

2011

ГОД

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВА-
ТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
«МИФИ»

Каталог научно-
исследовательского,
технологического
оборудования

Представлен перечень имеющегося научно-исследовательского и техноло-
гического оборудования НИЯУ МИФИ. Даны краткие характеристики и



Содержание

1. Технологическое оборудование.....	4
1.1. Молекулярно-лучевая эпитаксия Riber 21 T 3-5	4
1.2. Автоэмиссионный растровый электронный микроскоп с блоком нанолитографии Raith 150 TWO.5	5
1.3. Установка лазерной абляции PLD-2000 MBE	6
1.4. Сверхвысоковакуумная автоматизированная опытная установка импульсного лазерного осаднения.....	7
1.5. Автоматизированная опытная установка реактивного импульсного лазерного осаднения.....	8
1.6. Система безмасковой лазерной литографии DWL 66FS	9
1.7. Установка контактной литографии микросхем Suss MJB4.....	10
1.8. Системы осаднения тонких пленок PVD 250, PVD 75.....	11
1.9. Установка плазмохимического реактивно-ионного травления SPTS LPX ICP	12
1.10. Установка быстрого термического отжига Modular RTP600S.....	13
1.11. Комбинированная система нанесения и задубливания резиста Sawatec SM180 + HP150	14
2. Исследовательское, измерительное оборудование	15
2.1. Растровый электронный микроскоп Carl Zeiss EVO 50.....	15
2.2. Растровый электронный микроскоп DSM-960	16
2.3. Просвечивающий электронный микроскоп Carl Zeiss Libra-120.....	17
2.4. Сверхвысоковакуумная система анализа поверхности Multiprobe MXPS.....	18
2.5. Сверхвысоковакуумный комплекс XSAM-800	19
2.6. Настольный электронный микроскоп Hitachi TM-1000	20
2.7. Квадрупольно-времяпролетный масс-спектрометр QStar Elite AB Sciex.....	21
2.8. ICP масс-спектрометр для изотопного и элементного анализа ELAN DRC-e	22
2.9. Дифрактометр рентгеновский Ultima IV.....	23
2.10. Прибор синхронного термического анализа STA 409 CD.....	25
2.11. Синхронный ТГА/ДТА/ДСК термоанализатор SDT Q600.....	26
2.12. Мессбауэровский двухканальный спектрометр MC-1104Em.....	27
2.13. Высокотемпературный горизонтальный дилатометр DIL 402 C.....	28
2.14. Высокоскоростной анализатор площади поверхности и размеров пор Nova 1200e.....	29
2.15. Рентгенофлуоресцентный спектрометр S2 RANGER.....	30
2.16. Спектрофотометр HACH DR 5000.....	31
2.17. Анализатор заряда и стабильности частиц StabiSizer PMX 200C.....	32
2.18. Испытательная система Instron 5944	33
2.19. Лабораторный мутномер HACH 2100AN	34
2.20. Лазерный анализатор для измерения размеров частиц в жидкой фазе Nanotrac Ultra 253	35

2.21. Установка для измерения параметров Холла и электросопротивления Escoria HMS 5000.....	36
2.22. Измерительный комплекс полупроводниковых структур В1500А	37
2.23. Комплекс измерений S-, X- параметров PNA-X N 5245А.....	38
2.24. Зондовая станция РМ8	39
2.25. Зондовая станция ЕР6	40
2.26. Спектроскопический эллипсометр РНЕ-102	41
2.27. Инфракрасный Фурье спектрометр FTIR-8400S.....	42
2.28. Индуктивный профилометр Talysurf i 60.....	43
2.29. Зондовый микроскоп «ИНТЕГРА Аура».....	44
2.30. Зондовые микроскопы «Nanoeducator-5».....	45
2.31. Сканирующий микроскоп СММ-2000	46
2.32. Цифровой нанотвердомер РМТ-3NI.....	47
2.33. Цифровой микротвердомер HTS-1000	48
2.34. Микротвердомер ПМТ-3	48
2.35. Нейтронный генератор.....	49
3. Вспомогательное оборудование	50
3.1. Планетарная мельница PULVERISETTE 5	50
3.2. Таблеточный пресс РР 25	50
3.3. Электролитический утонитель TenuPol-5.....	51
3.4. Поляризационный микроскоп металлографический МЕТАМ РВ-21-1	51
3.5. Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70.....	52
3.6. Ультразвуковой дефектоскоп УИУ «Скаруч».....	52
3.7. Шлифовально-полировальный станок LaboPol-5	53
3.9. Шкаф сушильный ЭКРОС ПЭ-4610.....	54
3.10. Электропечь SNOL 30/1100.....	54
3.11. Низкоскоростной прецизионный отрезной станок Isomet LS.....	55
Сокращения.....	56
Схема расположения корпусов	57
Систематизация оборудования по подразделениям Университета.....	58

1. Технологическое оборудование

1.1. Молекулярно-лучевая эпитаксия Riber 21 T 3-5 (Riber, Франция), ввод в эксплуатацию 2009 год, «Кафедра № 67 Физика наноразмерных гетероструктур и СВЧ наноэлектроника»

Фото прибора. Технические характеристики.



Установка состоит из 3-х вакуумных камер: камера роста, камера подготовки, камера загрузки. Все камеры оснащены системами безмаслянной откачки и разделены между собой высоковакуумными затворами.

Камера роста предназначена для ведения процесса. Максимальный диаметр используемой подложки для нанесения эпитаксиальных слоев 76 мм. Предельное давление в камере не более $5 \cdot 10^{-7}$ торр. Для обезгаживания камера роста оснащена парусной

системой прогрева до 200°C . Держатель подложки, расположенный внутри камеры роста, снабжен системой нагрева до 750°C . Подложка может непрерывно вращаться со скоростью до 40 об/мин. Камера роста оснащена внутренней криопанелью с охлаждением жидким азотом с расходом в момент роста слоев до 50 литров в час. Имеется 5 источников молекулярных потоков, расположенных внутри камеры. Камера роста оснащена:

- эффузионной ячейкой для галлия, индия, алюминия – объем тигля 60 см^3 , максимальная температура нагрева тигля 1400°C ;
- вентильным источником металлического мышьяка с крекингсистемой – объем тигля 550 см^3 , максимальная температура тигля 500°C , системы крекинга 1200°C .

Камера подготовки предназначена для хранения и предварительной обработки подложек. Предельное давление в камере подготовки не более $5 \cdot 10^{-10}$ торр. Для обезгаживания камеры подготовки имеется наружная система нагрева до 150°C , для подготовки подложки камера оснащена внутренним нагревателем до 450°C .

Камера загрузки предназначена для шлюзования подложек в камеру подготовки. Предельное давление в камере $5 \cdot 10^{-10}$ торр. Система управления контролирует процессы откачки, поддержания переменных температур и других характеристик.

Метод. Молекулярно-лучевая эпитаксия гетероструктур группы АЗВ5 на подложках GaAs, InP. Диаметр до 75 мм (3 дюйма).

Область применения: нано - и микроэлектроника, СВЧ электроника, сенсоры.

Получаемые опытные образцы. Гетероструктуры на подложках GaAs.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, комната 5. Виниченко Александр Николаевич, инженер кафедры № 67. Телефон (495) 788-56-99, доб. 8237, e-mail: vanaxel@gmail.com. Оборудование нового поколения. В рабочем состоянии.

1.2. Автоэмиссионный растровый электронный микроскоп с блоком нанолитографии Raith 150 TWO (Raith, Германия), ввод в эксплуатацию 2009 год, «Кафедра № 67 Физика наноразмерных гетероструктур и СВЧ наноэлектроника».

Фото прибора. Технические характеристики.



Установка электронно-лучевой нанолитографии на основе автоэмиссионного растрового электронного микроскопа Raith 150 TWO предназначена как для электронной растровой микроскопии высокого разрешения (не хуже 2 - 5 нм), так и для проведения нанолитографии с размерами получаемых элементов не хуже 15-20 нм.

В состав установки входят следующие основные блоки и узлы:

- электронно-оптическая колонна с

электростатической системой отклонения луча;

- объективная линза, детектор вторичных электронов;
- камера образцов с системой загрузки и столиком;
- вакуумная система;
- системы обеспечения.

Диапазон увеличений - от $12\times$ до $900\,000\times$. Разрешающая способность электронной колонны 1,5 – 5 нм в зависимости от ускоряющего напряжения. Минимальный размер получаемого элемента поверхности при электронно-лучевой нанолитографии не хуже 15-20 нм. Размер пластин до 4 дюймов, с возможностью расширения держателя пластин до 8 дюймов.

Метод. Растровая электронная микроскопия. Электронно-лучевая нанолитография, в том числе для нано- и СВЧ электроники с топологической нормой до 50 нм. Диаметр пластин до 150 мм.

Область применения: нано- и микроэлектроника, СВЧ электроника, сенсоры.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, НОЦ по направлению «Нанотехнологии», комната 5. Васильевский Иван Сергеевич, доцент кафедры № 67. Телефон (495) 788-56-99, доб. 8170, e-mail: ISVasilyevskij@mephi.ru. Оборудование нового поколения. В рабочем состоянии.

1.3. Установка лазерной абляции PLD-2000 MBE (PVD Products, США), выпуск 2009 год, ввод в эксплуатацию 2010 год, «Кафедра № 77 Компьютерного моделирования и физики наноструктур и сверхпроводников».

Фото прибора. Технические характеристики.



Диаметр подложки: 50 мм. Температура подложки: 950°C (в атмосфере кислорода) – для непрозрачных материалов; 850°C – для прозрачных материалов.

Равномерность прогрева: $\pm 6^\circ\text{C}$ по всей площади подложки. Рабочий диапазон давлений: $5 \cdot 10^{-8} \dots 0,5$ Торр. Количество мишеней: 6 мишеней $\varnothing 50$ мм. Лазер: COMPEX Pro 110 Excimer Laser, 248 нм. Номинальный угол падения луча на мишень 60° .

Метод. Приготовление пленок высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП).

Область применения. Атомная энергетика, электроника, исследовательское оборудование.

электроника, исследовательское оборудование.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, НОЦ по направлению «Нанотехнологии», комната 1. Доцент кафедры № 77 Антоненко Сергей Васильевич. Телефон (495) 323-93-93, e-mail: SVAntonenko@mephi.ru. Установка в рабочем состоянии.

1.4. Сверхвысоковакуумная автоматизированная опытная установка импульсного лазерного осаждения (ИЛО) тонкопленочных слоев (разработка лаборатории НИЯУ МИФИ), «Кафедра № 70 Физика твердого тела и наносистем».

Фото прибора. Технические характеристики.



- рост покрытий методом ИЛО с использованием твердотельного лазера YAG: Nd в режиме модулированной добротности ($\lambda=1,06$ мкм, $E=100-300$ мДж, $\tau=15$ нс);

- полная автоматизация процесса роста, пакет программ в ОС Windows;

- рост наноразмерных и многослойных полупроводниковых, металлических и изолирующих покрытий;

- рост слоев сложного состава из сплавных мишеней;

- до 7-ми различных материалов в одном вакуумном цикле;

- точность по толщине 0,1 нм, точность по составу 1 %;

- нагрев образцов в процессе роста - до $T=900^{\circ}\text{C}$, компьютерный контроль температуры;

- возможность роста в атмосфере реактивных и буферных газов;

Требования к образцам и инфраструктуре. Размер образцов: до 15×20 мм; 3-х фазное питание 380 В; круглосуточная откачка ионным насосом для поддержания вакуума; оборотная вода для охлаждения лазера.

Методы. Импульсное лазерное осаждение.

Область применения. Синтез и исследование новых материалов и структур для приложений в нанoeлектронике и спинтронике.

Получаемые образцы. В течение последних 7 лет изготовлено более 1000 образцов покрытий, в частности: Fe-Al, $\text{Fe}^{54}/\text{Fe}^{57}/\text{c-Si}$, $\text{Fe}_x\text{Co}_{1-x}\text{Si}_2$, $\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{Si}_2$; Ni-Si, Ta-Si, Fe-Si, Co-Si; HfO_2 , ZrO_2 , Yb_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 ; $\text{Hf}_x\text{Si}_{1-x}\text{O}_2$, $\text{Hf}_x\text{Al}_{1-x}\text{O}_2$, Ni-Si/ $\text{HfO}_2/\text{c-Si}$, Ni-Si/Sb/ $\text{HfO}_2/\text{c-Si}$, Ni/Ge/ $\text{HfO}_2/\text{c-Si}$; $\text{SiO}_2/\text{NC-Au}/\text{SiO}_2/\text{c-Si}$; $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5/\text{TiO}_2/\text{Si}$, $\text{Ge}_{2-x}\text{Sn}^{19}_x\text{Sb}_2\text{Te}_5/\text{TiO}_2/\text{Si}$; Fe/MgO/Fe, Fe/ Fe_3O_4 , $\text{Fe}_3\text{Si}/\text{SiO}_2$, BaTiO₃, FeTiO₃.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Т, комната Т-104. С.н.с. Зенкевич Андрей Владимирович. Телефон (495) 324-84-19, e-mail: avzenkevich@mephi.ru. Прибор в хорошем состоянии.

1.5. Автоматизированная опытная установка реактивного импульсного лазерного осаждения тонкопленочных слоев сульфидов (разработка лаборатории НИЯУ МИФИ), создание 2009 год, «Кафедра № 70 Физика твердого тела и наносистем».

Фото прибора. Технические характеристики.



- рост стехиометрических сульфидных покрытий методом ИЛО с использованием твердотельного лазера YAG:Nd в режиме модулированной добротности ($\lambda=1,06$ мкм, $E=100-300$ мДж, $\tau=15$ нс) с возможностью напуска H_2S в процессе роста для формирования сульфидных покрытий;

- полная автоматизация процесса роста, пакет программ в ОС Windows;

- рост слоев сложного состава из сплавных мишеней;

- до 3-х различных сульфидных слоев в одном вакуумном цикле;

- точность по толщине 0,1 нм.

Требования к образцам и инфраструктуре. Размер образцов: до 15×15 мм; 3-х фазное питание 380 В; обратная вода для охлаждения лазера.

Методы. Реактивное импульсное лазерное осаждение.

Область применения. Синтез и исследование новых материалов и структур для приложений в нанoeлектронике и фотовольтаике.

Получаемые образцы. Изготовлены тонкопленочные образцы, в том числе: SmS, EuS, CdCr₂S₄, CuS, Cu₂ZnSnS₄.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Т, комната Т-104. С.н.с. Зенкевич Андрей Владимирович. Телефон (495) 324-84-19, e-mail: avzenkevich@mephi.ru. Современный прибор в хорошем состоянии.

1.6. Система безмасковой лазерной литографии DWL 66FS (Heidelberg Instruments Mikrotechnik GmbH, Германия), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2009 год, «Институт функциональной ядерной электроники».

Фото прибора. Технические характеристики.



Ключевые параметры системы:

Подложки до 200×200 мм². Структуры до 0,6 мкм. Вспомогательная адресная сетка до 50 нм. Множественные режимы рисования. Векторный и растровый режимы экспонирования. Наличие камеры для ориентации (совмещения). Камера искусственного климата. Сменные пишущие головки. Лазерный источник – лазерный диод (405 нм). Оптический автофокус. Множественные форматы исходных данных (DXF, CIF, GDSII, Gerber, BMP, Ascii, STL).

Методы. Система высокопрецизионной безшаблонной литографии с использованием лазерной литографии. Может использоваться для нанесения маски или прямого экспонирования на любой плоской по-

Технические характеристики					
Режим записи	I	II	III	IV	V
Адресная сетка, нм	50	100	125	250	500
Минимальный размер структуры, мкм	0,6	1,0	2,5	5,0	10,0
Скорость записи, мм ² /мин	3,0	10	36	119	416
Неровность контура 3σ, нм	60	80	120	180	280
Однородность по глубине 3σ, нм	80	100	220	440	880
Точность совмещения 3σ, нм	200	250	500	1000	2000

верхности покрытой фоторезистом. Запись рисунка выполняется с использованием растровой и сканирующей технологий. Подложки механически перемещаются под пишущей линзой в одной плоскости, пока луч сканирует в поперечном направлении. Из-за стратегии рисования экспонирование не зависит от сложности особенностей

рисунка. Возможность измерения ширины, наложения и размещения рисунка.

Необходимые условия: температура – 18 - 24°C, относительная влажность – 40 % - 60 %, чистота комнаты – класс 1000.

Область применения. Применение: микронная и субмикронная литография; формирование рисунка бланков фотомасок, а также прямое формирование рисунка на подложке до 200 мм в диаметре. Создание шаблонных заготовок с различной топологией рисунка для фотолитографии. Области производства: создание транзисторов и монолитных интегральных схем; светодиоды; фотонные кристаллы; одномерные проводники. Формирования топологических структур на металлизированных фотошаблонах при производстве интегральных схем, гибридных интегральных схем, а также для формирования структур на пластине, при производстве МЭМС, БиоМЭМС, интегрированной оптики и др.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, комната 5. Аспирант, инженер кафедры № 67 Хабибуллин Рустам Анварович. Телефон 8 (910) 463-79-30, e-mail: khabibullin_r@mail.ru. Современный прибор в рабочем состоянии.

