению и описанию этого режима.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 064 / 302

Numerical simulation of the beam dynamics in electron linacs taking into account the current load in the polyharmonic approximation.

Authors: Andrew Batov¹; Sergey Polozov¹

¹ *NRNU MEPhI*

Corresponding Author: aabatov@mephi.ru

For many years, codes for numerical simulation of the beam dynamics have been developed at NRNU MEPhI for both travelling and standing wave electron linacs taking into account the own beam field. The BEAMDULAC-BL code was developed to simulate self-consistent beam dynamics taking into account both the quasi-static component of the space charge and the beam loading effect.

The methods of simulation of the beam dynamics with main harmonic beam loading have already been investigated earlier and implemented in the code [1-2]. This report considers methods of taking into account the current load in the polyharmonic approximation.

1. Voronkov A.V. et al . Calculation of beam dynamics in accelerators operating on a traveling wave, taking into account the effect of current loading //Atomic energy. - 2010. – Vol. 109. – No. 2. – pp. 84-88.
2. Masunov E. S. et al. Stationary and transient beam dynamics simulation results comparison for travelling wave electron link with beam loading //Issues of atomic science and technology. – 2012.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 123 / 303

Построение начальной части линейного ускорителя пучков ионов водорода из однотипных коротких резонаторов

Author: Valentin Paramonov¹

Co-authors: Иван Рыбаков ²; Любовь Овчинникова ²; Александр Дуркин ²

¹ *Institute for Nuclear Research of the RAS*

² *ИЯИ РАН*

Corresponding Author: paramono@inr.ru

Рассмотрено построение начальной часть нормально проводящего линейного ускорителя пучков ионов водорода с импульсным током ~ 20 мА до энергии ~ 70 МэВ. Предускоритель с ПОКФ на рабочей частоте ~ 160 МГц ускоряет ионы до энергии ~ 4 МэВ. Дальнейшее ускорение производится работающими на удвоенной частоте и возбуждаемыми на колебании ТМ₀₁₀ короткими, длиной до 5, резонаторами с трубками дрейфа. Фокусировка пучка осуществляется дублетами квадрупольных линз, размещенных между резонаторами. Рассматриваемая структура ускоряюще – фокусирующего канала, в рамках предполагаемых параметров пучка, с запасами обеспечивает как условия устойчивого продольного и поперечного движений частиц, так и надежной технической реализации. Приводятся основные результаты расчета динамики частиц и основные параметры элементов канала. Анализируются возможные варианты построения ускорителя с более высокой выходной энергией.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 101 / 304

ОСОБЕННОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ СИСТЕМЫ ЦИКЛОТРОНА, НАГРУЖЕННОЙ СИЛЬНОТОЧНЫМ ПУЧКОМ

Authors: Yuriy Gavrish¹; Виктор Мудролюбов²; Кирилл Смирнов²

¹ *JSC NIIЕFA*

² *АО "НИИЭФА*

Corresponding Author: gavrish@luts.niefa.spb.su

Предложена инженерная методика оценки характеристик высокочастотной системы циклотрона, нагруженной сильноточным пучком. В рамках методики выведены уравнения переходного процесса. Проведён анализ характеристик системы в стационарных режимах, даны рекомендации по обеспечению условий согласования в режимах с различной мощностью пучка.

Young scientist paper:

Beam dynamics etc. / 305

Динамика пучка в изохронном циклотроне для медико-биологических исследований MSC230.

Authors: Galina Karamysheva¹; Semen Gurskij²; Oleg Karamyshev¹; Dmitry Popov²; Vladimir Malinin²; Ivan Lyapin²

¹ *Joint Institute for Nuclear Research*

² *JINR***Corresponding Author:** gkaram@jinr.ru

Представлены результаты трассировки пучка протонов, начиная от источника ионов до вывода из циклотрона MSC230, проект которого предназначен для медико-биологических исследований. В расчетах движения частиц использовались результаты компьютерного моделирования ускоряющей и магнитной систем в программе CST studio в виде трехмерных карт ускоряющего поля (электродинамический расчет, отдельно электрическое и магнитное) и поля магнитной системы (режим магнитостатики). Вывод пучка моделировался с применением карты электростатического поля дефлектора, модели магнитных корректоров были включены в магнитную систему циклотрона.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 008 / 306

