



РФЯЦ-ВНИИТФ  
РОСАТОМ

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

---

Научно-исследовательское  
технологическое отделение  
РФЯЦ–ВНИИТФ



# Содержание

6

Комплекс исследования структуры, элементного и фазового состава материалов

16

Комплекс исследования химического состава, молекулярной структуры, термических характеристик и фракционного состава материалов

31

Комплекс исследования физико-механических характеристик конструкционных материалов

35

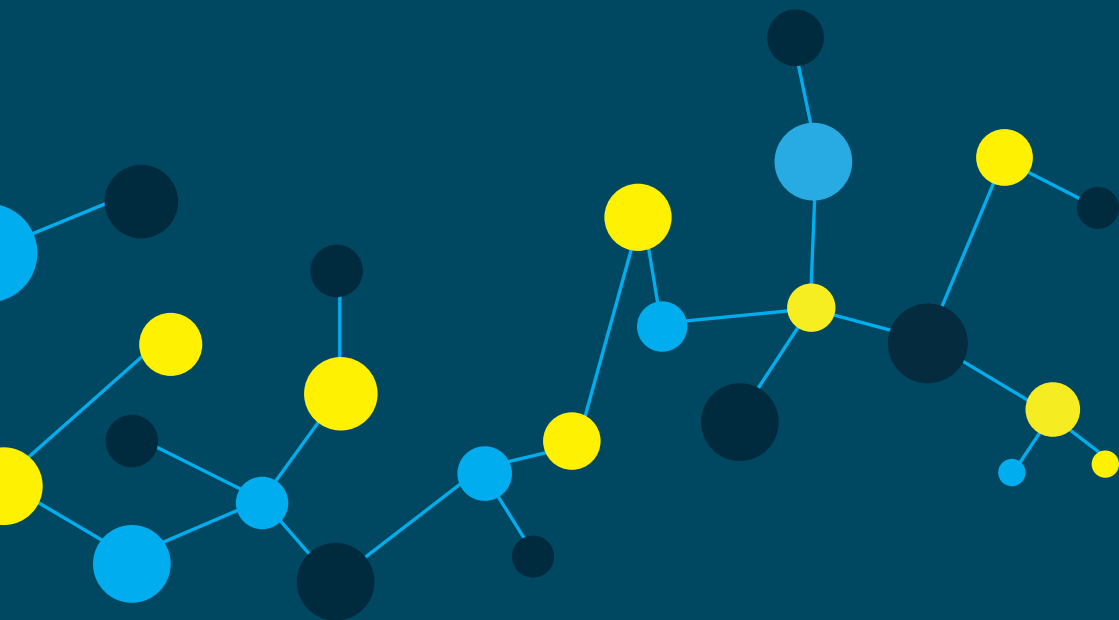
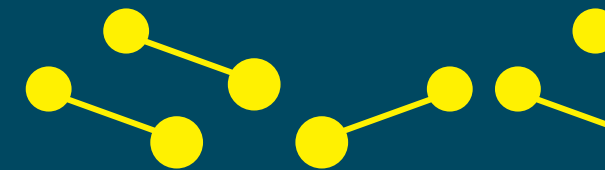
Комплекс исследования теплофизических и динамических механических характеристик конструкционных материалов

37

Комплекс лазерно-голографический

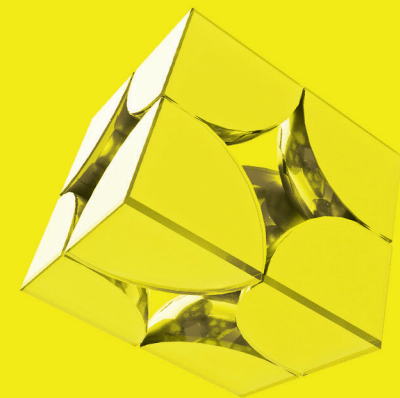
40

Комплекс ультразвуковых, токовихревых и рентгеновских методов неразрушающего контроля



Научно-исследовательское отделение, история которого началась в 1959 году, разрабатывает технологии получения уникальных материалов, изготовления сложных узлов, проводит исследования конструктивных материалов, осуществляет разработку методов контроля материалов.

В сферу деятельности отделения входит технологическое и конструкторское сопровождение разработок, выполнение целей и задач в области обеспечения качества.