1.7. Установка контактной литографии микросхем Suss MJB4 (SUSS MicroTec, Германия), дата закупки и ввода в эксплуатацию 2009 год, «Институт функциональной ядерной электроники».

Фото прибора. Технические характеристики.



Экспонирование высокого разрешения – до 0,5 микрон. Размер обработки пластин и подложек - до 100 мм диаметром (пластины) и до 100×100 мм (подложки). Специальные держатели для кусков пластин, А^{III}Б^V, толстых подложек, гибридных схем и ВЧ. Высокоточная юстировка на плоскости и манипулятора микроскопа. Возможность конфигураций оптики интенсивной УФ и экспозиций с длиной волны до 80 мВт/см².

Система экспонирования позволяет работать на длинах волны 250, 300 и 400 нм без замены лампового блока. Разрешающая способность электронной колонны (при WD=2-10 мм) не хуже, чем 1,1 нм при 20 000 В. Минимальный размер получаемого элемента поверхности в пределах 15-20 нм.

Методы. Установка обеспечивает следующие методы контакта:

Низковакуумный. Для маленьких и хрупких подложек используется экспонирование при низковакуумном контакте. При этом виде контактирования снижается нагрузка по подложку. Достигается разрешение, превышающее параметры при мягком и жестком контакте. Мягкий контакт. При этом виде контактирования MJB4 может достигать разрешения в 2,0 микрона.

Жесткий контакт. При этом методе зазор между шаблоном и пластиной еще меньше благодаря поддуву азота под пластиной. Пластина прижимается плотней к шаблону и разрешение может достигать 1 микрона.

Вакуумный контакт. Может работать в режиме вакуумного контакта, позволяя достигнуть субмикронного разрешения. Для более высокого разрешения повышаются требования и к подборке фоторезиста.

Контакт с зазором. Метод контактирования gap printing позволяет производить экспонирование с зазором до 50 микрон после предварительного совмещения маски и подложки.

Область применения. Установка совмещения и экспонирования, при производстве микросхем.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, ведущий специалист УР-Пи Рыжук Роман Валериевич. Телефон (495) 788-56-99 доб. 8439, e-mail: ryzhukrom@yandex.ru. Современный прибор в рабочем состоянии.

1.8. Системы осаждения тонких пленок PVD 250, PVD 75 (Kurt J. Lesker Company, США) дата закупки и ввода в эксплуатацию 2009 год, «Институт функциональной ядерной электроники».

Фото прибора. Технические характеристики.



Основные особенности.

Источник (электронно-лучевой испаритель) с водяным охлаждением; водоохлаждаемый или нагреваемый и электрически изолированный подложкодержатель; подогрев подложек до 350°C; система вращения изделий для улучшения равномерности напыления; очистка изделий перед напылением – ультразвуковая или ионным пучком; контроль толщины (кварцевый резонатор в стандартной комплектации); управление процессом с помощью промышленного ПК и дисплея с сенсорным управлением; программное обеспечение позволяет программировать систему на необходимые алгоритмы напыления и созда-

вать архивную базу данных, содержащую историю проводимых на установке процессов.

Стандартная спецификация.

4"×24" D-образная вакуумная камера из нержавеющей стали; 6-ти позиционный электронно-лучевой испаритель с источником питания (5 кВт), с экранированием и водяным охлаждением. Возможность попеременного напыления 6-ти материалов; охлаждаемый держатель изделий размером 4" (100 мм) (скорость вращения – до 20 об/мин, экраны). Система откачки: создает остаточное давление около 10^{-7} торр, 500 л/сек турбомолекулярный насос и безмасляный механический насос 35 м³/сек; контроль толщины при помощи трех кварцевых резонаторов; специализированное программное обеспечение; полная автоматизация процесса напыления;

Методы. Установка позволяет наносить металлы двумя способами: метод термического испарения; метод электронно-лучевого испарения.

Область применения. Установка предназначена для осаждения тонких металлических покрытий из паровой фазы на поверхность изделий из полупроводниковых; кварцевых, стеклянных и прочих диэлектрических материалов в вакууме. Применяется в цикле изготовления микрoeлектронных компонентов, интегральных микросхем и подобных устройств микрoeлектронной промышленности.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, комната 2. Ведущий специалист УРПИ Рындя Сергей Михайлович. Телефон (495) 788-56-99, доб. 8496, e-mail: ryndya_sm@mail.ru. Современный прибор в рабочем состоянии.

1.9. Установка плазмохимического реактивно-ионного травления SPTS LPX ICP (SPP Process Technology Systems, Великобритания), выпуск 2010 год, ввод в эксплуатацию 2011 год, «Институт функциональной ядерной электроники».

Фото прибора. Технические характеристики.



Основной блок установки предназначен для размещения модулей и комплектуется: алюминиевой рабочей камерой с портом откачки; окном для наблюдения; электродом подложкодержателя с системой нагрева до 400°C; ВЧ-источником индуктивно-связанной плазмы MKS Spectrum 13,56 МГц мощностью 1,5 кВт; системой подачи гелия под подложку, интегрированной с подложкодержателем; контуром охлаждения водой или жидким азотом интегрированной в стенки рабочей камеры; системой контроля давления (вакуумметр Пеннинга и емкостной датчик), интегрированной в стенки рабочей камеры. В состав установки также входит: система откачки камеры; блок регулировки расхода газов; лазерный интерферометр Verity Spectragraph SD 1024; система управления.

Метод. Установка обеспечивает анизотропное травление материалов, в режиме реактивно-ионного травления.

Область применения. Установка предназначена для проведения реактивно-ионного травления многослойных гетероструктур нитридов алюминия-галлия-индия на подложках лейкосапфира или карбида кремния, травление сквозных отверстий в подложках фосфида индия и арсенида галлия.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, НОЦ по направлению «Нанотехнологии», комната 5. Васильевский Иван Сергеевич, доцент кафедры № 67. Телефон (495) 788-56-99, доб. 8170, e-mail: ISVasilyevskij@mephi.ru. Оборудование нового поколения. В рабочем состоянии.

1.10. Установка быстрого термического отжига Modular RTP600S (Modular Process Technology, США) дата закупки и ввода в эксплуатацию 2009 год, «Институт функциональной ядерной электроники».

Фото прибора. Технические характеристики.



Поддерживаемый размер пластин 2” – 6”.
 Рабочий диапазон температур 250 – 1200°C.
 Точность поддержания температуры $\pm 2^\circ\text{C}$.
 Скорость изменения температуры 1 – 200°C/сек.
 Погрешность повторяемости температуры $\pm 2^\circ\text{C}$.
 Погрешность индикации температуры $\pm 2^\circ\text{C}$.
 Среда отжига: атмосфера азота.
 Габариты, вместе с рабочей станцией, без монитора (Д, Ш, В) 350×610×580 мм.
 Вес рабочей камеры 68 кг. Номинальная потребляемая мощность 14 кВт.

Методы. Установка предназначена для проведения процессов быстрого термического отжига пластин до температуры 1200°C в инертной среде. В процессе отжига осуществляется продувка камеры инертным газом. Термообработка производится с помощью галогенных ламп.

Область применения. Установка применяется в микроэлектронной промышленности для высокотемпературного постимплантационного отжига, отжига металлических контактов и пленок и роста оксидных пленок; микроэлектроника, нанотехнологии.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, комната 2. Ведущий специалист УРПИ Рындя Сергей Михайлович. Телефон (495) 788-56-99, доб. 8496, e-mail: ryndya_sm@mail.ru. Современный прибор в рабочем состоянии.

1.11. Комбинированная система нанесения и задубливания резиста Sawatec SM180 + HP150 (Sawatec, Швейцария), дата закупки и ввода в эксплуатацию 2009 год, «Институт функциональной ядерной электроники».

Фото прибора. Технические характеристики.



Система состоит из лабораторной центрифуги (SM180) и температурного столика (HP150). **Характеристики SM180:** Вставляемый модуль для сушки позволяет обрабатывать подложки до 150 мм диаметром; возможен как вакуумный зажим подложки, так и механический; до 10 пар установок скорость/время; имеет скорость 10 000 об/мин, укомплектована крышкой и чашей из полиоксиметилена (пластика). Скорость вращения 0-10 000 об/мин, точность вращения ± 1 на 6000 об/мин. Ускорение 80-500 рад/с².

Характеристики HP150: Максимальная температура нагрева 250°C; загрузка подложки вручную; цифровые установки и отображение температуры; фиксация подложки вакуумом в центре столика; встроенный вентилятор обеспечивает обдув воздухом и вывод паров во внешнюю вытяжку; три винта сверху позволяют выровнять термостол по уровню; крышка с уплотнениями; опционально - напуск азота под крышку.

Методы. Нанесение резиста методом Hot plate.

Область применения. Система предназначена для нанесения резистов с помощью центрифугирования и нагревания пластин и подложек с высокой равномерностью при температуре до 150 или до 250°C, для сушки фоторезиста и эпоксидных покрытий.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, комната 2. Ведущий специалист УРПИ Рындя Сергей Михайлович. Телефон (495) 788-56-99, доб. 8496, e-mail: ryndya_sm@mail.ru. Современный прибор в рабочем состоянии.

2. Исследовательское, измерительное оборудование

2.1. Растровый электронный микроскоп Carl Zeiss EVO 50 (Carl Zeiss, Германия), дата ввода в эксплуатацию 2007 года, «Кафедра № 9 Физические проблемы материаловедения».

Фото прибора. Технические характеристики.



Технические характеристики:

- Электропитание – 220 В переменного тока, $\pm 10\%$.
- Максимальная потребляемая мощность – 3 кВт.
- Ускоряющее напряжение от 100 В до 30 кВ. Катод – W или LaB₆.
- Гарантированное разрешение – 3 нм.
- Анализ элементов от ⁵B до ⁹²U.
- Температура в помещении 21 \pm 4°C, относительная влажность воздуха менее 65 %.
- Полностью безмасляная система откачки.

ки, вакуум в камере для образцов 10⁻⁶ торр, вакуум в электронной пушке и электронно-оптической колонне 10⁻⁷ торр.

Требования к образцам: максимальные размеры образца 20 мм в высоту и Ø 150 мм. Для исследования топографии поверхности предварительной подготовки образцов практически не требуется, кроме очистки исследуемой поверхности от возможных загрязнений. При исследовании образцов методами рентгеноспектрального микроанализа для получения точных количественных данных поверхность должна быть тщательно отполирована. Для проведения EBSD-исследований поверхность должна быть отполирована и свободна от деформации, вызванной механической подготовкой. Удаление наклепанного поверхностного слоя достигается либо электрополировкой образцов, либо финишным полированием на оксидных суспензиях.

Метод. Исследование топографии и структуры поверхности, получение изображения во вторичных и обратно-рассеянных электронах. Рентгеноспектральный микроанализ элементного состава с использованием энергодисперсионного и волнодисперсионного спектрометров (EDS, WDS). Детектор дифракции обратно-рассеянных электронов – анализ фазового состава и текстуры (EBSD).

Область применения: В областях промышленности и науки, где необходимы исследования структуры поверхности образцов и анализ элементного состава.

5. Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Б, помещение Б-026. Ассистент кафедры № 9 Джумаев Павел Сергеевич. Телефон (495) 788-56-99 доб. 8143, e-mail: PSDzhumaev@mephi.ru. Современный прибор в рабочем состоянии.

2.2. Растровый электронный микроскоп DSM-960 (Opton, Германия) с рентгеновским энергодисперсионным анализатором Amptek (США) и сканирующим туннельным микроскопом UnderSEM, приобретение 1989 год, ввод в эксплуатацию 1989 год, «Кафедра № 78 Кафедра физико-технических проблем метрологии».

Фото прибора. Технические характеристики.



Основные параметры комплекса. Растровая электронная микроскопия (РЭМ): чувствительность $S \sim 0,1 \%$, разрешение по поверхности $L_s \sim 100$ нм, разрешение по глубине $L_h \sim 1$ мкм; ускоряющее напряжение 2-25 кВ.

Рентгеновский микроанализ (РМА): все элементы, начиная с Mg.

Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ): реальное предельное разрешение 1 нм.

Требования к образцам для СТМ:

- размер образцов не более $5 \times 5 \times 3$ мм;
- проводящие материалы;

Требования к образцам для РЭМ и РМА: размер образцов не более $100 \times 100 \times 50$ мм.

Методы. Режим исследования образцов: исследование морфологии поверхности образцов методом растровой электронной микроскопии; -исследование элементного состава методами рентгеновского энергодисперсионного микроанализа; исследование морфологии образцов методом сканирующей туннельной микроскопии.

Область применения. Анализ морфологии поверхности образцов, тонких пленок. Исследование дефектов интегральных микросхем. Проведение экспресс-анализа элементного состава образцов. Во всех областях промышленности и науки, где требуются исследования внутренней структуры образцов и анализ элементного состава.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 5, комната 5-204. Научный сотрудник Лебединский Юрий Юрьевич. Телефон (495) 324-96-25, (495) 788-56-99 доб. 9915, e-mail: lebedinskii@mephi.ru. Физическое состояние удовлетворительное, прибор существенно модернизирован.

2.3. Просвечивающий электронный микроскоп Carl Zeiss Libra-120 (Carl Zeiss, Германия), дата ввода в эксплуатацию 2008 год, «Кафедра № 9 Физические проблемы материаловедения».

Фото прибора. Технические характеристики.



- Электропитание – 380 В переменного тока, $\pm 10\%$.

- Максимальная потребляемая мощность – 16 кВт.

- Температура в помещении $21\pm 4^\circ\text{C}$, относительная влажность воздуха менее 65 %.

- Ускоряющее напряжение 80 и 120 кВ. Катод – W или LaB₆.

- Гарантированное разрешение – 0,34 нм по точкам, 0,2 нм по линии. Максимальное увеличение 630 000 крат.

- Полностью безмасляная система откачки, вакуум в камере образцов, электронной пушке и электронно-оптической колонне 10^{-7} торр.

Требования к образцам: Диски 3 мм в диаметре, максимальная толщина исследуемой области 1500 Å.

Метод. Исследование внутренней структуры образца, получение изображения с фильтрацией электронов по энергии. Исследование элементного состава образца (EELS). Анализ фазового состава с использованием режима микродифракции.

Встроенный в колонну спектрометр энергетических потерь электронов (EELS-спектрометр), позволяет проводить спектральный анализ для определения химического состава вещества при исследованиях полупроводников, материаловедческом анализе и исследованиях в других областях, а также обеспечивает интегральную фильтрацию изображения.

Область применения: В областях промышленности и науки, где необходимы исследования внутренней структуры образцов и анализ элементного состава.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Б, комната Б-028. Инженер Стальцов Максим Сергеевич. Телефон (495) 788-56-99 доб. 8145, e-mail: m.staltsov@gmail.com. Современный прибор в рабочем состоянии.

2.4. Сверхвысоковакуумная система анализа поверхности *Multiprobe MXPS* (Omicron Nanotechnology GmbH, Германия) с источником осаждения нанокластеров Nanogen-50 и квадрупольным масс-фильтром MesoQ (Mantis Deposition Ltd., Великобритания), приобретение 2008 год, ввод в эксплуатацию 2009 год, «Кафедра № 78 Кафедра физико-технических проблем метрологии».

Фото прибора. Технические характеристики.



Основные параметры комплекса.

- перемещение зонда по трем осям в диапазоне $10 \times 10 \times 10$ мм с последовательно изменяемым шагом 40-500 нм, сканирование области $10 \times 10 \times 1,2$ мкм, морфология поверхности с атомным разрешением;
- радиационный/токовый нагрев, LHe, LN охлаждение для достижения температурных диапазонов от 25 К до 1500 К;
- ионный источник с пятном фокусировки < 150 мкм и плотностью тока

> 2 мА/см² при ускоряющем напряжении 5 кВ; - давление остаточных газов в СВВ камере до $3 \cdot 10^{-10}$ торр; - рентгеновский источник Mg/Al; - разрешение по энергии в методе РФЭС до 300 мэВ; - область сканирования в методе РФЭС менее 60 мкм; - разрешение по высоте в методе СТМ и АСМ $< 0,01$ нм; - чувствительность по току в методах сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) – 1 пА; - размер осаждаемых нанокластеров 1-15 нм с дисперсией ± 15 %; - диапазон анализируемых масс-спектрометром масс $2 - 1 \cdot 10^6$ а.е.м., разрешение ± 2 %.

Требования к образцам: - размер образцов не более $15 \times 15 \times 5$ мм; - совместимость с условиями СВВ.

Методы. Режим исследования образцов: исследование морфологии поверхности методом АСМ; исследование морфологии поверхности методом СТМ; исследование электронной структуры поверхности методом сканирующей туннельной спектроскопии (СТС); исследование элементного и химического состава методом РФЭС; исследование элементного и химического состава методом оже-электронной спектроскопии (ОЭС).