Short-period permanent-magnet helical undulator

Authors: NIKOLAY VINOKUROV¹; Oleg Shevchenko²¹ *Budker Institute of Nuclear Physics*² *BINP***Corresponding Author:** o.a.shevchenko@inp.nsk.su

Helical undulators are not so widely-used as the planar ones. It is partly caused by more complicated mechanical design. On the other hand, one of their advantages is the absence of high harmonics in on-axis radiation spectra. This property is very desirable for free electron lasers with optical resonator and some other applications. The simple magnetic design of such permanent-magnet undulator is considered.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 074 / 307

Вакуумное АСУ Бустера NICA

Authors: Роман Пивин¹; Artem Galimov²¹ *ОИЯИ*² *Joint Institute for Nuclear Research***Corresponding Author:** pivin@jinr.ru

В рамках проекта NICA в Дубне завершено сооружение бустерного синхротрона (Бустера).

Основные задачи Бустера:

- накопление ионов при энергии инжекции (2,5 10⁹ ионов 197Au³¹⁺);

- эффективное ускорение не полностью ободранных ионов, возможное благодаря достижению ультравысокого вакуума в пучковой камере;
- формирование требуемого фазового объёма пучка с использованием системы электронного охлаждения на энергии 65 МэВ/н;
- ускорение тяжёлых ионов до энергии, требуемой для их эффективной обдирки;
- быстрый (однооборотный) вывод ускоренного пучка для его инжекции в Нуклотрон.

Получение требуемых вакуумных условий является одним из ключевых моментов в реализации проекта, т.к. достижение необходимого времени жизни ионов на всех этапах ускорения частиц определяет в итоге эффективную светимость экспериментов.

В настоящее время проводятся работы по вводу в эксплуатацию автоматической системы управления вакуумным оборудованием Бустера.

Young scientist paper:

Posters II - Board: 067 / 308

Система охлаждения циклотрона ДЦ-280

Author: Александр Зудин¹

Co-authors: Vyacheslav Verevchkin²; Boris Yakovlev²

¹ ЛЯР ОИЯИ

² JINR

Corresponding Author: sanchoz-1@mail.ru

В 2019 году в Лаборатории ядерных реакций им.Г.Н.Флерова был запущен в эксплуатацию циклотрон ДЦ-280. Циклотрон ДЦ-280 — базовая установка Фабрики сверхтяжелых элементов. Неотъемлемой частью для работы ускорителя, является система охлаждения. В докладе будет рассказано о компонентах системы охлаждения и принципах работы, о доработках, проведенных в процессе эксплуатации.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 024 / 309

Инфраструктура и программное обеспечение системы синхронизации и задающего ВЧ для Комплекса НИКА.

Authors: George Fatkin¹; Alexander Senchenko²; Vladimir Sitnov²; Alexey Styuf²; Kamil Yaminov³; Evgeny Gorbachev⁴; Denis Donets⁴; Ilya Shirikov⁴; Evgeny Syresin⁴

¹ Novosibirsk State University

² NSU, Cosylab Siberia

³ Cosylab Siberia

⁴ JINR

Corresponding Author: george.fatkin@gmail.com

В докладе представлена инфраструктура системы синхронизации и задающего ВЧ комплекса НИКА, построенная на основе 65 устройств, установленных суммарно в 40 промышленных компьютерах и mTCA крейтах, распределенных по комплексу. Узлы системы связаны между собой посредством двух сетей: Ethernet для передачи информации и оптической сети MRF для передачи синхронных сообщений. При проектировании было уделено особое внимание выбору однородного оборудования, что позволило в значительной степени автоматизировать развертывание как системного, так и прикладного ПО. Прикладное ПО построено на базе фреймворка Tango и библиотеки Taurus и обеспечивает согласованную работу модулей синхронизации MRF EVG, EVR, а также модулей задающего ВЧ LLRF.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 021 / 310