Отделение оснащено современным научно-исследовательским, технологическим и аналитическим оборудованием. Здесь трудятся высококвалифицированные специалисты и учёные, для которых разработка и применение уникальных технологий является стандартной повседневной практикой.



# Комплекс исследования структуры, элементного и фазового состава материалов

## Области применения:

- металлографический анализ, материаловедение конструкционных материалов;
- отработка технологий сварки и пайки, разработка технологий синтеза и спекания керамических материалов, термообработки металлических материалов;
- качественное и количественное определение фазового состава, кристаллической структуры, текстуры, остаточных напряжений в конструкционных материалах;
- исследование качества и свойств покрытий;
- исследование дефектов макро- и микроструктуры материалов и конструктивных соединений;
- анализ причин разрушения деталей и узлов в процессе испытаний и эксплуатации.

## Изготовление неразъемных соединений металлов и разнородных материалов:

- лазерная, дуговая, плазменная, электронно-лучевая, диффузионная сварка металлов;
- сварка химически активных разнородных материалов;
- сварка с прямолинейными, круговыми (кольцевыми) и фигурными швами;
- размерная обработка и гравировка металлов;
- электронно-лучевая пайка и сваркопайка;
- высоко- и низкотемпературная пайка различных конструкций из разнородных материалов;
- изготовление стеклоприпоев с заданными свойствами;
- нанесение одно- и многослойных покрытий на изделия из металла и керамики.

## Обработка металлов давлением и резанием:

- моделирование процессов и оснастки;
- обработка различных видов материалов давлением;
- механическая обработка материалов резанием;
- контроль геометрических параметров.

## Материаловедение и термическая обработка:

- качественный и количественный рентгенофазовый анализ;
- определение остаточных напряжений и размера кристаллитов;
- оптическая и электронная микроскопия;
- изучение микроструктуры и определение элементного состава материалов, локальный спектральный анализ;
- исследование процессов диффузии паяных соединений;
- определение типа структуры, величины зерна, размеров неметаллических включений;
- измерение твёрдости и микро-механические испытания;
- оценка трещиностойкости материалов, толщины упрочненного слоя или покрытия на поверхности образца;
- фрактографический анализ;
- термообработка в воздушной, вакуумной среде, а также в среде нейтрального газа;
- высокотемпературная обработка с заданной скоростью нагрева и охлаждения.

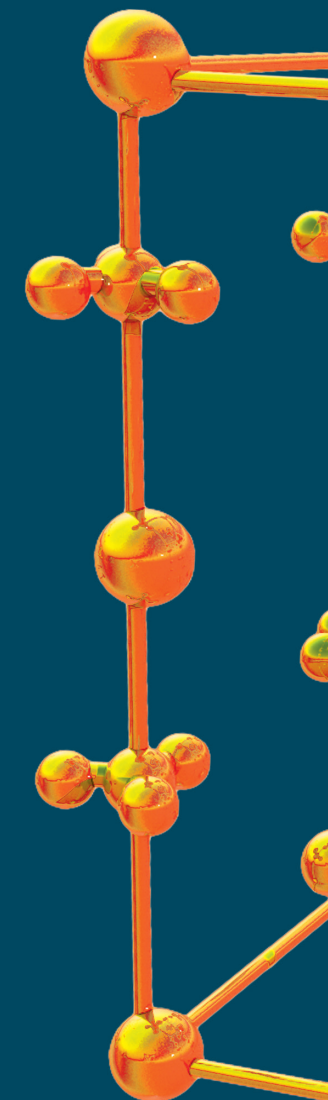
## Изготовление стекол и стеклоприпоев, герметичных разъемов и соединителей

**Стеклоприпой**, согласованные по коэффициенту линейного теплового расширения (КЛТР) с титановыми сплавами, нержавеющей стали, а также с керамикой.

Стеклоприпой сохраняют свои свойства и герметичность конструкции при воздействии температуры более

# 600°C.

А также защищены от морской воды и воздушной среды, имеют высокие диэлектрические свойства.