Режим формирования и *in situ* исследования поверхности и наноструктур: режим напыления тонких пленок и субмонослойных покрытий электронно-лучевым напылением; режим осаждения нанокластеров металлов (включая осаждение нанокластеров с сепарацией по массе).

4. Область применения. Нанoeлектроника, нанометрология. Исследование морфологии, электронной структуры и химического состава нанокластеров металлов, углеродных волокон.

5. Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, комната 9. Доцент кафедры № 78 Пушкин Михаил Александрович. Телефон (495) 324-96-25, (495) 788-56-99 доб. 9913, e-mail: pushkin@mephi.ru. Прибор новый и отвечает современным требованиям к оборудованию для исследования наноструктур и поверхности твердого тела.

2.5. Сверхвысоковакуумный комплекс XSAM-800 (Kratos Analytical, Япония) для формирования и *in situ* анализа нанокластеров и сверхтонких слоев на базе электронного спектрометра (Великобритания), приобретение 1982 год, ввод в эксплуатацию 1982 год, «Кафедра № 78 Кафедра физико-технических проблем метрологии».

Фото прибора. Технические характеристики.



Основные блоки комплекса:

- две СВВ камеры; - рентгеновский источник (Al/Mg); - полусферический энергоанализатор; - электронная пушка; - ионная пушка; - квадрупольный масс-спектрометр; - модуль импульсного лазерного осаждения (YAG:Nd, 15 нс); - нагреватель образцов на штоке (до 800°C); - пирометр.

Основные параметры комплекса.

Рентгеновской фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС): чувствительность $S \sim 1\%$, локальность по поверхности $L_s \sim 2$ мм, разрешение по глубине $L_h \sim 3$ нм, диапазон исследуемых глубин $h \sim 100$ нм.

Спектроскопия рассеяния медленных ионов (СРМИ): $S \sim 0.1\%$, $L_s \sim 2$ мм, $L_h \sim 0.3$ Å, $h \sim 6$ Å.

ИЛО: YAG:Nd лазер, 1 мДж, скорость осаждения $10^{12} \div 10^{15}$ ат./см² за импульс, длительность импульса осаждения ~ 1 мкс, точность $\sim 0,01$ ML, толщина пленки от 0,01 ML до ~ 100 нм.

Элементный состав на поверхности, профилирование по глубине, кинетика десорбции с поверхности: 1-300 а.е.м., чувствительность - 1 : 107, энергетический фильтр +/- 100 эВ, пропускание - 10 %. Уровень вакуума 10^{-9} торр.

Требования к образцам: - размер образцов не более $15 \times 10 \times 3$ мм; - совместимость с условиями сверхвысокого вакуума.

Методы. Режим исследования образцов: исследование элементного и химического состава методами рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС), оже-спектроскопии, СРМИ, спектроскопии характеристических потерь энергии электронов и спектроскопии рассеяния электронов на отражение.

Режим формирования и *in situ* исследования поверхности и наноструктур: режим формирования тонких пленок и нанокластеров методом импульсного лазерного осаждения (ИЛО).

Область применения. Нанoeлектроника, нанометрология. Исследование элементного и химического состава тонких пленок. Формирование и *in situ* анализ электронной структуры нанокластеров металлов на поверхности подложки, углеродных волокон. Исследование кинетики роста тонких пленок, кинетики окисления поверхности и нанокластеров, кинетических процессов при отжиге.

Получаемые опытные образцы. Тонкопленочные МДП-структуры (металл-диэлектрик-полупроводник), образцы нанокластеров Au, Co, Cu, Cr, Ni на поверхности графита, углеродной пленки, NaCl, KBr; образцы нанокластеров Au в матрице из аморфного углерода и диоксида

кремния.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 5, комната 5-204. Научный сотрудник кафедры № 78 Лебединский Юрий Юрьевич. Телефон (495) 324-96-25, (495) 788-56-99 доб. 9915, e-mail: lebedinskii@mephi.ru. Физическое состояние удовлетворительное. Прибор существенно модернизирован с заменой вакуумной системы откачки.

2.6. Настольный электронный микроскоп Hitachi TM-1000 (Hitachi, Япония), ввод в эксплуатацию 2008 год, «Кафедра № 21 Кафедра физика плазмы».

Фото прибора. Технические характеристики.



Основные параметры комплекса.

Увеличение – $\times 20$ – $\times 10000$, цифровое увеличение ($\times 2$, $\times 4$). Глубина резкости – 0,5 мм.

Возможность работы в неглубоком вакууме – 270 Па.

Ускоряющее напряжение – 15 кВ.

Детектор – твердотельный детектор обратнорассеянных электронов.

Область максимального наблюдения: 3,5 мм;

Столик и максимальный размер образца: X=15 мм, Y=18 мм; образец 70 мм в диаметре, 20 мм в высоту.

Система откачки воздуха – турбомолекулярный насос (30 л/с) и насос с диафрагмой (1 м³/час).

Прибор работает только в отраженных электронах. **Приставка микроанализа:**

Детектор – кремний-дрейфовый. Активная площадь – 30 мм².

Разрешение по энергии – 165 эВ (Cu-K α) (эквивалентно 145 эВ (Mn-K α)).

Диапазон определяемых элементов – от Na (11) до U (92).

Охлаждение – двухстадийный типа Пельтье (не требует жидкого азота).

Многоканальный анализатор – 2048 каналов, 10 эВ/канал. Позволяет проводить безэталонный количественный анализ, с автоматическим и ручным определением положения пиков.

Методы. В ходе анализа образцы облучаются пучком электронов с энергией 15 кэВ. При этом с поверхности вылетают вторичные электроны, отраженные электроны, а также тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Сравнение интенсивностей вторичных или отраженных электронов (данный прибор работает только в отраженных электронах) в различных точках поверхности позволяет определить рельеф поверхности. По характеристическому излучению можно судить о составе поверхности.

Область применения. Анализ морфологии поверхности образцов после взаимодействия плазмы с поверхностью, физика твердого тела, тонких пленок. Проведение экспресс-анализа элементного состава образцов.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 33, комната 101. Инженер кафедры № 21 Гордеев Алексей Алексеевич. Телефон (495) 323-93-23, e-mail: gordeev@plasma.mephi.ru. Прибор в хорошем состоянии, в полном соответствии с техническими характеристиками.

2.7. Квадрупольно-времяпролетный масс-спектрометр QStar Elite AB Sciex («Applied Biosystems», США), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2007 год, «Кафедра № 10 Молекулярная физика».

Фото прибора. Технические характеристики.



- Поддерживаемые источники ионов: электрораспыление (ESI), стимулированная матрицей лазерная десорбция ионизация (MALDI).

- Возможность работы с источниками: химическая ионизация при атмосферном давлении (APCI), фотоионизационный источник (APPI), нанораспыление (NanoSpray).

- Квадрупольный масс анализатор.

- Диапазон масс $5 \div 6\,000$ а.е.м.

- Разрешение – менее 1 а.е.м. (0,3-0,1

FWHM) по всему диапазону масс.

- Времяпролётный масс анализатор. - Диапазон масс $5 \div 40\,000$ а.е.м.

- Разрешение – 15 000 (FWHM) по m/z 956.

- Точность определения массы с внутренним стандартом (RMS) – менее 2 ppm.

- Точность определения массы без внутреннего стандарта (RMS) – менее 5 ppm.

- Скорость сканирования – до 20 спектров/сек при скорости работы детектора 7,6 ГГц.

- Линейный динамический диапазон – $1 \cdot 10^4$ импульсов/сек.

Требования к образцам. Прибор позволяет проводить структурный анализ органических соединений. Пробы растворяют в органических растворителях (ацетон, ацетонитрил, и т.п.). Возможен ЖХ/МС анализ (имеется жидкостной хроматограф), анализ высокомолекулярных соединений (белков, протеинов).

Методы. Комбинированный тандемный квадрупольно-времяпролётный масс спектрометр (QqTOF), предназначен для решения широкого круга исследовательских и прикладных задач. Применение в одном приборе двух масс-анализаторов и расположенной между ними ячейки столкновений позволяет проводить фрагментацию и последующий масс спектрометрический анализ предварительно отобранных родительских ионов пробы, тем самым существенно повышая достоверность определения структуры молекул пробы. Возможность применения различных источников ионов позволяет использовать прибор для анализа как жидких, так и газовых смесей. Потоки элюента от 2 nL/мин до 1-2 мл/мин (в зависимости от источника ионов) позволяют совмещать прибор с различными системами для разделения сложных смесей - от электрофореза и нано Высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) до высокоскоростной ВЭЖХ.

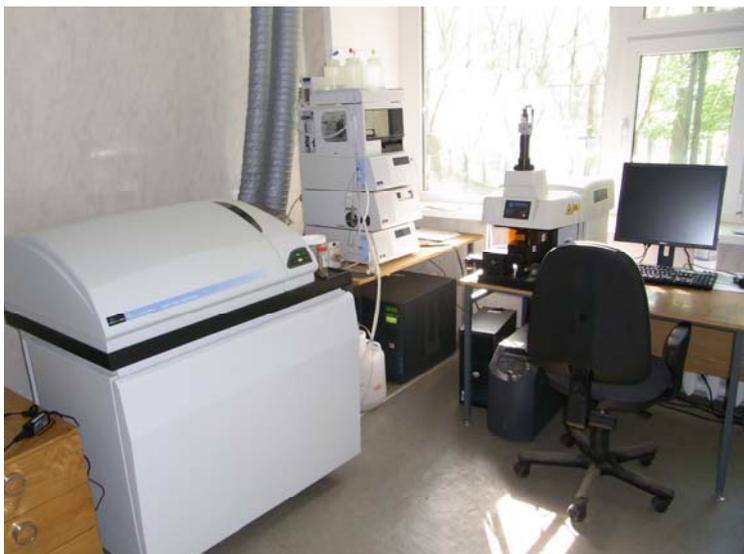
Область применения. Метод тандемной масс-спектрометрии может быть использован для самых разнообразных приложений – от структурного анализа небольших молекул до качественного и количественного анализа протеинов и пептидов. Область приложений включает криминалистику, фармацевтику, биотехнологии, здравоохранение, экологический мониторинг,

безопасность и другие направления.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Б, комната А-107. Доцент кафедры № 10 Сысоев Алексей Александрович. Телефон (495) 788-56-99 доб. 96-93, e-mail: alexey.sysoev@mephi.ru. Современный прибор в хорошем состоянии.

2.8. ICP масс-спектрометр для изотопного и элементного анализа ELAN DRC-e (Perkin Elmer, Канада), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2008 год, «Кафедра № 10 Молекулярная физика».

Фото прибора. Технические характеристики.



- Диапазон анализируемых масс 5-260 а.е.м. и с уходом калибровки шкалы масс не более чем на 0,05 а.е.м. в сутки.

- Разрешающая способность: 0,3-0,7 а.е.м. (в диапазоне 5-260 а.е.м.) с возможностью установки индивидуального разрешения для любой массы.

- Одновременный двухрежимный (счетный и аналоговый) детектор с автоматическим выбором режима работы, с рабочим линейным диапазоном более 9 порядков.

- Изотопическая чувствительность –

лучше 10^{-6} .

- Точность измерения изотопных отношений – 0,08 %.

- Пределы обнаружения для большинства изотопов элементов лучше 1 нг/л, в том числе для всех масс более 100 а.е.м. – лучше 0,1 нг/л.

Требования к образцам. Прибор позволяет проводить анализ элементного и изотопного состава любых жидких и твердых проб. Если жидкая проба сильно неоднородна по структуре, содержит взвеси и желеобразные фракции или представляет биологическую опасность (например, кровь), методика пробоподготовки включает последовательное растворение в кислотах и воде. Специфицируемая точность определения концентраций и пороги обнаружения достигаются именно при анализе жидких проб.

Локальный анализ твердых проб можно проводить, используя лазерноабляционный дозатор, в этом случае пробоподготовка не требуется и возможен локальный анализ, но точность определения концентраций и пороги обнаружения будут хуже.

Методы. Масс-спектрометр содержит: устройство ввода пробы, стойкое ко всем кислотам, включая HF; источник ионов – горелку с индуктивно связанной плазмой, работающая при любых мощностях плазмы без изменения геометрии системы горелка-индуктор; плазменный интерфейс с дифференциальной откачкой, с конусами с входными отверстиями большого диаметра, обеспечивающими долговременную работу без дрейфов; систему фокусировки ионов, не требующую обслуживания систему устранения молекулярного и изобарного фона, масс-анализатор, детектор ионов и систему регистрации данных, компьютер и программное обеспе-

чение. Масс-спектрометр обеспечивает возможность разрешения основных изобарных интерференций с помощью динамической реакционной системы. Масс-спектрометр оснащен лазерноабляционным дозатором твердых проб.

Область применения. ICP масс-спектрометрия применяется для получения подробной информации об изотопном и элементном составе анализируемых проб. Этот метод предназначен для анализа жидких, твердых и газообразных проб с обширным спектром применений: экология; медицина; биология; геология и геохимия; криминалистика; фармацевтическая, пищевая, полупроводниковая, металлургическая, химическая, ядерная промышленность и др.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Б, комната А-107. Доцент кафедры № 10 Сысоев Алексей Александрович. Телефон (495) 788-56-99 доб. 96-93, e-mail: alexey.sysoev@mephi.ru. Современный прибор в хорошем состоянии.

2.9. Дифрактометр рентгеновский Ultima IV (Rigaku, Япония), дата приобретения 2010 год, ввод в эксплуатацию 2011 год, «Институт функциональной ядерной электроники».

2. Фото прибора. Технические характеристики.



Источник излучения: малогабаритный с использованием высокочастотного преобразователя, максимальная мощность - 3кВт, напряжение на трубке - 20-60 кВ, ток трубки - 2-60 мА, материал анода трубки – Cu.

Гониометр: Θ/Θ вертикального типа, образец неподвижен. Метод сканирования - независимое сканирование каждой оси Θ_s или Θ_d ; режим сканирования со связанными осями Θ_s/Θ_d . Радиус гониометра – 185 мм /285 мм; диапазон углов сканирования в режиме связанных осей Θ_s/Θ_d от -30 до +162° (2 Θ); оси Θ_s от -1,50 до +81°, оси Θ_d от -95° до +120°; дополнительного привода в плоскости образца от -30 до +120°; шаг сканирования для оси Θ_s или Θ_d 0,0001 - 6°; в режиме связанных осей 0,0002 - 12° (2 Θ). Скорость сканирования в режиме связанных осей Θ_s/Θ_d 0,02~100° (2 Θ), независимо каждой оси 0,01~50°; скорость позиционирования 500° / мин (2 Θ).

Щели: фиксированные стандартный комплекта щелей Соллера (0,5 градуса) для работы в фокусирующей геометрии и геометрии псевдопараллельного пучка; фиксированные щели для малоуглового рассеяния и рефлектометрии.

Юстировка: полностью автоматическая для гониометра, амплитудного дискриминатора, счетчика, оптических узлов и дополнительных приставок.

Для геометрии параллельного пучка (Cross beam optics). Монохроматор: Ge(220) кристалл-монохроматор 2-кратного отражения, монохроматор на дифрагированном пучке.

Детектор: Сцинтилляционный счетчик с линейностью 700 000 импульсов.

Дополнительные принадлежности: узлы для установки оптических компонентов, аттенюатор для регулировки интенсивности пучка, поглотители, селективно-поглощающие фильтры, юсти-

ровочная пластина с кремниевым стандартом, коммутирующая щель для перехода от фокусирующей Брэгг-Брентано геометрии к геометрии параллельного пучка, пластина для корректировки потерь счета, центрирующая пластина, флуоресцентный индикатор, держатель счетчика, комплект запасных частей.

Требования к образцам. Прибор позволяет проводить анализ поликристаллических образцов, порошков, пластин, жидких проб, монокристаллов. Материалы не должны быть радиоактивны. Поверхность образцов желательно полированная без остаточных напряжений.

Методы. Анализ тонких пленок - толщина, текстура / ориентация, качество интерфейса, структурное совершенство, плотность, деформация / напряжение.

Порошковая дифрактометрия - фазовый анализ, оценка степени кристалличности, размер кристаллитов / анализ остаточных напряжений, прецизионные измерения параметров решетки, анализ по методу Ритфелда.

Программное обеспечение - качественный и количественный анализ; база данных дифрактограмм ICDD PDF-2; анализ Ритфелда; кристалличность; анализ остаточных напряжений; построение прямых и обратных полюсных фигур; расчет параметров кристаллической решетки.

Область применения. Материаловедение, материалы для микроэлектроники, наноматериалы, изучение свойств материалов и контроль качества в исследовательских целях и на производстве.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, НОЦ по направлению «Нанотехнологии». Специалист УРПИ Грехов Максим Михайлович. Тел. 8 (916) 925-60-54, e-mail: mmgrekhov@mephi.ru. Современный прибор в рабочем состоянии.

2.10. Прибор синхронного термического анализа STA 409 CD с квадрупольным масс-спектрометром QMS 403C *Aëolos* (NETZSCH-Gerätebau GmbH, Германия), приобретение и ввод в эксплуатацию 2007 год, «Кафедра № 9 Физические проблемы материаловедения».