Beam diagnostics at NICA injection complex

Authors: Evgeny Gorbachev¹; Georgy Sedykh¹; Vassily Andreev¹; Dmitrii Monakhov¹; Valery Lebedev¹; Anatoliy Fateev¹; Sergey Romanov¹

¹ JINR

Corresponding Author: egorbe@jinr.ru

В Объединённом институте ядерных исследований (Дубна, Россия) создается ускорительный комплекс NICA для проведения экспериментов со сталкивающимися пучками тяжелых ионов. Инжекционный комплекс коллайдера NICA состоит из источников тяжелых ионов, линейных ускорителей, нового сверхпроводящего бустерного синхротрона и сверхпроводящего протонного синхротрона Нуклотрон. В работе описаны системы диагностики пучков синхротронов инжекционного комплекса, представлены результаты их работы в первых сеансах пуско-наладочных работ инжекционного комплекса NICA, а также направления их дальнейшего развития.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 025 / 312

Система управления инжекционного комплекса NICA

Authors: Georgy Sedykh¹; Evgeny Gorbachev¹; Vladimir Elkin¹; Vasily Andreev¹

¹ JINR

Corresponding Author: egor@dubna.tk

Инжекционный комплекс NICA включает в себя источник тяжелых ионов, линейный ускоритель, канал перевода пучка в Бустер, Бустерный синхротрон, канал перевода в

Нуклотрон, Нуклотрон и канал перевода пучка в коллайдер. В докладе описывается система управления инжекционного комплекса NICA, принципы её построения, элементная база, программные технологии и статус готовности.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 034 / 313

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ГЕНЕРАТОР АО «НИИЭФА» ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ЦИКЛОТРОНОВ

Authors: Kirill Smirnov¹; Виктор Мудролюбов²; Максим Пермяков²; Ирина Харлан²; Александр Мирошниченко^{None}

¹ JSC NIEFA

² АО "НИИЭФА"

Corresponding Author: smirnov@luts.niefa.spb.su

В АО «НИИЭФА» разработан высокочастотный генератор для современных циклотронных комплексов. Предоконечный и оконечный каскады усиления построены на базе генераторных триодов. Система управления ВЧ - генератора интегрирована в общую систему автоматизированного управления циклотронного комплекса. Обеспечена возможность работы генератора в автономном режиме. К настоящему времени ряд изготовленных генераторов успешно эксплуатируются в составе циклотронных комплексов.

Young scientist paper:

Yes

SR and FEL sources 1 / 314

Ускорительно-накопительный комплекс мегаустановки «СИ- ЛА»

Authors: Yuriy Gavrish¹; Yuriy Zuev¹; Oleg Filatov¹; Антон Таргонский²; Михаил Пресняков²; Александр Самарин²; Александр Благов²; Вячеслав Дюбков²; Илья Юрин²; Евгений Индюшный²; Михаил Ковальчук²

¹ JSC NIEFA

² НИЦ "Курчатовский институт"

Corresponding Author: gavrish@luts.niefa.spb.su

Проект «СИЛА» — это комбинация синхротронного накопительного кольца и лазера на свободных электронах. Такая конфигурация позволяет сочетать достоинства обеих систем и при этом минимизировать затраты на их создание и эксплуатацию за счёт использования единого инжекционного комплекса и общей инфраструктуры.

В состав ускорительно-накопительного комплекса (УНК) входят следующие основные системы: инжектор линейного ускорителя с параметрами, обеспечивающими работу синхротрона и лазера на свободных электронах; линейный ускоритель на энергию 6 ГэВ с возможностью регулировки выходной энергии от 2 до 4 ГэВ; накопительное кольцо

электронного синхротрона на энергию 6 ГэВ.
Представленные решения по построению УНК позволят в полной мере достичь требуемых параметров, заложенных в проекте «СИЛА».