# Развитая научная и производственно- технологическая базы,

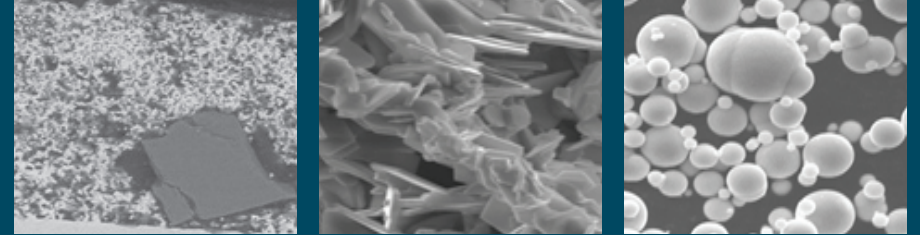
а также многолетний опыт работы позволяют разработать:

- специальные стекла в виде крупки или слитков различного размера;
- герметичные конструкции из разнородных металлических и неметаллических материалов.



Пример электрического соединителя. Сопротивление изоляции не менее 100 МОм.

Герметичное металло-керамическое соединение выполненное пайкой стеклоприпоем.



## Определение природы и причин дефектов микроструктуры, исследование процессов диффузии

**Электронный микроскоп** позволяет решать научные и производственные задачи по:

- изучению природы и причин дефектов микроструктуры, исследованию процессов диффузии и влиянию на эти процессы разнообразных факторов (примесей, структуры, напряжения);
- изучению химического состава субмикроскопических зон, возникающих при дисперсионном твердении сплавов;
- изучению распределения примесей у границ зерен;
- изучению распределения модифицирующих элементов.

Электронный микроскоп укомплектован приставками для энергодисперсионного анализа и для волнодисперсионного анализа.



## Определение качественного и количественного фазового состава материалов, кристаллической структуры, текстуры

**Дифрактометр рентгеновский** предназначен:

- для изучения широкого диапазона материалов (металлов, сплавов, полимеров, керамик и др.) определения их качественного и количественного фазового состава, кристаллической структуры, текстуры, остаточных напряжений;
- для исследования покрытий, физико-химических свойств наноматериалов при разработке новых материалов и технологических процессов;
- для текущего контроля качества промышленного производства.



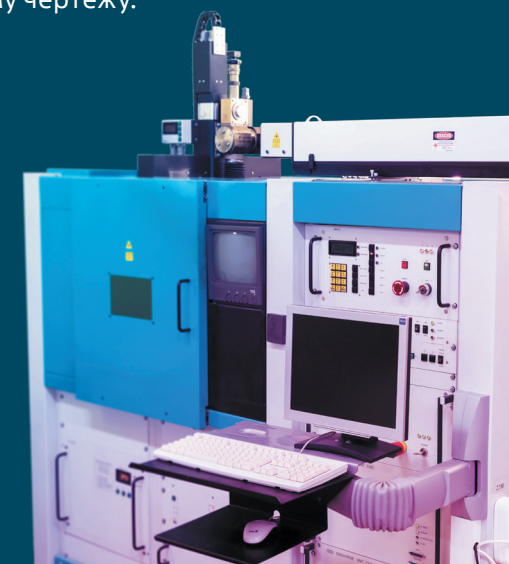
## Сварка и лазерная обработка металлических и неметаллических материалов и изделий

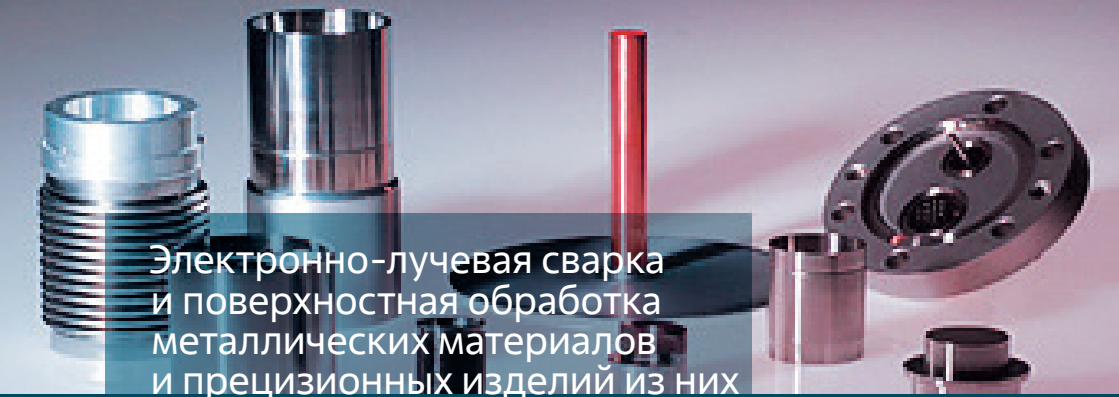
**Машина лазерная** применяется для лазерной обработки металлических и неметаллических материалов и изделий:

- прецизионной точечной и шовной лазерной сварки металлических деталей различной формы (черная и нержавеющая сталь, ковар, титан, алюминий и другие металлы и сплавы);
- резки и прошивки отверстий в металлических и неметаллических материалах;
- глубокой лазерной гравировки изделий из металла по заданному чертежу.