Фото прибора. Технические характеристики.



Температурный диапазон: $T_{\text{комн.}} \dots 1700^{\circ}\text{C}$ (печь из Rh), $T_{\text{комн.}} \dots 2000^{\circ}\text{C}$ (печь из графита). **Термогравиметрия:** разрешение – 5 мкг; масса образца – до 15 г; диапазон измерений – от 0 – 15 г; компенсация контролируется с помощью программного обеспечения.

Калориметрия: чувствительность зависит от типа термопары держателя; диапазон измерений – до 5 000 мкВ.

Атмосфера образца: вакуум (до 10^{-3} мбар); статическая; динамическая: инертные газы, реакционные газы (не токсичные, не воспламеняющиеся).

Типы держателей образца: ДСК/ТГ – до температуры 1650°C , термопара типа S;

ДСК/ТГ – до температуры 1500°C , термопара типа S, для измерения теплоемкости; ДСК/ТГ – до температуры 800°C , термопара типа К; ДТА/ТГ – до температуры 2000°C , термопара W-Re.

Тигли Pt, Al_2O_3 , ZrO_2 , W, графит. **Скорость нагрева** 0,1 – 99,9 К/мин.

Требования к образцам, инфраструктуре. Образец не должен активно взаимодействовать с материалом тигля. Для ДСК и ДТА анализа одна поверхность образца должна быть отшлифована. Для корректной работы установки необходимо помещение с климат-контролем. Для создания атмосферы в объеме образца и нагревателя необходимы инертные газы (аргон, гелий высокой чистоты и др.) и реакционные газы. Для корректной работы измерительной части установка укомплектована термостатом с водным охлаждением и специальным столом, защищающим весы от вибраций. Питание силовое – 230 В, 50 Гц, ~ 18 кВт в пиковой нагрузке.

Метод. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК), дифференциальный термический анализ (ДТА), измерение изменения массы и анализ выделяющихся газов (квадрупольный масс-спектрометр).

Область применения. Синхронный анализ сплавов и керамических материалов ядерной энергетики и других отраслей промышленности.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Д, помещение Д-221. Доцент кафедры № 9 Тенишев Андрей Вадимович. Телефон (495) 788-56-99 доб. 9804, e-mail: onil709@mail.ru. Современный прибор в рабочем состоянии.

2.11. Синхронный ТГА/ДТА/ДСК термоанализатор SDT Q600 (TA INSTRUMENTS, США), приобретение 2007 год, ввод в эксплуатацию 2007 год, «Кафедра № 24 Прикладная ядерная физика».

Фото прибора. Технические характеристики.



Комбинируя информацию ТГА и ДСК можно достаточно точно определить, является ли найденный тепловой эффект реакцией разложения, окисления или фазовым переходом. Высокая точность ДСК, ДТА и ТГА позволяет использовать прибор для определения теплот и температур фазовых переходов, изучения сложных смесей, анализа эластомеров, металлов, керамик, композитных материалов и многого другого.

Диапазон температур – от комнатной до 1500°C.

Скорость нагрева до 1000°C – от 0,1 до 100°C/мин.

Скорость нагрева от 1000 до 1500°C – от 0,1 до

25°C/мин. **Охлаждение печи** – принудительное воздушное, от 1500 до 50°C за время < 30 мин.

Конструкция весов – двухчашечные, горизонтальные; чувствительность весов – 0,1 мкг. **Масса образца** – до 200 мг (350 мг вместе с держателем образца). **Калориметрическая точность / воспроизводимость** – $\pm 2\%$ (по металлическим стандартам). **Чувствительность ДТА** – 0,001°C.

Термопары / тигли – Pt / Pt-Rh (тип R) / платиновые: 40 мкл, 110 мкл; керамические (Al₂O₃): 40 мкл, 90 мкл. **Вакуум** – до 7 Па (0,05 тор). **Контроль атмосферы образца** – контроль расхода газовых потоков по массе (два канала с автоматическим переключением). **Калибровка шкалы температур** – металлические стандарты (от 1 до 5 точек).

Требования к образцам, инфраструктуре. Образцы в виде порошка (не жидкие, не газообразные), фольги или массивного объекта малого размера. Желательно, чтобы не загрязняли емкости, в которых они находятся, продуктами, образующимися при нагревании и могущих вступить в реакцию с материалом тигля (Al₂O₃ или Pt). Оборудование должно быть размещено на антивибрационной подставке, подключено к системе, откачивающей или подающей газ под давлением.

Методы. Термоанализ (ТА), дифференциальный сканирующий калориметрический (ДСК) и термогравиметрический (ТГ) анализ. Термоанализатор измеряет тепловой поток и изменение массы, сопровождающие энергетические переходы и химические реакции в материалах.

Область применения. Термоанализ используется в науке и различных отраслях промышленности: химическая и нефтехимическая промышленность, производство металлов и керамики, полимерных материалов, лакокрасочная промышленность, производство резины и резинотехнических изделий, смазочных материалов, угольная промышленность и разработка новых материалов. ТА дает возможность идентифицировать материалы сложной структуры и состава, контролировать наличие добавок и примесей, влажность и летучие вещества, зольность, наличие и степень кристаллизации, устойчивость к статическим и динамическим нагрузкам при различных температурах и в различных газовых средах, коэффициент расширения материала и диэлектрическую проницаемость. Термоаналитические методы также получили широкое распространение при сравнении материалов, исследовании их термической стабильности, окисляемо-

сти, пожаробезопасности, износостойкости, виброустойчивости и изолирующих свойств.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Д, комната Д-112. Доцент кафедры № 24 Бойко Надежда Владимировна. Телефон (495) 788-56-99 доб. 91-97, e-mail: ntbojko@mephi.ru. Прибор в рабочем состоянии.

2.12. Мессбауэровский двухканальный спектрометр МС-1104Ем (ЗАО «Кордон», Научно-исследовательский институт физики ФГОУ ВПО «Южный федеральный университет», Россия), приобретение и ввода в эксплуатацию 2008 год, «Кафедра № 24 Прикладная ядерная физика».

Фото прибора. Технические характеристики.



1. Значения скоростей перемещения поглотителя: от $\pm 0,4$ мм/с до ± 40 мм/с. Максимальное отклонение скорости перемещения поглотителя на рабочем участке от линейного закона ее изменения для треугольного и пилообразного режимов движения должно быть:

- в поддиапазонах до ± 20 мм/с не более 0,05 % от максимального значения скорости для данного поддиапазона;

поддиапазона;

- в поддиапазонах от ± 20 мм/с до ± 40 мм/с – от 0,05 % до 0,2 %.

Дрейф нуля скорости при долговременной работе (в течение суток) – не более 0,003 мм/с. Дрейф цены канала при долговременной работе (в течение суток) при температуре $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ – не более 0,3 % цены деления канала. Амплитуда шума скорости при нулевом значении скорости должна быть не более 0,01 мм/с.

2. Диапазон изменения температур образца при измерениях мессбауэровских спектров в канале 2 с применением криостата - от 90 К до 300 К. Точность поддержания температуры образца в стационарном режиме работы криостата - не хуже $\pm 0,2$ К.

Требования к образцам, инфраструктуре. Образцы в виде порошка (не жидкие, не газообразные), фольги или массивного объекта малой толщины. Должны содержать стабильные мессбауэровские изотопы (например, ^{57}Fe , ^{119}Sn). Оборудование должно быть размещено на анти-вибрационной подставке.

Методы. Мессбауэровская спектроскопия. Метод физико-химической диагностики твердых веществ, заключающийся в сравнении параметров ядерного изомерного перехода в двух веществах, одно из которых содержит радиоактивный, а другое – стабильный мессбауэровский изотоп.

Область применения. Кинетика физико-химических и ядерных процессов. Кинетические явления в конденсированных средах. Конструкционные материалы атомной промышленности и техники, сверхпроводники, наноразмерные структуры, аморфные материалы.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Д, комната Д-108а. Ведущий инженер кафедры № 24 Рудаков Сергей Геннадьевич. Телефон (495) 788-56-99 доб. 93-37, e-mail: sgrudakov@mephi.ru. Современный прибор в рабочем состоянии.

2.13. Высокотемпературный горизонтальный дилатометр DIL 402 C, (NETZSCH-Gerätebau GmbH, Германия), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2007 год, «Кафедра № 9 Физические проблемы материаловедения».

Фото прибора. Технические характеристики.



Измерения изменения длины ± 2.5 мм, ± 5 мм. **Чувствительность** 1,25 нм/ разряд. **Контактное давление** 15-45 сН, стандарт: 25 сН.

Прободержатель: тип – трубчатый, материал – оксид алюминия.

Атмосфера в камере образца статическая, динамическая: инертные газы, реакционные газы (не токсичные, не воспламеняющиеся), вакуум.

Температурные пределы $T_{\text{комн.}}$ – 1600°C. **Скорость нагрева** для дилатометрических измерений рекомендовано < 10 К/мин.

Требования к образцам, инфраструктуре. Длина – макс. 25 мм, диаметр – макс. 12 мм (трубчатый прободержатель). Питание силовое 230 В, 50 Гц, ~ 13 кВт в пиковой нагрузке.

Методы. Изменение размера образца отслеживается в одном направлении. Образец представляет собой цилиндр с отшлифованными плоскопараллельными поверхностями. Один торец образца упирается в заглушку, второй поджимается толкателем, положение которого контролируется высокоточными емкостными датчиками. Для корректной работы дилатометра необходимо помещение с климат-контролем. Для создания рабочей атмосферы в установке необходим рабочий газ (аргон, гелий высокой чистоты и др.).

Область применения. Определение коэффициента линейного термического расширения и изменения длины при нагревании (например, усадки при спекании) образцов любых твердых тел, не взаимодействующих с материалом держателя (или подставок) и толкателя (или спейсеров).

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Д, помещение Д-221. Доцент кафедры № 9 Тенишев Андрей Вадимович. Телефон (495) 788-56-99 доб. 9804, e-mail: onil709@mail.ru. Современный прибор в рабочем состоянии.

2.14. Высокоскоростной анализатор площади поверхности и размеров пор Nova 1200e («Any gas» Quantachrome Instruments, США), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2008 год, «Кафедра № 10 Молекулярная физика».

Фото прибора. Технические характеристики.



Диапазон измерения удельной поверхности: от $0,01 \text{ м}^2/\text{г}$ и выше.

Измеряемый размер пор: диаметр $3,5 \div 2000 \text{ \AA}$.

Измеряемый объем пор: предел обнаружения менее $0,0001 \text{ см}^3/\text{г}$.

Возможность использования широкого диапазона газов: CO , CO_2 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10} , C_6H_{14} , C_7H_{16} , CFC-TF, CFC-12, CFC-113, CH_4 , N_2 , O_2 , Ar, He, Kr, H_2O и др. Снятие многоточечных изотерм адсорбции и десорбции.

Параллельный анализ 1 образца с одновременной пробоподготовкой на 2 встроенных станциях дегазации. Предельный вакуум – 1 миллитор от внешнего насоса.

Вакуумная дегазация и дегазация в потоке.

Температурный диапазон: до 350°C . Дискретность задания температуры: 1°C . Предельное отклонение от заданной температуры: $\pm 5^\circ\text{C}$.

Погрешность преобразователя давления: $< 0,11 \%$ от шкалы (1000 торр).

Разрешение по давлению: $2 \times 10^{-5} \text{ P/P}_0$ (относительно, N_2).

Программное обеспечение для аналитической и графической обработки результатов, позволяющее обрабатывать изотермы адсорбции и десорбции по методам: БЭТ, ВЖН, Делимора - Хилла, Дубинина - Радускевича, NLDFT, НК, DA, а также определять фрактальную размерность по методам Неймарка – Киселёва и FKH.

Требования к образцам. Образцы в твердой фазе, нерастворимые в адсорбируемом веществе, желательны со слабой температурной деформацией и в виде порошков. Ограничения на порошки: размер гранул порошка $>30 \text{ мкм}$.

Методы. Низкотемпературная адсорбция паров некорродирующих газов на поверхности исследуемого образца.

Область применения. Характеризация образцов по удельной площади поверхности, удельному объему пор, распределению пор по размерам.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус А, комната А-014. Доцент кафедры № 10 Белогорлов Антон Анатольевич. Телефон (495) 788-56-99 доб. 96-85, e-mail: aabelogorlov@mephi.ru. Современный прибор в хорошем состоянии.

2.15. Рентгенофлуоресцентный спектрометр S2 RANGER, (Bruker, Германия), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2007 год, «Кафедра № 40 Кафедра микро- и наноэлектроники».

Фото прибора. Технические характеристики.



Питание: 220 В, 50 Гц. Потребляемая мощность 1 кВт. Источник излучения: рентгеновская трубка: мощность 50 Вт, ток до 2 мА, напряжение до 50 кВ.

Детектор: кремниевый дрейфовый детектор с Пельте охлаждением, площадь 10 мм², разрешение 145 эВ.

Измеряемые элементы: от натрия (Na) до урана (U).

Диапазон измеряемых концентраций: от миллионных долей (ppm) до 100 %.

Система управления: встроенный компьютер с сенсорным экраном.

Требования к образцам/пробам. Вид проб: жидкости, твердые вещества, порошки, пленки, фильтры, покрытия.

Размер образцов: порошки и жидкости до 50 мл, твердые пробы до 75 мм диаметр и до 50 мм высота. Возможность измерений: вакуум, гелиевая атмосфера.

Методы. Энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный анализ – экспрессный неразрушающий метод качественного и количественного определения состава образцов различного типа в широком диапазоне концентраций.

Область применения. Геология и горное дело, металлургия, производство строительных материалов, стекольная и керамическая промышленность, нефтяная и газовая отрасли промышленности, проведение научно-исследовательских работ.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Э, комната Э-408. Старший научный сотрудник кафедры № 40 Шафигуллин Руслан Рустямович. Телефон (495) 323-90-82, e-mail: RRShafigullin@mephi.ru. Прибор в рабочем состоянии, используется в измерениях металлов и их сплавов.

2.16. Спектрофотометр HACH DR 5000 (HACH-Lange, США-Германия), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2010 год, «Кафедра № 10 Молекулярная физика».

Фото прибора. Технические характеристики.



Режимы измерения: Поглощение (± 3 Abs), пропускание (%), концентрация. Диапазон длин волн: 190-1100 нм.

Точность установки длины волны ± 1 нм в диапазоне 200-900 нм. Воспроизводимость $< 0,5$ нм. Разрешение 0,1 нм.

Скорость сканирования: Полный спектр с шагом 1 нм за одну минуту. Ширина спектральной линии 2 нм.

Фотометрическая погрешность $\pm 0,005$ Abs при 0,0-0,5 Abs; 1 % при 0,5-2,0 Abs.

Фотометрическая линейность $< 0,5$ % при 2 Abs; < 1 % при > 2 Abs. - Светорас рассеяние $< 0,05$ %.

Требования к образцам. Объем исследуемого образца не менее 10 мл.

Методы. Исследование спектрального состава излучения (в оптическом диапазоне) прошедшего через пробу. Более 200 стандартных методик анализа состава.

Область применения. Анализ химического состава жидких сред и коллоидных систем. Изготовление композитных материалов. Оптимизации процессов синтеза наночастиц, флокуляции, измельчения.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус А, комната А-118. Доцент кафедры № 10 Грехов Алексей Михайлович. Телефон (495) 788-56-99 доб. 96-28, e-mail: AMGrekhov@mephi.ru. Современный прибор в рабочем состоянии.

2.17. Анализатор заряда и стабильности частиц StabiSizer PMX 200C (Particle Metrix, Германия), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2010 год, «Кафедра № 10 Молекулярная физика».

Фото прибора. Технические характеристики.



Применяется для водных растворов полиэлектролитов, коллоидных систем, суспензий, эмульсий.

Диапазон концентрации от 0,05 до 30 % об.

Диапазон рН фактора от 1 до 13 (точность 0,01 рН).

Размер частиц от 0,5 нм до 300 мкм.

Проводимость образцов до 10 мС/см.

Потенциал течения -2000 до +2000 мВ (точность 1 мВ).

Требования к образцам. Объем исследуемой пробы 10 мл.

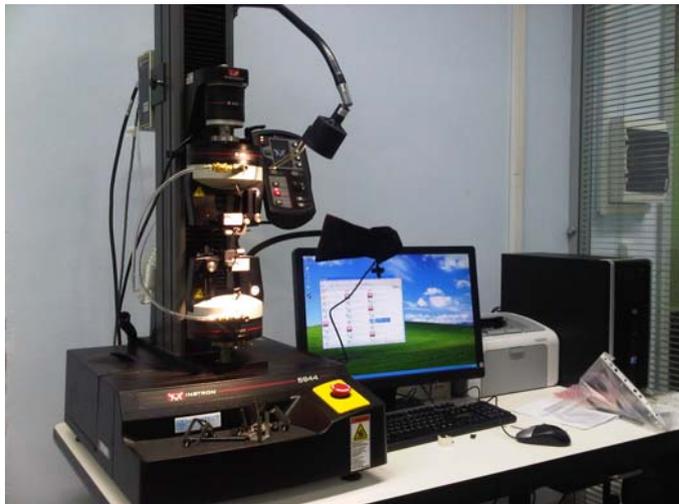
Методы. Измерение электрокинетического потенциала на границе скольжения слоя жидкости или коллоидной системы, при возвратно-поступательном движения поршня в цилиндрическом объеме заполненной жидкостью. При перемещении жидкости, противоионы диффузного слоя смещаются, вызывая поляризацию заряженной мицеллы дисперсной системы, которая регистрируется как потенциал течения. Измеренный потенциал отражает величину электрокинетического потенциала на границе скольжения (через уравнение Гемгольца-Смолуховского) и позволяет определить: потенциал, общий заряд мицеллы золя, изоэлектрическую точку (рНиэт). По результатам измерений можно прогнозировать коллоидную стабильность исследуемой системы.