Young scientist paper:

No

Modern trends / 315

Electron acceleration and nuclear photonics studies on a table-top TW laser system

Authors: Diana Gorlova¹; Ivan Tsymbalov¹; Konstantin Ivanov²; Sergey Shulyapov³; Akim Zavorotniy¹; Arthur Rusakov⁴; Andrei Turinge⁴; Andrei Polonski⁴; Andrei Savel'ev⁵

¹ *Lomonosov MSU, INR RAS*

² *M.V. Lomonosov MSU*

³ *Faculty of Physics M.V.Lomonosov MSU*

⁴ *INR RAS*

⁵ *Lomonosov Moscow State University*

Corresponding Author: gorlova.da14@physics.msu.ru

Современные лазерные системы генерируют импульсы малой длительности (10-1000 фс) с пиковой мощностью до нескольких ПВт, что при фокусировке позволяет достигать интенсивностей, называемых релятивистскими ($10^{18} - 10^{21}$ Вт/см²). Взаимодействие излучения релятивистской интенсивности с атомами мишени формирует лазерную плазму, которая, вследствие различных процессов, является источником ускоренных электронов и ионов. Последующее проникновение этих электронов вглубь мишени приводит также к генерации жесткого рентгеновского и гамма излучений. Уже около 10 лет существует ядерная фотоника как отдельная область исследований, которая изучает эффекты на стыке ядерной физики и физики высоких плотностей энергии (например, иницирование ядерных реакций, возбуждение высокоспиновых изомеров, создание источников нейтронов).

В настоящей работе было исследовано ускорение электронов на 1 ТВт Ti:Sa лазерной системе МГУ. Показано, что воздействие фемтосекундного лазерного импульса с интенсивностью $2 \times 10^{18} - 3 \times 10^{19}$ Вт/см² на слой плазмы с электронной концентрацией порядка 10% от критической и длиной несколько сотен мкм приводит к генерации пучка электронов с зарядом в десятки-сотни пКл, экспоненциальным спектром со средней энергией 2-3 МэВ, угловой шириной 0.1-0.3 рад в направлении распространения лазерного импульса. Ускорение электронов осуществляется гибридным механизмом прямое лазерное ускорение - самомодулированное кильватерное ускорение (DLA-SM-LWFA).

С использованием полученного пучка ускоренных электронов был создан и охарактеризован источник нейтронов на основе реакций фоторасщепления (γ, n). Показано, что максимальный поток нейтронов составляет $\approx 10^5$ нейтронов/с·срад при эффективности $\approx 10^6$ нейтронов/Дж лазерного излучения. При сохранении эффективности и увеличении заряда ускоренных электронов в 10 раз поток нейтронов будет достаточным для ряда приложений. Такое увеличение заряда может быть достигнуто увеличением энергии основного лазерного импульса всего в 2 раза. Также было продемонстрировано, что регистрация числа генерируемых нейтронов в эксперименте может быть использована для оценки заряда и средней энергии ускоренных электронов. Полученные значения хорошо согласуются со значениями, измеренными стандартными средствами диагностики пучка.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 022 / 316

Efficient generation of THz radiation via relativistic laser-plasma interaction

Authors: Diana Gorlova¹; Ivan Tsymbalov¹; Andrei Savel'ev²

¹ *Lomonosov MSU, INR RAS*

² *Lomonosov Moscow State University*

Corresponding Author: gorlova.da14@physics.msu.ru

В настоящее время значительный интерес представляет область исследований, посвященная генерации ТГц излучения при взаимодействии лазерных импульсов релятивистской интенсивности с веществом. Несмотря на большое количество источников ТГц излучения, релятивистское лазерно-плазменное взаимодействие выделяется на их фоне отсутствием эффекта насыщения энергии генерируемого ТГц излучения при увеличении энергии основного импульса. Это открывает возможность получать импульсы ТГц излучения с чрезвычайно большими энергиями. Максимальная эффективность конверсии лазерного излучения в ТГц на данный момент составляет составляет ~1%.