Возможно выполнение прямолинейных, фигурных, кольцевых сварочных швов

**Дополнительные возможности:** резка, гравировка и маркировка поликора, керамики, ситалла, сапфира и ряда других материалов





Электронно-лучевая сварка и поверхностная обработка металлических материалов и прецизионных изделий из них

**Установка электронно-лучевой сварки** позволяет формировать узкие швы в вакууме  $5 \times 10^{-4}$  mbar практически всех известных металлических материалов и их сплавов с зоной нагрева порядка 0,1 мм, обеспечивая получение герметичных швов микросхем, датчиков, приборов с наличием элементов, чувствительных к термодформационному циклу сварки.



Возможно выполнение швов в труднодоступных местах, благодаря уникальным технологическим параметрам установки: малый диаметр луча, точность дозирования энергии в луче, широкое поле сканирования, легкая управляемость позиционированием луча позволяет осуществлять сварку по любому контуру в программном режиме.



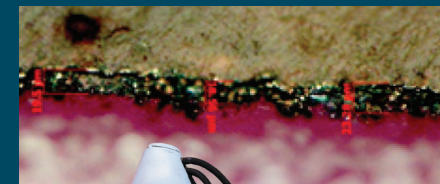
Максимальные габаритные размеры детали для перемещения в горизонтальной плоскости X/Y (Д x Ш): 200 мм x 200 мм.

Наружный диаметр детали, обрабатываемой при вращении (получение кольцевых и круговых швов): от 1 мм до 120 мм.

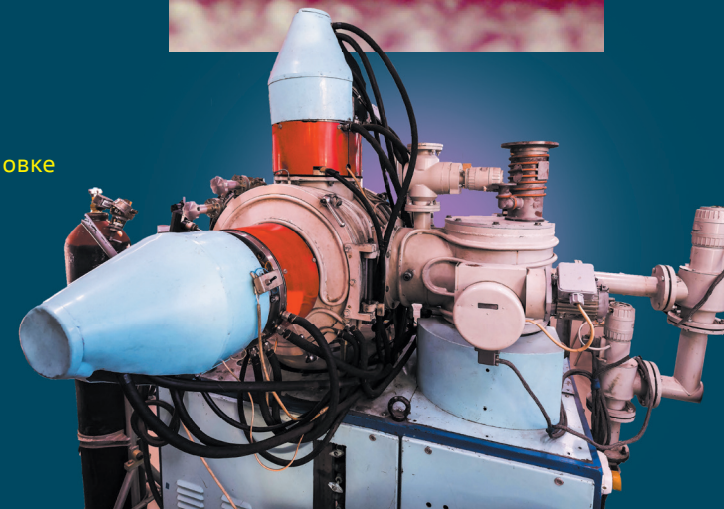
Нанесение защитных, износостойких, многослойных, комбинированных и декоративных покрытий методом катодно-ионной бомбардировки на металлы и неметаллы

1–8 МКМ	Ø 200 мм высота 200 мм	10 кг	100 шт.
Толщина покрытия	Максимальные габаритные размеры покрываемых деталей	Максималь- ная масса детали	Максимальное количество инструмента обрабатываемого за 1 цикл

Деталь из алюмооксидной керамики с нанесенным покрытием Cu-Ti



Нанесение покрытий осуществляется на установке «Булат-6»



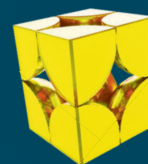


## Комплекс исследования химического состава, молекулярной структуры, термических характеристик и фракционного состава материалов

### Области применения:

- разработка и внедрение в производство новых материалов;
- исследование химических свойств материалов и состава газовых и жидких сред;
- прогнозирование поведения конструкционных материалов в условиях эксплуатации в составе изделия;
- разработка технологий нанесения гальванических покрытий на металлы и полимерные материалы;
- разработка технологий склеивания разнородных материалов и заливка полостей электроприборов компаундами.