Область применения. Исследование стабильности коллоидных систем. Изготовление композитных материалов. Оптимизации процессов синтеза наночастиц, флокуляция, измельчения.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус А, комната А-118. Доцент кафедры № 10 Грехов Алексей Михайлович. Телефон (495) 788-56-99 доб. 96-28, e-mail: AMGrekhov@mephi.ru. Современный прибор в рабочем состоянии.

2.18. Испытательная система Instron 5944 (Instron, США), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2010 год, «Кафедра № 10 Молекулярная физика».

Фото прибора. Технические характеристики.



Максимальное усилие 2 кН.

Ход траверсы 885 мм, высота зоны испытаний 1123 мм, глубина зоны испытания 100 мм.

Частота регистрации данных до 1 кГц по каналам нагрузки, удлинения и деформации. Разрешение сервопривода по перемещению 0,094 мм (точность измерения перемещения $\pm 0,05$ % от измеряемой величины).

Точность измерения нагрузки: $\pm 0,5$ % от диапазона датчика нагрузки (в наличии датчики до 2 кН, до 10 Н).

Скорость растяжения/сжатия образца от 0,05 до 2500 мм/мин ($\pm 0,05$ % от установленной скорости).

Требования к образцам. Определяется параметрами зажимных устройств. В наличии: пневматические захваты (толщина образца до 20 мм), захваты для микроволокон (диаметр от 1 до 25 мкм); приспособление для испытаний на сжатие (диаметр до 50 мм).

Методы. Проведение испытаний в соответствии с требованиями большинства международных и российских стандартов на испытания металлов и сплавов на растяжение, сжатие, изгиб, срез, адгезию, трение и пр. Возможности управления: циклирование, преднапряжение, до 3 переходов по скорости нагружения в процессе испытания с автоматическим переключением по заданному пользователем алгоритму, получение петли гистерезиса, управление способом остановки испытания.

Библиотека вычислений содержит большое количество стандартных вычисления, например: предел прочности, условный предел текучести, непропорциональное удлинение, модуль Юнга, модули "r" и "n", пиковые значения, сужение и т.д.

Область применения. Исследование прочностных свойств материалов (на растяжение и сжатие) при статической нагрузке до 2 кН.

5. Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус А, комната А-118. Доцент кафедры № 10 Грехов Алексей Михайлович. Телефон (495) 788-56-99 доб. 96-28, e-mail: AMGrekhov@mephi.ru. Современный прибор в рабочем состоянии.

2.19. Лабораторный мутномер НАСН 2100AN (НАСН-Lange, США-Германия), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2010 год, «Кафедра № 10 Молекулярная физика».

Фото прибора. Технические характеристики.



Принцип действия - нефелометрический прямой (90°) и относительный (ratio).

Метод - EPA Method 180.1.

Единицы измерения - NTU, EBC, NER, ABS, % T, цветность.

Режимы: выбор диапазона - ручной или автоматический; усреднение сигнала - ON/OFF; режим RATIO - ON/OFF.

Диапазоны измерений:

- нефелометрический (RATIO ON): 0 - 67000
- Режим NTU (RATIO ON): 0 - 10000
- Режим EBC (RATIO ON): 0 - 2450.

Точность измерения:

- мутность: $\pm 2\%$ от значения (0 - 1000 NTU); ± 5 от значения (1000 - 4000 NTU); $\pm 10\%$ от значения (4000 - 10000 NTU);
- цветность ± 2 CU (0 - 30 CU); ± 5 CU (0 - 500 CU); поглощение (фотомет. лин.) $\pm 0,005$ ABS пропускание (фотомет. лин.) $\pm 1,2\%$ T;
- воспроизводимость $\pm 1\%$ от измеряемого значения или $\pm 0,01\%$ NTU (что больше);
- разрешение - 0,001 в минимальном диапазоне;
- время отклика 6,8 сек без усреднения сигнала, 14 сек с усреднением сигнала;
- калибровка по формазинным первичным стандартам (NTU)+;
- источник света - вольфрамовая лампа (ресурс 8 800 ч).

Требования к образцам. Объем исследуемого образца 30 мл.

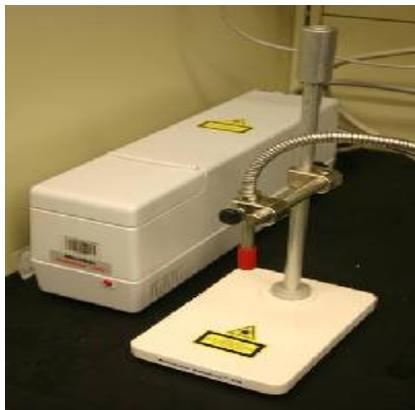
Методы. Лабораторный турбодиметр со сменными светофильтрами, позволяющими измерять мутность с высокой точностью, определять цветность, а также поглощение и пропускание жидких сред и коллоидных систем. Мутность определяется методом измерения абсолютного и относительного значения интенсивности прошедшего и рассеянного излучения вольфрамовой лампы.

Область применения. Исследование характеристик жидких сред и коллоидных систем.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус А, комната А-118. Доцент кафедры № 10 Грехов Алексей Михайлович. Телефон (495) 788-56-99 доб. 96-28, e-mail: AMGrekhov@mephi.ru. Прибор в рабочем состоянии.

2.20. Лазерный анализатор для измерения размеров частиц в жидкой фазе Nanotrac Ultra 253 (Microtrac Inc., США), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2010 год, «Кафедра № 10 Молекулярная физика».

Фото прибора. Технические характеристики.



Диапазон измерений: 0,8 – 65000 нм.

Воспроизводимость: 1% (для 100 nm polystyrene).

Оптические компоненты: лазерный источник (780 нм, 3 мВт, класс IIIВ). Лазер и детектор не требуют юстировки перед измерением.

Диапазон концентраций: от 0,1 ppm до 40 % масс. (для твердых частиц).

Стандартное время анализа 30 – 120 секунд. Возможно ручное управление и автоматические режимы измерения.

Требования к образцам. Объем образца не менее 3 мл. Частицы в жидкости должны быть в стабильном взвешенном состоянии. Измерения могут проводиться выносным зондом.

Методы. Измерения проводимые на Nanotrac соответствуют стандарту ISO 13321 анализу размеров частиц методом Динамического Рассеяния Света. Анализ броуновского движения частиц методом изменений спектра мощности (патент Microtrac Inc). Автоматический расчет обратного рассеяния на основе теории Ми для сферических частиц и запатентованный расчет Ми для частиц неправильной (игольчатой) формы. Контроль температуры образца и коррекция температурно-зависимых величин. Анализатор измеряет распределения частиц в суспензиях, эмульсиях в органических и неорганических растворителях.

Область применения. Определение распределения частиц по размерам в (твердых, жидких, газообразных) средах.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус А, комната А-118. Доцент кафедры № 10 Грехов Алексей Михайлович. Телефон (495) 788-56-99 доб. 96-28, e-mail: AMGrekhov@mephi.ru. Прибор в рабочем состоянии.

2.21. Установка для измерения параметров Холла и электросопротивления Eсорia HMS 5000 (Есорia, Корея), выпуск 2010 год, ввод в эксплуатацию 2011 год, «Институт функциональной ядерной электроники».

Фото прибора. Технические характеристики.



Обеспечивает измерение в автоматизированном режиме вольт-амперных характеристик контактов, концентрации носителей тока, подвижности носителей тока, удельного сопротивления образца. Образцы - объемные полупроводники или гетероструктуры на основе Si, SiGe, SiC, GaAs, InGaAs, InP, GaN, с концентрацией носителей тока от $1 \times 10^7 \text{ см}^{-3}$ до $1 \times 10^{21} \text{ см}^{-3}$, подвижностью носителей тока от $1 \text{ см}^2/(\text{В с})$ до $10^7 \text{ см}^2/(\text{В с})$ и удельным сопротивлением от 10^{-4} до 10^7 (Ом см). Тип носителей тока – электроны или дырки, автоопределение.

Построение зависимостей:

- концентрация электронов (двумерная и объемная) в зависимости от температуры;
- подвижность электронов в зависимости от температуры;
- удельное электросопротивление в зависимости от температуры;
- коэффициент Холла в зависимости от температуры.

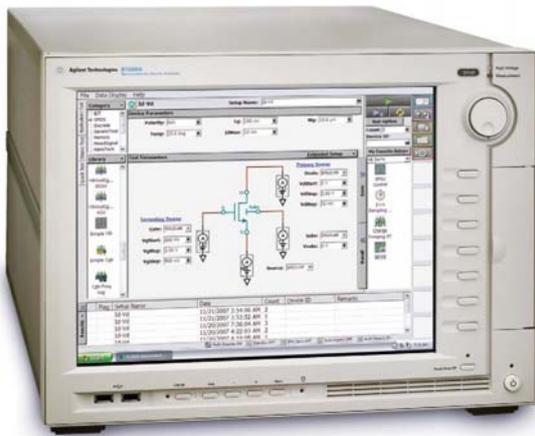
Метод. Измерение удельного сопротивления образцов методом Ван-дер Пау на образцах квадратной формы с омическими контактами в углах квадрата. Измерение эффекта Холла (фиксированное магнитное поле 0,55 Т). Измерение температурных зависимостей в интервале температур 77-340 К. Размер образцов (сторона квадрата) от 5×5 мм до 15×15 мм. Для измерения температурных зависимостей при низких температурах необходима заливка жидкого азота.

Область применения: Электрофизические измерения полупроводников. Электроника, материаловедение, нанотехнологии.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, комната 4. Инженер Виниченко Александр Николаевич. Телефон 788-56-99, доб. 8237, e-mail: vanaxel@gmail.com. Прибор в рабочем состоянии.

2.22. Измерительный комплекс полупроводниковых структур B1500A, (Agilent Technologies, США), в дополнение к базовому комплекту приобретены измерительные модули: HRSMU (B1517A), MPSMU (B1511A) и ASU (E5288A-ATO). дата приобретения 2007 год, ввод в эксплуатацию 2008 год, «Кафедра № 27 Кафедра микро- и наноэлектроники».

Фото прибора. Технические характеристики.



Базовый блок – включает в себя вычислительный и управляющий комплекс со специальным программным обеспечением и графической оболочкой на базе MS Windows, а также аппаратный измерительный комплекс, имеющий 10 слотов для подключения различных специализированных измерительных модулей (source/monitor units - SMU). Сейчас имеются модули следующих типов:

1. универсальный модуль средней мощности (MPSMU) – выход 100 В, 100 мА, разрешение по току 10 фА, по напряжению 0,5 мкВ;
2. модуль высокой разрешающей способности (HRSMU) – разрешение по току 1 фА;
3. сенсор сверхмалых токов и коммутатор (ASU) – позволяет улучшить разрешение до 100 аА.

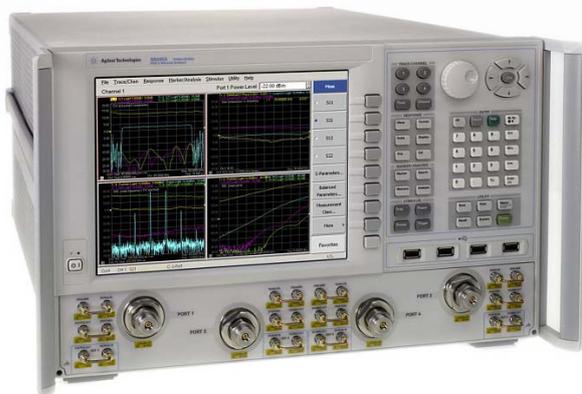
Методы. Автоматизированное измерение вольтамперных характеристик полупроводниковых приборов, микро- и наноэлектронных структур в широком диапазоне токов – от 0,1 фА до 100 мА.

Область применения. Прибор может быть использован в области микро- и наноэлектроники, физики конденсированных сред/ физики твердого тела, для испытаний электронных приборов, субмикронных структур и приборов на новых физических принципах, при проведении исследований на стойкость компонентов радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) к воздействию ионизирующих излучений. С использованием данного прибора проведены измерения параметров опытных образцов субмикронных КМОП тестовых структур для специализированных сверхбольших интегральных схем (СБИС).

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Д, комната Д-402А. Инженер кафедры № 27 Поляков Александр Владимирович. Телефон (495) 788-56-99 доб. 9958, e-mail: halt@inbox.ru. Прибор полностью укомплектован и работоспособен.

2.23. Комплекс измерений S-, X- параметров PNA-X N 5245A в полосе от 0,01 до 50 ГГц (Agilent Technologies, США), выпуск 2010 год, ввод в эксплуатацию 2011 год, «Институт функциональной ядерной электроники».

Фото прибора. Технические характеристики.



Прибор имеет встроенные Блоки (тройки) для ввода постоянного напряжения смещения («bias-tees»), которые позволяют подавать постоянное напряжение смещения до 40 В на центральный проводник коаксиала СВЧ тракта на каждый СВЧ порт.

Имеет в составе внутренний импульсный модулятор и внутренний импульсный генератор.

Уровень выходного сигнала по каждому из разъемов включает:

- в полосе до 26 ГГц – 10 дБм;
- в полосе от 26 до 43,5 ГГц – 4 дБм;

В полосе частот от 0,01 до 43,5 ГГц допускается управление мощностью выходных сигналов в диапазоне 20 дБ;

Прибор допускает подавать на СВЧ разъем прибора мощность до 43 дБм;

Прибор обеспечивает во всей рабочей полосе:

- импульсные измерения S-, X- параметров, с минимальной длительностью импульса менее 50 нс;
- векторные и скалярные измерения параметров смесителей со сдвигом частоты;
- измерение интермодуляционных искажений;
- измерение компрессии коэффициента усиления (значения мощности «перегиб проходной характеристики 1 дБ»).

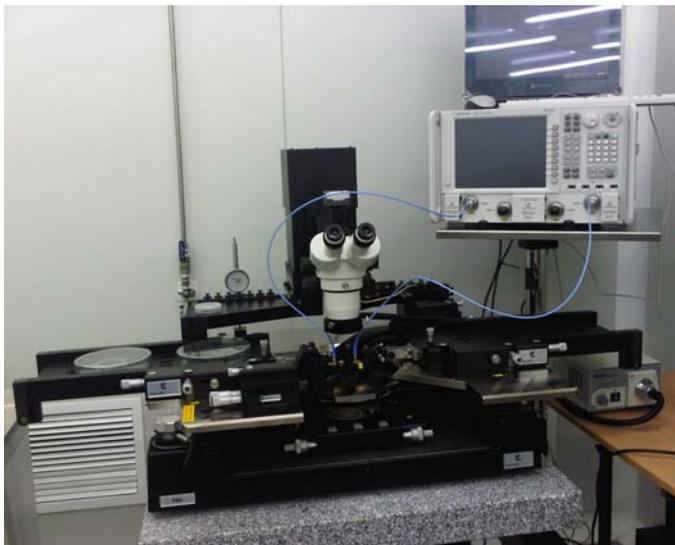
Метод. Анализатор цепей предназначен для измерений комплексных S-, X- параметров в полосе от 0,01 до 50 ГГц, измерения характеристик, имеет 4 СВЧ порта; волновое сопротивление 50 Ом. Рабочая полоса частот - от 0,01 до 50 ГГц.

Область применения. СВЧ-электроника.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, НОЦ по направлению «Нанотехнологии», комната 10. Ведущий специалист УРПИ Рыжук Роман Валериевич. Телефон: (495) 788-56-99, доб. 8439, e-mail: ryzhuk-rom@yandex.ru. Прибор полностью укомплектован и работоспособен.

2.24. Зондовая станция РМ8 (Cascade Microtech, США), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2011 год, «Институт функциональной ядерной электроники».

Фото прибора. Технические характеристики.



Тестовый столик: Перемещение по осям X-Y (грубое позиционирование) – 200 мм × 200 мм; перемещение по осям X-Y (точное позиционирование) – 10 мм × 10 мм; дискретность по осям X-Y – < 1 мкм; ход по оси Z при нагрузке – 10 мм; θ -перемещение – $\pm 9^\circ$.

Привод держателя измерительной головки: ход по оси Z – 45 мм; ход при контакте/при отделении – 0,4 мм; воспроизводимость – < 1 мкм; вертикальная / горизонтальная жёсткость – < 5 мкм / 10 Н.