Нами было проведено экспериментальное исследование характеристик ТГц излучения, генерирующегося при взаимодействии 1 ТВт лазерного импульса с протяженной подкритической плазмой. Установлено, что в режиме с максимальной генерацией ТГц излучения (энергия 50 мДж, фокусировка на 20 мкм вглубь мишени, $\Delta t_{fs-ns} = 0$ нс, $n_{eMAX}/n_{cr} = 0.22$) при выводе излучения параболическим зеркалом ($F = 5$ см, примерно $\pm 30^\circ$) полная энергия на детекторе составляет ~несколько десятков мкДж. В отсутствие спектрального ослабления выходным окном энергия составляла бы ≈ 0.1 мДж только в диапазоне частот 0.5-5 ТГц, что соответствует коэффициенту конверсии энергии лазерного импульса в энергию ТГц излучения в 0.2%. ТГц излучение генерируется в конус с углом раствора $\approx 40^\circ$, а его спектр лежит в области 1-5 ТГц. Увеличение энергии основного импульса приводит к линейному увеличению энергии ТГц излучения. Установлено, что механизмом генерации ТГц излучения является когерентное переходное излучение ускоренных электронов, пересекающих границу плазма-вакуум. Проведено подробное рассмотрение характеристик переходного излучения, генерирующегося пучком электронов с характерными для лазерно-плазменного ускорения с твердотельной мишени параметрами (т.е. со сравнительно низкими энергиями \approx МэВ и большой угловой шириной). Продемонстрировано, что форма импульса ТГц излучения в рассматриваемом взаимодействии должна быть близка к униполярной.

Полученный источник ТГц излучения в силу его высокой энергии может быть использован для исследования свойств полупроводниковых материалов. Также возможно его применение для различных диагностик типа накачка-зондирования, в силу его существования одновременно с источниками ускоренных электронов и рентгеновского излучения.

Young scientist paper:

Yes

Accelerator applications / 317

Comparison of BINP AMS and MICADAS-28 towards the development of a new compact radiocarbon AMS

Authors: Alexey Petrozhitskiy¹; Vasily Parkhomchuk²; Eugene Konstantinov²; Tamara Shakiriva³; Ekaterina Parkhomchuk⁴; Michael Ignatov⁵; Lyubov Kutnyakova⁶; Dmitriy Kuleshov⁵

¹ *Budker Institute of Nuclear Physics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences (BINP SB RAS)*

² *BINP*

³ *Budker Institute of Nuclear Physics Siberian Branch Russian Academy of Sciences*

⁴ *Novosibirsk State University, AMS Golden Valley. Institute of Archaeology and Ethnography (IAET SB RAS). Borekov Institute of Catalysis (BIC SB RAS)*

⁵ *Novosibirsk State University, AMS Golden Valley. Institute of Archaeology and Ethnography (IAET SB RAS)*

⁶ *Institute of Archaeology and Ethnography (IAET SB RAS)*

Corresponding Author: pav154@mail.ru

The AMS Golden Valley laboratory was established to provide radiocarbon analysis of natural samples with two accelerator mass spectrometers: BINP AMS facility and MICADAS-28, developed in Budker Institute of Nuclear Physics, Russia and IonPlus AG, Switzerland respectively. The laboratory has international index GV and provides routine ¹⁴C analyses of various samples: collagen, cellulose, humic acids, carbonates from sediments etc. The main focus of the laboratory is to determine the age of archaeological artifacts. In 2022 the AMS Golden Valley laboratory successfully passed the Glasgow International Radiocarbon Inter-comparison (GIRI)

At the present moment BINP AMS and MICADAS-28 are the only accelerator mass spectrometers in Russia. The performance of two facilities is not sufficient to meet the needs of numerous users. The report will present an analysis of operating experience and a comparison of the characteristics of BINP AMS and MICADAS-28 towards the development of a new compact radiocarbon AMS.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 013 / 318

Расчёт и конструирование системы юстировки ондулятора на постоянных магнитах для источника излучения «СИЛА»

Author: Yakov Abakumov¹

Co-authors: Abdulkarim Amirov¹; Aleksei Komlev¹; Alexander Samarin¹; Anton Targonskiy¹; Evgenii Indyushnyy¹; Mikhail Presnyakov¹; Nikolay Smolyakov¹; Ratibor Chumakov¹

¹ *National Research Centre "Kurchatov Institute"*

Corresponding Author: imk13@yandex.ru

Ондуляторы (вставные устройства) широко применяются на современных источниках СИ для генерации высокоинтенсивного когерентного излучения. Стабильность свойств и качество получаемого в ондуляторах излучения зависят от точности расположения магнитов в сборке, которая достигается путём юстировки каждого магнитного элемента [1].