Столик микроскопа с ручным управлением: диапазон перемещений – 200 мм × 200 мм; дискретность – 88 мм / об. (грубое позиционирование), 0,25 мм / об. (точное позиционирование); способ подъёма – вручную, опрокидывание.

Столик микроскопа с программным управлением: диапазон перемещений – 50 мм × 50 мм; дискретность – 0,25 мкм; способ подъёма – пневматический.

Источники: электропитание – 115 / 230 В, 50 / 60 Гц; вакуум – (-0,8) бар; сжатый воздух – 4 бар.

Методы. Ручная зондовая станция для измерения пластин до 200 мм (8 дюймов).

Область применения. Предназначена для точного аналитического контроля на полупроводниковых пластинах диаметром до 200 мм, в частности, для испытания готовых компонентов, анализа неисправностей, высокочастотных (ВЧ) испытаний в диапазоне до 220 ГГц, испытаний оптоэлектронных и микроэлектромеханических схем.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, НОЦ по направлению «Нанотехнологии», комната 10. Ведущий специалист УРПИ Рыжук Роман Валериевич. Телефон: (495) 788-56-99, доб. 8439, e-mail: ryzhuk-rom@yandex.ru. Станция в рабочем состоянии.

2.25. Зондовая станция EP6 (Cascade Microtech, США), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2011 год, «Институт функциональной ядерной электроники».

Фото прибора. Технические характеристики.



Платформа держателей: до 150 мм в диаметре.

X, Y, θ -перемещение: разрешение – 5 мкм; диапазон – 155 мм \times 155 мм; доводка по оси Y – 90 мм; диапазон регулировки по высоте (Z) – 10 мм; перемещение по контакту по оси Z – 3 мм; перемещение θ – 360°.

Держатели: плоскостность – 3 мкм; вертикальная жёсткость – < 15 мкм / 10 Н; вакуум – (-0,8) бар.

Площадка зондовых головок: тип фиксации – вакуум, магнитный; диапа-

зон перемещения – 40 мм; перемещение для контакта – 0,2 мм; повторяемость – 1 мкм.

Зондовые головки: движение по осям X и Y – 12,5 мм; движение по оси Z – 10 мм; предварительная регулировка по оси Z – ± 4 мм; держатель – магнитный; размеры – 65 мм \times 65 мм.

Стереомикроскоп с 7 \times увеличением: рабочее состояние – 113 мм; кратность увеличения – 15,0 \times 100,0 \times ; диаметр поля – 17,3 мм \times 2,6 мм; освещение 150 Вт источник холодного света с волоконно-оптическим кольцом света; опции видео – 1/2" CCD PAL камера и 17" монитор.

Методы. Ручная зондовая станция для измерения пластин до 150 мм (6 дюймов).

Область применения. Позволяет проводить определение параметров базовых устройств, таких как I-V и C-V измерений, а также анализ отказов.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, НОЦ по направлению «Нанотехнологии», комната 10. Ведущий специалист УРПИ Рыжук Роман Валериевич. Телефон: (495) 788-56-99, доб. 8439, e-mail: ryzhuk-rom@yandex.ru. Станция в рабочем состоянии.

2.26. Спектроскопический эллипсометр PHE-102 (Angstrom Advanced Inc., США), выпуск и ввод в эксплуатацию 2009 год, «Институт функциональной ядерной электроники».

Фото прибора. Технические характеристики.



Эллипсометр позволяет измерять толщину слоев, получать для каждого слоя зависимости коэффициентов рефракции и экстинкции от частоты света, а также вычислять специфические параметры, например, ширину запрещенной зоны для полупроводников. Программное обеспечение позволяет проводить моделирование и получать значения пористости слоев, степень их кристалличности, толщину шероховатого слоя на поверхности.

Комплектация. Однокамерный монохроматор, спектральный диапазон 250-1100 нм.

Высокоточный ручной гониометр с диапазоном углов 10-90° с шагом 5°.

Ахроматический компенсатор, обеспечивающий высокую точность работы на всех видах образцов. Регулируемый по высоте и углу наклона держатель образца диаметром 200 мм. Регулируемый размер пятна от 1×3 мм.

Диапазон измеряемых толщин прозрачных и поглощающих пленок до 30 000 нм.

Показатель преломления $\pm 0,0001$. Точность определения толщины $\pm 0,01$ нм. Диапазон угла падения 10 - 90°. Шаг угла отражения $5^\circ \pm 0,01^\circ$. Время измерения от 1 с до 2 мин. Образцы до 200 мм в диаметре.

Метод эллипсометрии основан на измерении поляризации света после его отражения (как правило) от исследуемой поверхности (реже – после его прохождения сквозь нее). При этом поверхность может состоять из нескольких слоев различных материалов. При условии адекватности выбранной модели исследуемой поверхности, эллипсометрия позволяет рассчитать характеристики для каждого слоя.

Область применения. Нанотехнологии, полупроводниковые элементы, фотоэлектрические преобразователи энергии, солнечные батареи, плоские дисплеи и мониторы, различные функциональные (в т.ч. оптические) покрытия, биотехнологии и адсорбционные технологии.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, НОЦ «Нанотехнологии», корпус 44а, комната 10. Ведущий специалист УРПИ Гусев Александр Сергеевич. Телефон (495) 788-56-99 доб. 8438, e-mail: simfer2001@mail.ru. Прибор в рабочем состоянии.

2.27. Инфракрасный Фурье спектрометр FTIR-8400S (Shimadzu, Япония), выпуск и ввод в эксплуатацию 2009 год, «Институт функциональной ядерной электроники».

Фото прибора. Технические характеристики.



Источник излучения - высокотемпературный керамический.

Светоделитель - пластинки KBr с германиевым покрытием.

Интерферометр - быстросканирующий типа Майкельсона со смежным углом в 30 град.с электромагнитным приводом и цифровой динамической юстировкой. Герметизированный с контролем влажности.

Оптическая система – однолучевая.

Детектор - высокочувствительный термоста-

билизированный детектор DLATGS.

Спектральный диапазон - $7800 - 350 \text{ см}^{-1}$.

Скорость перемещения зеркала - 3-х ступенчатая: 2,8 мм/сек; 5 мм/сек; 9 мм/сек.

Соотношение сигнал/шум - $> 20\ 000:1$ для KRS-5, $> 24\ 600:1$ для KBr-5 при 2200 см^{-1} .

Метод. В ИК-спектроскопии инфракрасное излучение проходит через образец. Образец поглощает часть излучения, а часть пропускает. Полученный спектр поглощения или пропускания является уникальным для данного вещества. Две различные молекулы не могут дать одинаковый инфракрасный спектр.

Область применения. Качественный и количественный анализ микропримесей, нефтепродуктов, геологических образцов, медицинских препаратов, пленки.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, НОЦ «Нанотехнологии», корпус 44а, комната 10. Ведущий специалист УРПИ Гусев Александр Сергеевич. Телефон (495) 788-56-99 доб. 8438, e-mail: simfer2001@mail.ru. Прибор в рабочем состоянии.

2.28. Индуктивный профилометр Talysurf i 60 (Taylor Hobson, Великобритания) дата закупки и ввода в эксплуатацию 2009 год, «Институт функциональной ядерной электроники».

Фото прибора. Технические характеристики.



Прибор, предназначенный для анализа формы плоских поверхностей, таких как подложки, в полупроводниковом производстве.

Длина траверсы 0,1...60 мм.

Скорость измерения 0,1, 0,25, 0,5, 1 мм/сек; макс. 10 мм/сек.

Максимальное разрешение по оси X – 0,125 мкм (при длине траверсы до 120 мм).

Погрешность по прямолинейности 0,5 мкм на 60 мм.

Повторяемость прямолинейности от цикла к циклу 0,15 мкм.

Разрешение по оси Z Шкала 1: 16 нм, шкала 2: 3,2 нм.

Отношение длины траверсы к разрешению 65536 : 1.

Параметры пера – длина манипулятора 60 мм, диаметр датчика 2 мкм, сила прижатия 1 мН.

Нелинейность по оси Z, мкм – 0,05 Z, где Z [мм] – нормальное распределение.

Повторяемость по оси Z – 0,05 мкм.

Собственный шум – Шкала 1: 15 нм, шкала 2: 8 нм.

Функциональные возможности: анализ формы (радиус, углы и линейные размеры); сравнение профилей для оценки износа, допусков; возможность сравнения измеренных параметров с идеальными; трехмерный анализ топологии поверхности.

Методы. Измерения проводятся контактным методом.

Область применения. Анализа формы плоских поверхностей в различных областях промышленности, исследование шероховатости поверхности.

5. Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, НОЦ «Нанотехнологии», корпус 44а, комната 1. Ведущий специалист УРПИ Гусев Александр Сергеевич. Телефон (495) 788-56-99 доб. 8438, e-mail: simfer2001@mail.ru. Прибор в рабочем состоянии.

2.29. Зондовый микроскоп «ИНТЕГРА Аура» (НТ-МДТ, Россия), ввод в эксплуатацию 2008 год, «Кафедра № 77 Компьютерного моделирования и физики наноструктур и сверхпроводников».

Фото прибора. Технические характеристики.



ИНТЕГРА Аура – Сканирующий Зондовый Микроскоп (СЗМ) для работы в условиях контролируемой атмосферы или низкого вакуума. В вакууме повышается добротность колебаний кантилевера, а значит, увеличивается чувствительность, надежность и достоверность в измерениях слабых сил между зондом и образцом. При этом переход от атмосферного давления к вакууму 10^{-2} Торр обеспечивает почти десятикратное возрастание добротности. При дальнейшем увеличении вакуума величина добротности быстро выходит на плато и изменяется минимально. Существенно меньшим оказывается время, необходимое для достижения нужного уровня вакуума достигается всего за 1 минуту. ИНТЕГРА Аура оснащена емкостными датчиками обратной связи по всем трем координатным осям, оптикой с разрешением до 1 мкм.

Спецификация		Тип сканирования	
		Сканирование образцом	Сканирование зондом
Размер образца		До 40 мм в диаметре, to 15 мм в высоту	До 100 мм в диаметре, up to 15 мм в высоту
Вес образца		Up to 100 г	Up to 300 г
XY позиционирование образца		5×5 мм	
Разрешение позиционирования		разрешение-5 мкм, минимальное перемещение-2 мкм	
Поле сканирования		100×100×10 мкм, 3×3×2,6 мкм	100×100×10 мкм, 50×50×5 мкм
		Up to 150×150×15 нм (DualScan™ mode)	
Нелинейность, XY (с датчиками обратной связи)		0,1 %	0,15 %
Уровень шума, Z (СКВ в полосе 1000 Гц)	С датчиками	0,04 нм (типично) ÷ 0,06 нм	0,06 нм (типично) ÷ 0,07 нм
	Без датчиков	0,03 нм	0,05 нм
Уровень шума, XY (СКВ в полосе 200 Гц)	С датчиками	0,2 нм (типично) ÷ 0,3 нм (XY 100 мкм)	0,1 нм (типично) ≤ 0,2 нм
	Без датчиков	0,02 нм (XY 100 мкм), 0,001 нм (XY 3 мкм)	0,01 нм
Эквивалент сканера Closed-Loop Equivalent™	Уровень шума, XY (СКВ в полосе 200 Гц)	0,012 нм (XY 3 нм)	
	Уровень шума, Z (СКВ в полосе 1000 Гц)	0,02 нм	
	Zoom accuracy	5 % типично	
Вакуумная система	Давление	10^{-2} Торр	

Метод. Сканирующий зондовый микроскоп. Изучение топографических свойств пленок ВТСП, исследование поверхностных характеристик и приповерхностных физических полей различных объектов, допускающих их размещение в вакууме.

Область применения. Атомная энергетика, электроника, исследовательское оборудование. Исследование твердотельных органических и биологических наноструктурированных материалов, объектов и систем. Проведение исследований с помощью наносклерометрического модуля.

Проведение измерений с помощью СЗМ в вакууме. Проведение измерений в магнитном поле. АСМ (контактная + полуконтактная + бесконтактная). Латерально-силовая микроскопия. Отображение фазы. Модуляция силы. Отображение адгезионных сил, МСМ, ЭСМ, Сканирующая емкостная микроскопия. Метод зонда Кельвина. Отображение сопротивления растекания. Литография АСМ.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 7, комната 7А-2. Доцент кафедры № 77 Антоненко Сергей Васильевич. Телефон (495) 323-93-93, e-mail: SVAntonenko@mephi.ru. Установка в рабочем состоянии. В рабочем состоянии. Проводятся научные исследования, обучение студентов, аспирантов, переподготовка преподавателей и научных сотрудников.

2.30. Зондовые микроскопы «Nanoeducator-5» (НТ-МДТ, Россия), ввод в эксплуатацию 2008 год «Кафедра № 77 Компьютерного моделирования и физики наноструктур и сверхпроводников».

Фото прибора. Технические характеристики.



Учебный сканирующий зондовый микроскоп, направлен на освоение основ работы сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ), приобретение навыков исследований нанообъектов и наноструктур, проведение зондовой нанолитографии. Позволяет реализовать различные методы измерений туннельной и «полуконтактной» атомно-силовой микроскопий (АСМ), может использоваться не только в учебных, но и в научных целях при исследованиях.

Технические характеристики. Сканирование – производится образцом; диапазон сканирования XY – 100×100 мкм ($\pm 10\%$); диапазон сканирования Z – $\times 10$ мкм ($\pm 10\%$); минимальный шаг сканирования – 0,2 нм; неортогональность сканирования в плоскости XY не более / не менее – 5,0 / 0,5 мкм; число точек сканирования – 1024×1024 ; разрешение в АФМ – X-Y – 50 нм (типично) при соблюдении мер виброзащиты и острых зондах достижима величина 10 нм, Z – 3 нм; разрешение в STM – X-Y – 10 нм, Z – 2 нм; материал зонда – вольфрамовая проволока – \varnothing 100 мкм; радиус кривизны острия зонда – 100 нм; угол заточки острия зонда – 20-40°.

Метод. Сканирующий зондовый микроскоп. Изучение топографических свойств пленок ВТСП.

Область применения. Атомная энергетика, электроника, исследовательское оборудование, физика и технология микро - и наноструктур, материаловедение, катализа, физика и химия полимеров, трибология, цитология.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, комната К-1208. Доцент кафедры № 77 Антоненко Сергей Васильевич. Телефон (495) 323-93-93, e-mail: SVAntonenko@mephi.ru. Установка в рабочем состоянии. В рабочем состоянии. Проводятся научные исследования, обучение студентов, аспирантов, переподготовка преподавателей и научных сотрудников.

2.31. Сканирующий микроскоп СММ-2000 + бинокулярный стереомикроскоп МБС-10 (Завод Протон-МИЭТ, ЛЗОС, Россия), выпуск 2004 год, ввод в эксплуатацию 2007 год, «Кафедра № 9 Физические проблемы материаловедения».

Фото прибора. Технические характеристики.



Характеристики СММ-2000: Область сканирования от $5 \times 5 \text{ \AA}$ до $2 \times 2 \text{ мкм}$; размер наблюдаемых объектов от 1 нм до 0,3 мкм; латеральное разрешение до 0,1 \AA ; разрешение по высоте до 0,02 \AA ; диапазон туннельного тока от 10 пА до 10 нА с точностью 5 пА; прикладываемое напряжение -5 В...+5 В, точность 1 мВ; размер образца до $10 \times 12 \text{ мм}$; толщина образца от 0,4 мм до 1,5 мм.

Опции программного обеспечения: сканирование, кривые подвода и ВАХ, двух / трехмерные кадры, измерение размеров по сечениям, процентильные и матричные обработки; поточечная коррекция, анализ шероховатостей ISO; Фурье, корреляционный, фрактальный,

морфологический и гранулометрический анализы.

Характеристики МБС-10: Увеличение, крат, в пределах $4,6 \times - 100,8 \times$; линейное поле зрения в пределах 39 - 2,4 мм; рабочее расстояние не менее 95 мм; источник света лампа 8 В / 20 Вт).

Метод. Микроскоп имеет два режима работы: сканирующий туннельный микроскоп (СТМ) и атомно-силовой микроскоп (АСМ).

Область применения. Исследование систем нанокластеров металлов на поверхности подложки, анализ формы кластеров, распределения по размерам и расстояниям до ближайших соседей, исследование структуры тонких пленок.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Б, комната Б-113. Доцент кафедры № 9 Елманов Геннадий Николаевич. Телефон (495) 323-92-71, e-mail: GNElmanov@mephi.ru. Прибор в рабочем состоянии.

2.32. Цифровой наноиндентор РМТ-3NI (ЛОМО-Микросистемы, Тамбовский ГУ им. Г.Р. Державина, Россия), выпуск и ввод в эксплуатацию 2008 год, «Кафедра № 9 Физические проблемы материаловедения».

Фото прибора. Технические характеристики.



Максимальное усилие 500 мН.

Дискретность измерения 1-10 мкН.

Максимальное смещение штока 500 мкм.

Циклическое нагружение 1-100 с.

Дискретность измерения по перемещению 0,15 нм.