В данной работе представлены результаты численного моделирования ондулятора на постоянных редкоземельных магнитах для проекта ускорительно - накопительного комплекса источника синхротронного излучения с лазером на свободных электронах «СИЛА». Рассчитаны оптимальные размеры магнитных элементов. Рассчитано и проанализировано магнитное поле в таком ондуляторе, а также неоднородности его компонент в поперечной плоскости. Рассчитаны фокусирующие свойства ондулятора в вертикальном и горизонтальном направлениях, а также спектральные характеристики его ондуляторного излучения. В докладе обсуждаются требования к точности выставления [2] и позиционирования магнитных элементов по углу и координате, а также существующие методы

реализации данных требований. Предлагаются конструкторские решения, включающие в себя автоматическую систему юстировки и робота-юстировщика. Отдельное внимание уделяется конструкции системы на гибких элементах, предлагаются различные её конфигурации, а также методика их полуавтоматического подбора.

В докладе рассматриваются преимущества и недостатки каждой конфигурации, а также будут представлены результаты сборки и первых испытаний макета ондулятора.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 124 / 319

Preliminary development of the KlyVI program computing module for simulation one dimensional longitudinal beam bunching dynamics in a klystron

Author: Vladimir Gushchin¹

Co-author: Ilya Kulbachenko¹

¹ NSU, BINP

Corresponding Author: wolfhabitss@gmail.com

To quickly create a preliminary design of klystron that are important for fundamental science (for example, for BINP's projects of the Super C-tau factory, SKIF), it is advisable to use programs based on semi-analytical models that allow you to get a solution on a computer in a few seconds. However, most of such programmes are not publicly available, so the INP SB RAS is developing a semi-analytical program based on a one-dimensional disk mathematical model of klystron. Despite the existence of publications of many articles and books devoted to the calculation and modeling of the klystron, there is no detailed description of the algorithm for creating the program. So the KlyVI program and the details of its implementation, which are presented in this paper, become all the more valuable.

To date, using the KlyVI program has calculated linear and nonlinear beam grouping in a 6-resonator powerful klystron. The comparison is made and the qualitative coincidence of the calculation results of the KlyVI program with analytical theory and the simulation results of other programs is shown. The output power and efficiency of the klystron are not calculated using the KlyVI program at the moment.

Young scientist paper:

Yes

Accelerator's subsystems / 320

Системы инжекции и вывода пучков синхротронов ускорительного комплекса NICA

Author: Alexey Tuzikov^{None}

Co-authors: Alexandr Bazanov¹; Andrey Butenko¹; Artem Galimov²; Evgeny Gorbachev¹; Elena Gubanova¹; Gennady Dorofeev¹; Valery Drobin¹; Victor Karpinsky¹; Sergey Kolesnikov¹; Sergei Kostromin¹; Alexey Kudashkin¹; Oleg Kunchenko¹; Valery Lebedev¹; Igor Meshkov³; Oleg Meshkov

⁴; Dmitry Nikiforov ¹; Alexey Peltikhin ¹; Ilya Repkin ¹; Alexey Svidetelev ¹; Georgy Sedykh ¹; Vasiliy Seleznev ; Alexey Sidorov ¹; Victor Smirnov ²; Evgeny Syresin ¹; Alexandr Tikhomirov ¹; Vladislav Tyulkin ¹; Anatoliy Fateev ¹; Valery Shvetsov ¹; Oleg Anchugov ⁵; Oleg Belikov ⁶; Evgeniy Bekhtenev ⁵; Alexey Dolgov ⁶; Alexander Zhukov ⁵; Andrey Zhuravlev ⁶; Gennady Karpov ⁵; Vladimir Kiselev ⁴; Alexander Krasnov ⁵; Pavel Piminov ⁷; Sergey Sinyatkin ⁸; Dmitriy Shvedov ⁷

¹ JINR

² Joint Institute for Nuclear Research

³ Chief scientist

⁴ BINP SB RAS

⁵ BINP

⁶ Budker INP SB RAS

⁷ Budker Institute of Nuclear Physics

⁸ Budker Institute of Nuclear Physics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences (BINP SB RAS)

Corresponding Author: tuzikov@jinr.ru

Ускорительный комплекс NICA, создаваемый в ОИЯИ (Дубна), включает в себя два сверхпроводящих синхротрона Бустер и Нуклотрон, запущенные в 2020 г. и 1993 г. соответственно, а также сверхпроводящий коллайдер из двух накопительных колец, монтаж которого осуществляется в настоящее время. Для накопления ионных пучков в кольцевых ускорителях комплекса и их перевода по цепочке Бустер – Нуклотрон – Коллайдер NICA разработаны и частично запущены системы инжекции и вывода пучков. В работе представлены проекты данных систем и статус работ по созданию и запуску оборудования.