Дискретность измерения по времени 0,005 с.

Программное обеспечение «LabView».

Режимы нагружения: однократный с постоянной скоростью изменения нормального усилия; многократный с постоянным или

изменяемым уровнем нагрузки в циклах; предельное число циклов нагружения 100.

Индентор Берковича; программа управления рабочими циклами прибора выполнена в среде LabView 8.2. Дискретность перемещения рабочего координатного стола: по X 0,5 мкм; по Y 1 мкм. Точность позиционирования: по X не хуже 0,5 мкм; по Y не хуже 1,5 мкм. Диапазон скорости перемещения: по X 0,1-10 мкм/с; по Y до 500 мкм/с. Максимальный ход ± 5 мм от нейтрального положения.

Метод. Непрерывное вдавливание индентора в соответствии с требованием ГОСТ 9450-76. Контролируемое внедрение алмазного индентора в поверхность твердого тела под действием линейно нарастающей нормальной нагрузки и глубину от 20...50 нм до 50 мкм.

Область применения. Предназначен для измерения нано- и микротвердости при упругопластическом контакте, а также для решения задач материаловедческого характера, измерения физических и механических свойств путем локального нагружения микрообъемов исследуемого материала методами динамического наноиндентирования и измерения латеральных сил (локального трения). Предназначен для определения механических свойств в субмикронных и нанометрических тонких приповерхностных слоях методом микропрофилирования и измерения коэффициента трения

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Б, комната Б-122. Ведущий научный сотрудник, д.ф.-м.н. Исаенкова Маргарита Геннадьевна. Тел. (495) 323-92-71, e-mail: isamarg@mail.ru. В рабочем состоянии.

2.33. Цифровой микротвердомер HTS-1000 (L.H. Testing Instruments Co., Ltd, Китай), выпуск и ввод в эксплуатацию 2011 год, «Кафедра № 9 Физические проблемы материаловедения».

Фото прибора. Технические характеристики.



Диапазон измерений твердомера: 5-2000HV. Испытательная нагрузка твердомера HVS-1000: 10, 25, 50, 100, 200, 300, 500, 1000 гс (0.09807, 0.2452, 0.9807, 1,961, 2.942, 4.904, 9.807 N). Увеличение микроскопа твердомера: 500×, 125×. Точность измерений: ± 0,2 мкм (разрешающая способность микрометра 0,01 мкм). Расстояние от стола до наконечника: 75 мм. Размер координатного испытательного стола [X-Y] 100×100 мм. Ход координатного испытательного стола [X-Y] 25×25 мм.

Метод. Измерение микротвердости по методу Виккерса, Кнуппа.

Область применения. Предназначен для измерения микротвердости тонких и небольших металлических образцов и хрупких материалов.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Б, комната Б-113. Доцент кафедры № 9 Елманов Геннадий Николаевич. Телефон (495) 323-92-71, e-mail: GNElmanov@mephi.ru. Прибор в рабочем состоянии.

2.34. Микротвердомер ПМТ-3 (ЛОМО-Микросистемы, Россия), выпуск и ввод в эксплуатацию 1980 год, «Кафедра № 9 Физические проблемы материаловедения».

Фото прибора. Технические характеристики.



Предназначен для измерения микротвердости (по Виккерсу с квадратным основанием четырехгранной пирамиды с углом при вершине 136°), обеспечивает геометрическое и механическое подобие отпечатков по мере углубления индентора под действием нагрузки. Испытательные нагрузки ($P_{гр}$) от 0,002 до 0,500 Гс. Пределы измерения микротвердости по Виккерсу $8 \div 1300 \text{ кг/мм}^2$. Погрешность измерения - 2%.

Метод. Вдавливание в исследуемый материал алмазного наконечника. Определение микротвердости по методу Виккерса.

4. Область применения. Предназначен для определения микротвердости материалов, сплавов, стекла, керамики, и минералов.

5. Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Б, комната Б-109. Научный сотрудник кафедры № 9 Фесенко Владимир Александрович. Телефон (495) 323-92-71, e-mail: VAFesenko@mephi.ru. В рабочем состоянии.

2.35. Нейтронный генератор (НИЭФА им. Д.В. Ефремова, Россия), выпуск 2008 г., приобретение и ввод в эксплуатацию 2009 год, «Кафедра № 5 Теоретической и экспериментальной физики реакторов».

Фото прибора. Технические характеристики.

Выход нейтронов до 10^{11} нейтронов в секунду.

Метод. Нейтронный генератор представляет собой точечный источник нейтронов с DT реакцией получения нейтронов с энергией 14.8 МэВ. Может работать в непрерывном и импульсном режимах.

Максимальный выход нейтронов до 10^{11} нейт./сек. на 4л. Генератор представляет собой ускоритель дейтронов на энергию 180 кэВ. Дейтроны попадают на тритиевую мишень, и нейтроны возникают в DT реакции. Выход нейтронов практически изотропен. Особых требований к облучаемым образцам нет.

Область применения. Исследование ядерных и термоядерных реакторов.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 31, лаборатория «Нейтронный генератор». Профессор Ромоданов Вадим Леонидович. Телефон 323-92-43, e-mail: VLRomodanov@mephi.ru. Находится в стадии запуска в эксплуатацию.

2.36. Установка «ГТТ», (разработка НИЯУ МИФИ), дата создания 1988 год (несколько раз модернизировалась), «Кафедра № 9 Физические проблемы материаловедения».

Фото прибора. Технические характеристики.



Методы. Используется метод термической экстракции с нагревом образца в вакууме и последующим измерением давления в аналитическом объеме в течение 30 минут с помощью датчика абсолютного давления «Сапфир – 22МА».

Область применения. Измерение газовыделения из металлических и керамических материалов ядерной энергетики и других отраслей промышленности.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Д, комната Д-218. Заведующий НИС ОНИЛ-709 кафедры № 9 Баранов Виталий Георгиевич. Телефон (495) 788-56-99 доб. 9044, e-mail: onil709@mail.ru. Уникальная установка в рабочем состоянии.

3. Вспомогательное оборудование

3.1. Планетарная мельница PULVERISETTE 5 (FRITSCH, Германия), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2008 год, «Кафедра № 9 Физические проблемы материаловедения».

Фото прибора. Технические характеристики.



Максимальная крупность для загрузки 10 мм.
 Минимальный объем пробы 0,5 мл.
 Конечная крупность <1 мкм.
 Время измельчения 10 мин. Емкость по H₂ 5-8 %
 Измельчающие инструменты: агат, корунд, нитрид кремния, окись циркония. Число оборотов 100÷650 об/мин. Вес 63 кг.

Методы. Предназначена для помола сплавов на основе Mg, Zr, Ti и других материалов, имеющих высокую растворимость водорода, в контролируемой газовой среде.

Область применения. Применение в области создания новых материалов для водородной энергетики.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Д, комната Д-020. Заведующий НИС ОНИЛ-709 кафедры № 9 Баранов Виталий Георгиевич. Телефон (495) 788-56-99 доб. 9044, e-mail: onil709@mail.ru. Современный прибор в хорошем состоянии.

3.2. Таблеточный пресс PP 25 (Retsch, Германия), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2010 год, «Институт функциональной ядерной электроники».

Фото прибора. Технические характеристики.



Максимальное давление 25 тонн. Прилагаемое усилие 10 – 250 кН. Пресс-формы Ø 32/40 мм. Габариты ш×в×д (310 × 610 × 310 мм). Вес нетто 50,5 кг. Стандарт CE.

Методы. Гидравлический пресс с ручным управлением. Таблетки хорошего качества, характеризуются высокой степенью стабильности. Прижимные пластины и пуансон расположены во внутреннем цилиндре. Проба помещается между отполированными прижимными пластинами. После этого используется гидравлический пресс, чтобы подать необходимое давление на пробу через пуансон.

Область применения. Изготовление проб, таблеток для спектрального анализа. Химия / пластики, стекло / керамика, строительные материалы, окружающая среда / переработка, геология / металлургия.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, НОЦ «Нанотехнологии», корпус 44а, комната 10. Ведущий специалист УРПИ Гусев Александр Сергеевич. Телефон (495) 788-56-99 доб. 8438, e-mail: simfer2001@mail.ru. Прибор в рабочем состоянии.

3.3. Электролитический утонитель TenuPol-5 (Struers, Дания), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2007 год, «Кафедра № 9 Физические проблемы материаловедения».

Фото прибора. Технические характеристики.



Комплект состоит из контрольного и полировального блоков. Контроль за утонением образцов производится автоматически фотоэлементом, процесс поступления электролита осуществляется с помощью помпы.

Размеры обрабатываемых образцов: \varnothing 12–21 мм при макс. $h=1,0$ мм; \varnothing 3,0 мм при макс. $h=0,5$ мм; \varnothing 2,3 мм

при макс. $h=0,5$ мм. Утонение в течение нескольких минут. Помпа: 220–240 В, 2 А.

Методы. Образцы диаметром 2,3 и 3 мм полируются с двух сторон одновременно с целью получения тонкой фольги с центральным отверстием. Процесс утонения образцов контролируется с помощью фотоэлемента и автоматически останавливается, как только в образце появляется отверстие.

Область применения. Автоматическая установка для электролитического утонения образцов для электронной микроскопии. Встроенная функция сканирования параметров процесса.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Б, помещение Б-026. Ассистент кафедры № 9 Джумаев Павел Сергеевич. Телефон (495) 788-56-99 доб. 8143, e-mail: PSDzhu-maev@mephi.ru. Прибор в рабочем состоянии.

3.4. Поляризационный микроскоп металлографический METAM PB-21-1 (ЛОМО, Россия), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2009 год, «Кафедра № 9 Физические проблемы материаловедения».

Фото прибора. Технические характеристики.



Увеличение: от $\times 50$ до $\times 1000$. Диапазон перемещения предметного столика: в продольном направлении от 0 до 70 мм; в поперечном направлении от 100 до 150 мм. Цена деления шкал: предметного столика 1 мм; нониуса механизма 0,10 мм; микрометрической фокусировки 0,002 мм. Максимальная нагрузка 1 кг.

Методы. Оптический микроскоп для наблюдения объектов в отраженном и поляризованном свете.

Область применения. Визуальное наблюдение микроструктуры металлов, сплавов и других непрозрачных объектов в отраженном свете при прямом освещении в светлом и темном поле, а также для исследования объектов в поляризованном свете и методом дифференциально-интерференционного контраста.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. НИЯУ МИФИ, корпус Б, помещение Б-124, доц. Стаценко Владимир Иванович. Телефон (495) 323-90-43, e-mail: sakokh-tev@mephi.ru. Прибор в рабочем состоянии.

3.5. Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70 (НПК «Луч», Россия), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2011 год, «Кафедра № 13 Теплофизика».

Фото прибора. Технические характеристики.



Диапазон толщин контролируемого материала (по стали) от 2 до 5000 мм. Рабочие частоты 0,4; 1,25; 1,8; 2,5; 5,0; 10,0 МГц Частота зондирующих импульсов 30; 60; 120; 250; 500; 1000 Гц Полярность зондирующего импульса отрицательная Амплитуда зондирующего импульса на нагрузке 50 Ом не менее 180 В. Длительность зондирующего импульса не более 80 нс. Диапазон измерения глубины залегания дефектов (по стали) 2 ... 5000 мм. Дискретность измерения глужи-

бины 0,1 мм. Погрешность измерения глубины $\pm (0,5 + 0,02 H)$ мм.

Методы. Ультразвуковая дефектоскопия.

Область применения. Контроль продукции на наличие дефектов типа нарушения сплошности и однородности материалов, полуфабрикатов, готовых изделий и сварных соединений, измерение глубины и координат их залегания, измерения отношений амплитуд сигналов от дефектов.

5. Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Э, помещение Э-407. Первый зам. зав. кафедры № 13 Харитонов Владимир Степанович. Телефон (495) 788-56-99 доб. 8350, e-mail: vskharitonov@mephi.ru. Прибор в рабочем состоянии.

3.6. Ультразвуковой дефектоскоп УИУ «Скаруч» (НПК «Луч», Россия), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2011 год, «Кафедра № 13 Теплофизика».

Фото прибора. Технические характеристики.



Диапазон частоты: от 1,0 до 10,0 МГц; Количество каналов контроля 8 шт. Максимальное усиление (по каждому каналу) 90 дБ. Дискретность регистрации: датчика пути 1 мм, параметров дефекта 1 мм; толщины 0,1 мм. Измерение параметров дефекта сварного шва с погрешностью: по длине ± 1 мм; по глубине развития $\pm 0,5$ мм. Определение координат дефекта вдоль шва с погрешностью от пройденного пути не более 1 %. Минимально выявляемый дефект 0,8 ... 1,0 мм.

Методы. Ультразвуковая дефектоскопия.

Область применения. Предназначен для обнаружения и определения дефектов в сварных соединениях и основном металле трубопроводов и металлоконструкций с толщиной стенки от 4 мм до 60 мм и проведения толщинометрии изделий толщиной до 100 мм.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

3.7. Шлифовально-полировальный станок LaboPol-5 (Struers, Швейцария), выпуск и ввод в эксплуатацию 2007 год, «Кафедра № 9 Физические проблемы материаловедения».

Фото прибора. Технические характеристики.



Количество дисков -1, диаметр диска - 200-230 мм, скорость вращения диска - 50-500 об/мин.

Метод. Полировка и шлифовка с помощью абразива, нанесенного на быстровращающуюся поверхность, либо на наждачном круге.

Область применения. Прибор предназначен для шлифовки и полирования поверхности образцов.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Б, комната Б-111. Профессор кафедры № 9 Кохтев Сергей Александрович. Телефон (495) 323-92-71, e-mail: sakokhtev@mephi.ru. Прибор полностью укомплектован и работоспособен.

3.8. Шкаф сушильный Экрос ES-4610 (ЗАО НПО «Экрос», Россия), дата приобретения и ввода в эксплуатацию 2010 год, «Институт функциональной ядерной электроники».

Фото прибора. Технические характеристики.



Рабочий диапазон температур от комнатной + 50 до 300°C; неравномерность температуры по объему $\pm 1^\circ\text{C}$; дискретность температурной шкалы на дисплее $\pm 0,1^\circ\text{C}$; количество полок в стандартной/максимальной комплектации 2/5 шт; потребляемая мощность 1100 Вт; объем камеры 58 литров.

Особенности: быстрый и равномерный нагрев рабочей камеры; цифровой PID регулятор; дверка снабжена смотровым окном из тройного тонированного стекла; автоматическое отключение вентилятора при открытии дверцы; двойная защита от перегрева; камера из нержавеющей стали; принудительная вентиляция воздуха (вентилятор); наличие обратного таймера (шкаф прекращает работать по истечении времени).

Область применения. Предназначен для проведения: сушки, термостатирование, нагрева и термической обработки образцов для удаления влаги.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус 44а, НОЦ «Нанотехнологии», участок № 2. Ведущий специалист УРПИ Рындя Сергей Михайлович. Телефон (495) 788-56-99, доб. 8496, e-mail: ryndya_sm@mail.ru. Прибор в рабочем состоянии.

3.9. Шкаф сушильный ЭКРОС ПЭ-4610 (Группа компаний «Экрос», Россия), выпуск и ввод в эксплуатацию 2007 год, «Кафедра № 9 Физические проблемы материаловедения».

Фото прибора. Технические характеристики.



- Рабочий диапазон температур - 50-320°C.
- Дискретность установки температуры - 0,1 (0,2)°C.
- Максимальная скорость набора температуры – 5°C/мин.
- Градиент температуры по объему - ±1°C.
- Максимальное количество устанавливаемых полок – 5 шт.
- Объем камеры – 60 литров.
- Размеры камеры - 390×400×400 мм.
- Питание от сети переменного тока (50 Гц) - 220 ± 10 В.
- Максимальная потребляемая мощность – 1600 Вт.

Особенности: Микропроцессорный блок управления режимами нагрева, поддержания температуры и работы вентилятора. Дополнительная защита от перегрева. Рабочая камера из нержавеющей стали. Эффективная теплоизоляция.

Область применения. Предназначен для сушки различных изделий, обработки инструментов и образцов, а так же для проведения различных лабораторных исследований, требующих поддержания стабильной температуры.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Б, комната Б-111. Профессор кафедры № 9 Кохтев Сергей Александрович. Телефон (495) 323-92-71, e-mail: sakokhtev@mephi.ru. Прибор полностью укомплектован и работоспособен.

3.10. Электронечь SNOL 30/1100 (SNOL, Литва), выпуск и ввод в эксплуатацию 2007 год, «Кафедра № 9 Физические проблемы материаловедения».

Фото прибора. Технические характеристики.



Максимальная температура нагрева 1100°C. Стабильность поддержания температуры ±4°C. Мощность, не более 3,4 кВт. Размеры камеры, 300×450×300 мм. Материал камеры волокно.

Область применения. Печь универсальная, высокой точности, предназначена для проведения термической обработки материалов при температуре от 50 до 1100°C в стационарных условиях.

Месторасположение прибора, ответственное лицо. Корпус Б, комната Б-111. Профессор кафедры № 9 Кохтев Сергей Александрович. Телефон (495) 323-92-71, e-mail: sakokhtev@mephi.ru. Прибор полностью укомплектован и работоспособен.

3.11. Низкоскоростной прецизионный отрезной станок Isomet LS для высокоточной резки образцов (Buehler, США), приобретение и ввода в эксплуатацию 2008 год, «Кафедра № 9 Физические проблемы материаловедения».

Фото прибора. Технические характеристики.



Скорость вращения диска 0 – 300 об/мин.

Диаметр отрезного диска до Ø 127 мм.

Максимальная глубина реза до 32 мм.

Точность позиционирования образца 0,5 мм.

Отрезные круги до 5" (127 мм).

Область применения. Предназначен для прецизионной резки небольших металлических и неметаллических материалов с помощью алмазного диска.

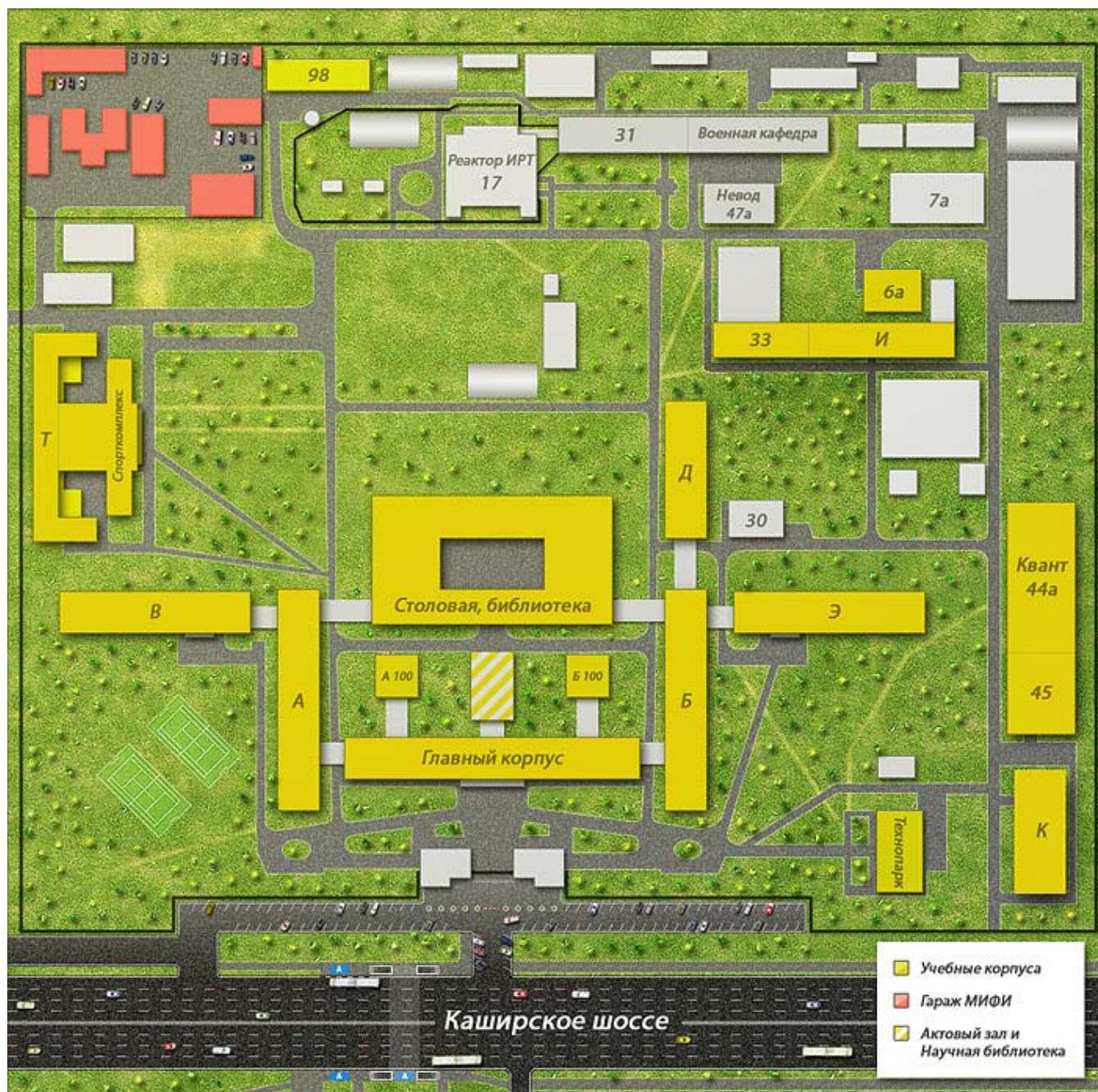
Месторасположение прибора, ответственное лицо.

Корпус Б, комната Б-102. Доцент кафедры № 9 Севрюков Олег Николаевич. Телефон (495) 323-92-70, e-mail: sevr54@mail.ru. Прибор в рабочем состоянии.

Сокращения

Русская аббревиатура	Английская аббревиатура
МЛЭ – молекулярно-лучевая эпитаксия	MBE – molecular beam epitaxy
АСМ – атомно-силовая микроскопия	AFM – atomic force microscopy
РЭМ – растровая электронная микроскопия	SEM – scanning electron microscopy
ПЭМ – просвечивающая электронная микроскопия	TEM – transmission electron microscopy
СЗМ – сканирующая зондовая микроскопия	SPM – scanning probe microscopy
РФЭС – рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия	XPS – X-ray photoelectron spectroscopy
ТГА – термогравиметрический анализ	TGA – thermogravimetric analysis
ДТА – дифференциально-термический анализ	-
ДСК – дифференциальная сканирующая калориметрия	DFC – Differential scanning calorimetry
РСМА – рентгеноспектральный микроанализ	-
ЭДС – энергодисперсионный спектрометр	EDS
ВДС – волнодисперсионный спектрометр	WDS
СХПЭЭ – спектроскопия характеристических потерь энергии электронов	EELS – electron energy loss spectroscopy
ИЛО – импульсное лазерное осаждение	-
БЭТ – метод Брунауэра, Эммета и Тейлора	BET
ВЭЖХ – высокоэффективная жидкостная хроматография	HPLC – High performance liquid chromatography
	Метод ВЖН – Barrett-Joyner-Halenda
РЭА – радиоэлектронная аппаратура	
КМОП - комплементарная логика на транзисторах металл-оксид-полупроводник	CMOS - Complementary-symmetry/metal-oxide semiconductor
СБИС – сверхбольшие интегральные схемы	VLSIC - very large scale integrated circuit

Схема расположения корпусов



Систематизация оборудования по подразделениям Университета.

Кафедра	Наименование прибора	Ответственное лицо, контакты, местонахождение прибора.
№ 5 «Теоретической и экспериментальной физики ядерных реакторов»	Нейтронный генератор	Ромоданов Вадим Леонидович, профессор. Телефон 323-92-43, e-mail: VLRomodanov@mephi.ru , корпус 31.
№ 9 «Физические проблемы материаловедения», корп. Б.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Растровая электронная микроскопия (EVO 50). 2. Электролитический утонитель (TenuPol-5). 3. Просвечивающая электронная микроскопия (Libra-120). 4. Синхронный термический анализ (СТА 409 CD). 5. Горизонтальный дилатометр (DIL 402 C). 6. Установка «ГТТ». 7. Планетарная мельница (FRITCH). 8. Поляризационный микроскоп металлографический МЕТАМ РВ-21-1 (ЛОМО). 9. Шлифовально-полировальный станок LaboPol-5 (Struers). 10. Цифровой микротвердомер HTS-1000 (L.H. Testing Instruments Co., Ltd, Китай). 11. 12. Микротвердомер ПМТ-3 (ЛОМО-Микросистемы). 13. Наноиндентометр на базе ПМТ-3 (ЛОМО-Микросистемы, Тамбовский ГУ им. Г.Р. Державина). 	<ol style="list-style-type: none"> 1, 2. Джумаев Павел Сергеевич, инженер. Телефон (495) 788-56-99 доб. 8143, e-mail: PSDzhumaev@mephi.ru, корпус Б, Б-026. 3. Стальцов Максим Сергеевич, инженер. Телефон (495) 788-56-99 доб. 8145, e-mail: m.staltsov@gmail.com, корпус Б, Б-028. 4, 5. Тенишев Андрей Вадимович, доцент. Телефон (495) 788-56-99 доб. 9804, e-mail: onil709@mail.ru, корпус Д, помещение Д-221. 6, 7. Баранов Виталий Георгиевич, Зав. НИС ОНИЛ-709. Телефон (495) 788-56-99 доб. 9044, e-mail: onil709@mail.ru, корпус Д, Д-218. 8, 9. Кохтев Сергей Александрович, профессор. Телефон (495) 323-92-71, e-mail: sakokhtev@mephi.ru, корпус Б, Б-111. 10, 11. Елманов Геннадий Николаевич, доцент. Телефон (495) 323-92-71, e-mail: GNElmanov@mephi.ru, корпус Б, Б-113. 12. Фесенко Владимир Александрович, научный сотрудник. Телефон (495) 323-92-71, e-mail: VAFesenko@mephi.ru, корпус Б, Б-122. 13. Исаенкова Маргарита Геннадьевна, д.ф.-м.н., внс. Тел. (495) 323-92-71, e-mail: isamarg@mail.ru, корпус Б, Б-122.
№ 10 «Кафедра молекулярной физики»	1. Высокоскоростной анализатор площади поверхности и размеров пор (Nova 1200e).	1. Белогорлов Антон Анатольевич, доцент. Телефон (495) 788-56-99 доб. 96-85, e-mail: aabelogorlov@mephi.ru ,

	<p>2. Квадрупольно-времяпролетный масс-спектрометр (QStar Elite).</p> <p>3. ICP масс-спектрометр для изотопного и элементного анализа (ELAN DRC-e).</p> <p>4. Испытательная система (Instron 5944).</p> <p>5. Анализатор заряда и стабильности частиц (StabiSizer PMX 200C).</p> <p>6. Лазерный анализатор для измерения размеров частиц в жидкой фазе (Nanotracs Ultra 253).</p> <p>7. Лабораторный мутномер (HACH 2100AN).</p> <p>8. Спектрофотометр (HACH DR 5000).</p>	<p>комната А-014.</p> <p>2, 3. Сысоев Алексей Александрович, доцент. Телефон (495) 788-56-99 доб. 96-93, e-mail: alexey.sysoev@mephi.ru, А-107.</p> <p>4-8. Грехов Алексей Михайлович, доцент, комната А-118. Телефон (495) 788-56-99 доб. 96-28, e-mail: AMGrekhov@mephi.ru.</p>
№ 13 «Кафедра теплофизики»	Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70 (НПК «Луч»)	Харитонов Владимир Степанович, первый зам. зав. каф. Телефон (495) 788-56-99 доб. 8350, e-mail: vskharitonov@mephi.ru , помещение Э-407.
№ 21 «Физика плазмы»	Настольный электронный микроскоп HITACHI TM-1000.	Гордеев Алексей Алексеевич, инженер. Телефон (495)323-93-23, e-mail: gordeev@plasma.mephi.ru , корпус 7.
№ 24 «Прикладная ядерная физика»	<p>1. Мессбауэровский двухканальный спектрометр (МС-1104Ем).</p> <p>2. Синхронный ТГА/ДТА/ДСК термоанализатор (SDT Q600).</p>	<p>1. Рудаков Сергей Геннадьевич, вед. инженер. Телефон (495) 788-56-99 доб. 93-37, e-mail: sgrudakov@mephi.ru, комната Д-108а.</p> <p>2. Бойко Надежда Владимировна, доцент. Телефон (495) 788-56-99 доб. 91-97, e-mail: ntbojko@mephi.ru, комната Д-112.</p>
№ 27 «Микро- и наноэлектроника»	Измерительный комплекс полупроводниковых структур, Agilent Technologies.	Поляков Александр Владимирович, инженер. Телефон (495) 788-56-99 доб. 9958, e-mail: halt@inbox.ru , корпус Д, Д-402А.
№ 40 «Физика элементарных частиц»	Рентгенофлуоресцентный спектрометр (S2 RANGER).	Шафигуллин Руслан Рустямович, с.н.с.. Телефон (495) 323-90-82, e-mail: RRShafigullin@mephi.ru . Корпус Э, Э-421.

№ 67 «Наноразмерные гетероструктуры и СВЧ-электроника»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Молекулярно-лучевая эпитаксия (Riber 21 T 3-5). 2. Автоэмиссионный растровый электронный микроскоп с блоком нанолитографии (Raith 150TWO). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Виниченко Александр Николаевич, инженер. Телефон 788-56-99, доб. 8237, e-mail: vanaxel@gmail.com, корпус 44а, комната 5. 2. Васильевский Иван Сергеевич, доцент. Телефон 788-56-99, доб. 8170, e-mail: ISVasilyevskij@mephi.ru, А-303.
№ 70 «Физика твердого тела и наносистем»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сверхвысоковакуумная автоматизированная опытная установка импульсного лазерного осаждения тонкопленочных слоёв. 2. Автоматизированная опытная установка реактивного импульсного лазерного осаждения тонкопленочных слоёв сульфидов. 	<ol style="list-style-type: none"> 1, 2. Зенкевич Андрей Владимирович, с.н.с. Телефон (495) 324-84-19, e-mail: avzenkevich@mephi.ru, корпус Т, комната Т-104.
№ 77 «Компьютерное моделирование и физика наноструктур и сверхпроводников»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установка лазерной абляции (PLD-2000 MBE). 2. Сканирующая Зондовая Микроскопия (ИНТЕГРА Аура). 3. Сканирующая Зондовая Микроскопия (Nanoeducator -5). 	<ol style="list-style-type: none"> 1, 2, 3. Антоненко Сергей Васильевич, доцент. Телефон (495) 323-93-93, e-mail: SVAntonenko@mephi.ru, корпус 45.
№ 78 «Физико-технические проблемы метрологии»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Растровая электронная микроскопия (DSM-960). 2. Сверхвысоковакуумный комплекс (XSAM-800). 3. Сверхвысоковакуумный комплекс (Multi-probe MXP) 	<ol style="list-style-type: none"> 1, 2. Лебединский Юрий Юрьевич, н.с. Телефон (495) 324-96-25, (495) 788-56-99 доб. 9915, e-mail: lebedinskii@mephi.ru, корпус 5, комната 5-204. 3. Пушкин Михаил Александрович, доцент. Телефон (495) 324-96-25, (495) 788-56-99 доб. 9913, e-mail: pushkin@mephi.ru, корпус 44а, комната 9.
Подразделение № 401 «Институт функциональной ядерной электроники»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Спектроскопический эллипсомер (PHE-102). 2. Инфракрасный Фурье спектрометр (FTIR-8400S). 3. Таблеточный пресс (PP 25). 4. Индуктивный профилометр (Talysurf i 60). 5. Установка для измерения параметров Холла и электросопротивления (Escoria HMS 5000). 	<ol style="list-style-type: none"> 1-4. Гусев Александр Сергеевич, корпус 44а, комната 10. Ведущий специалист УРПИ, комната Б-414. Телефон (495) 788-56-99 доб. 8438, e-mail: simfer2001@mail.ru. 5, 12. Виниченко Александр Николаевич, инженер, корпус 44а, комната 4. Телефон 788-56-99, доб. 8237, e-mail: vanaxel@gmail.com. 6, 7, 8, 14, 15. Рындя Сергей Михайлович, корпус 44а, участок №2. Телефон (495) 788-56-99, доб. 8496, e-mail: ryndya_sm@mail.ru.

	<p>6. Установка быстрого термического отжига (Modular RTP600S).</p> <p>7. Система осаждения тонких пленок (PVD 250).</p> <p>8. Система осаждения тонких пленок (PVD 250).</p> <p>9. Установка контактной литографии микросхем (Suss MJB4).</p> <p>10. Системы безмасковой лазерной литографии (DWL 66FS).</p> <p>11. Дифрактометр рентгеновский (Ultima IV).</p> <p>12. Установка плазмохимического реактивно-ионного травления (SPTS LPX ICP).</p> <p>13. Установка для измерения параметров Холла и электросопротивления (Ecoria HMS 5000).</p> <p>14. Комбинированная система нанесения и задубливания резиста (Sawatec SM180 + HP150).</p> <p>15. Шкаф сушильный Экрос ES-4610.</p>	<p>9, 13. Рыжук Роман Валериевич, корпус 44а. Комната 44-444. Телефон (495) 788-56-99 доб. 8563, e-mail: intra@ya.ru</p> <p>10. Хабибуллин Рустам Анварович, корпус 44а, комната 5. аспирант и инженер. Тел. 8 (910) 463-79-30, e-mail: khabibullin_r@mail.ru.</p> <p>11. Грехов Максим Михайлович, корпус 44а. Телефон 8 (916) 925-916-60-54, e-mail: mmgrekhov@mephi.ru.</p> <p>12. Васильевский Иван Сергеевич, доцент. Телефон (495) 788-56-99, доб. 8170, e-mail: ISVasilyevskij@mephi.ru, А-303.</p>