Young scientist paper:

No

Posters II - Board: 119 / 321

FIRST STEPS TOWARDS A FAST ORBIT FEEDBACK SYSTEM AT VEPP-4M

Author: Olga Belova^{None}

Co-author: Grigoriy Baranov

Corresponding Author: olgabelova.zsh@gmail.com

Dipole vibrations of the beam caused by mechanical vibrations (seismic, anthropogenic, etc.) and power supply current ripple lead to emittance growth and brightness decrease. Unfortunately, correction algorithms presently implemented at VEPP-4M facility are slow and take up to dozens of minutes per iteration and are not suitable for dipole perturbations correction. The dipole corrector being developed in this research is aimed to correct beam orbit at a rate once every 2-4 ms. In the article we describe the results of development of the corrector, the proof-of-principle experiment and first implementation of automatic correction algorithms. Further, mounting several of such fast correctors will let us integrate fast orbit feedback system into VEPP-4M correction system and improve efficiency of synchrotron light users' experiments.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 034 / 322

Overall Concept Design of 2.45 GHz ECR Ion Source With Tunable Magnetic Field

Authors: Maksim Dmitriev¹; Maksim Dyakonov²; Oleg Ivanov²; Artem Krasnov²; Sergey Tumanov²; Marina Zhigaylova²

¹ *National Research Nuclear University MEPHI*

² *NRNU MEPHI*

Corresponding Author: msdmitriyev@mephi.ru

New 2.45 GHz ECRIS is under development at NRNU MEPHI. An attempt has been made to combine the advantages of microwave discharge ion sources and ECR ion sources by developing the device that can operate in both modes by deep tuning of magnetic field structure. The aim of this research is to design a new ECR ion source for studying the conditions for obtaining double-charged ions of helium and protons.

Young scientist paper:

No

Posters I - Board: 041 / 323

Разработка системы СВЧ питания ЭЦР ионного источника с рабочей частотой 2,46 ГГц

Authors: Sergey Tumanov¹; Maksim Dmitriev²; Maksim Dyakonov³

¹ *NRNU MEPHI*

² *National Research Nuclear University MEPHI*

³ *NRNU MEPHI*

Corresponding Author: satumanov@mephi.ru

ЭЦР источники ионов являются одним из основных способов получения ионов необходимой зарядности и интенсивности. Одной из важных задач при разработке таких устройств является разработка системы СВЧ питания. Определены элементы системы, необходимые для стабильной постоянной работы ЭЦР ионного источника. Проведено моделирование и оптимизация таких элементов как трехшлейфовый штыревой согласователь, разрыв по постоянному току, волноводные переходы.

Young scientist paper:

Yes

Posters I - Board: 083 / 324

Численная реализация модели лазерного импульса в кильватерном ускорителе

Authors: Maria Dorozhkina^{None}; Ivan Kargapolov^{None}; Irina Shalimova¹

¹ ICM&MG SB RAS

Corresponding Author: masa_dor@mail.ru

Метод лазерного кильватерного ускорения заряженных частиц основан на создании плазменной волны с помощью распространяющегося в плазме лазерного импульса. Численное моделирование играет важную роль в исследовании различных режимов такого метода ускорения. В данной работе представлена реализация инструмента моделирования эволюции лазерного импульса в плазме в двумерной и трёхмерной геометриях. Численный алгоритм разработанного инструмента основан на решении уравнения на огибающую лазерного импульса и использовании квазистатического приближения, которое позволяет значительно уменьшить время моделирования. В работе показано хорошее совпадение результатов моделирования новым инструментом с теоретическими предсказаниями для задачи распространения лазерного импульса в однородной плазме в обеих рассматриваемых геометриях. Новый инструмент моделирования имеет открытый исходный код, реализован на языке Python, а также позволяет проводить вычисления на процессорах и видеокартах.

Young scientist paper:

Yes

Posters II - Board: 106 / 325

Макет диагностической системы ондулятора на постоянных магнитах

Author: Abdulkarim Amirov¹

Co-authors: Yakov Abakumov¹; Evgenii Indyshy¹; Alexey Komlev¹; Mikhail Presnyakov¹; Nikolay Smolyakov¹; Alexander Samarin¹; Anton Targonskiy¹

¹ National Research Centre "Kurchatov Institute

Corresponding Author: amirov_aa@nrcki.ru

Ондуляторы на постоянных магнитах являются одними из широко применяемых устройств генерации когерентного излучения, применяемых на современных источниках синхротронного излучения. На сегодняшний день имеется достаточно широкий спектр ондуляторов, конструкция которых зависит от требуемых параметров синхротронного излучения и их изготовление является достаточно сложной инженерной задачей.

Целью настоящей работы является разработка и изготовление макета диагностической системы ондулятора и измерение пространственного распределения магнитного поля с помощью измерительного стенда на основе датчиков Холла при фиксированных температурах окружающей среды. Макет диагностической системы представляет ондуляторную сборку (тип U27, длина периода 27 мм), помещенную в термоизолированную камеру и измерительной системы, адаптированной под разработанную конструкцию. Конструкция макета позволяет проводить модернизацию ондуляторной сборки, в том числе и увеличение количества периодов. Камера имеет возможность терморегуляции в диапазоне 20-50°C с точностью поддержания температуры не хуже 0,5 °C.

Основным предназначением макета диагностической системы является:

- определение пространственного распределения величины магнитной индукции (2D-3D картирования магнитного поля (B_x , B_y , B_z) постоянных магнитов и их систем, входящих в состав ондуляторных систем.
- определение интегральных характеристик магнитного поля ондуляторных систем (первый и второй интегралы магнитного поля) из результатов измерений пространственного распределения величины магнитной индукции.
- определение фазовой ошибки магнитного поля ондулятора из результатов измерений пространственного распределения величины магнитной индукции;
- определение температуры среды в рабочей области в процессе измерения величины

магнитной индукции

- проведение испытаний магнитных свойств ондуляторных систем при различных внешних условиях (влажность, температура и тд), имитирующих условия окружающей среды.

-оценка деградации магнитных свойств под действием температуры и имитация нагрева постоянных магнитов в ондуляторах.

Будет представлен алгоритм и результаты предварительных измерений магнитных параметров. Разработанная диагностическая система актуальна для проектирования вставных устройств (ондуляторов), проста в изготовлении и позволяет на начальных этапах получить первичную информацию о магнитных характеристиках, механической и температурной стабильности разрабатываемых ондуляторных систем.

Young scientist paper:

№

Modern trends / 326

Статус коллайдера НИКА

Author: Григорий Трубников¹

¹ *ОИЯИ, Дубна*

В докладе приведены последние результаты по состоянию коллайдера НИКА, его подсистем и т.п.

Young scientist paper:

Posters I - Board: 082 / 327

Intensity Dependence of Bunch Dimensions in Booster of Electrons and Positrons (BEP)

Author: Maksim Timoshenko¹

Co-authors: Victor Dorokhov ; Vladislav Borin ²; Oleg Meshkov ¹; Mikhail Yakovin ³

¹ *BINP SB RAS*

² *BINP*

³ *Institute of Automation and Electrometry SB RAS*

Corresponding Author: tim94max@gmail.com

The paper describes bunch dimensions measurements in electron-positron booster BEP of the VEPP-2000 collider at energy 430 MeV. Curves of bunch intensity dying mainly due to Touschek-effect and particles scattering by residual gas were obtained with simultaneous bunch dimensions registration. Vertical bunch size in BEP is too small for using projection optics so double-slit interferometer was used for to measure it. In addition, the question of beam lifetime was raised.

Young scientist paper:

Yes