## Элементный химический анализ конструкционных материалов



Исследуемый твердый образец конструкционного материала

Экспресс-метод микро разрушающего контроля

Отбор пробы с поверхности твердого образца с помощью системы лазерного пробоотбора

или

Разрушающий метод анализа

Переведение твердого образца в раствор в системе микроволнового разложения

Элементный анализ проб образца на макро- и микрокомпоненты на оптико-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой

Экспресс-результат с погрешностью до **10-15%**

Результат с погрешностью до **1%**

## Определение размера частиц порошковых материалов, суспензий и коллоидных систем

**Анализаторы размера частиц** позволяют определить величину частиц порошковых материалов в диапазоне от нано-, субмикронного до миллиметрового размера, распределение частиц по размеру, а также определить размер молекул и молекулярную массу в коллоидных растворах полимеров.

**Диапазоны** показаний размера частиц:

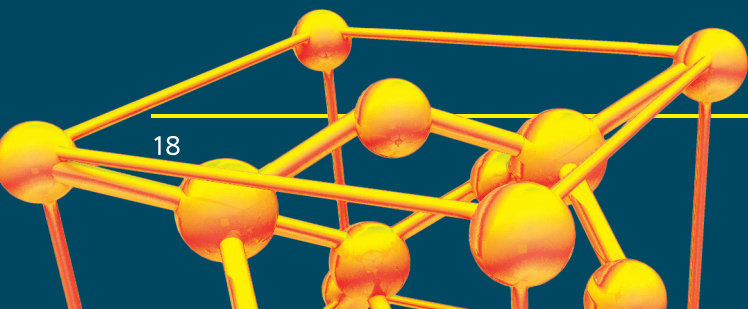
- от 0,6 нм до 6000 нм;
- от 0,020 мкм до 2000 мкм.

## Определение содержания серы, хлора и углерода в сыпучих, твердых и жидких органических материалах

**Установка позволяет определить** состав в следующих материалах: полиэтилен, полипропилен, поликарбонат, ароматические и алифатические углеводороды, спирты, альдегиды, кетоны, вода, минеральные и синтетические масла, смазки, гидравлические жидкости, воски, жиры и жирные кислоты.

## Определение содержания катионов, анионов и воды в исследуемых объектах. Измерение рН водных сред

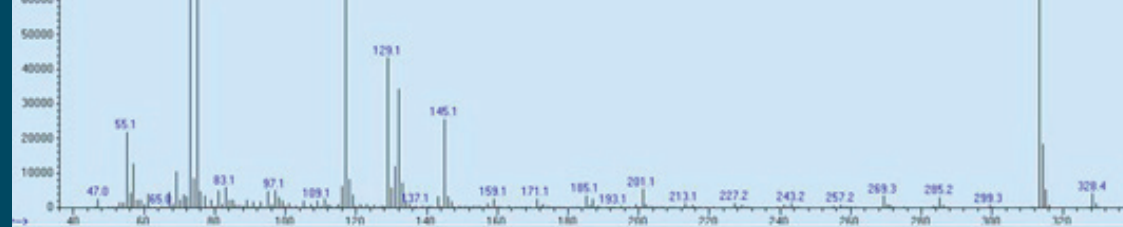
**Автоматический титратор** позволяет определять содержание катионов ( $K^+$ ,  $Li^+$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Mn^{4+}$ ,  $Cr^{6+}$  и др.), анионов ( $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$  и др.), водородного показателя водных растворов.



## Определение концентрации веществ в газообразных и жидких объектах методом хроматографического анализа

### Метод позволяет определять:

- содержание ароматических углеводородов и антидетонационных присадок в моторном топливе;
- состав доменного, природного и топливных газов;
- состав дыхательных смесей;
- содержание метанола и сивушного масла в этиловом спирте;
- содержание угарного газа и углеводородов в выхлопных газах;
- содержание примесей в растворителях для лаков, эмалей и красок.



## Хроматографический анализ равновесного пара

Метод предназначен для исследования объектов, которые невозможно ввести прямым способом в хроматограф.

### Анализ равновесного пара позволяет определять:

- остаточные растворители и мономеры в полимерных материалах;
- состав смеси растворителей лаков, эмалей, красок;
- состав паровой фазы пищевых продуктов в процессе изготовления и хранения.



## Определение примесей методом хроматографического анализа, совмещённого с термодесорбцией

**Метод позволяет определять** содержание летучих примесей, количество которых не детектируется при прямом вводе в хроматограф из-за низкой концентрации.

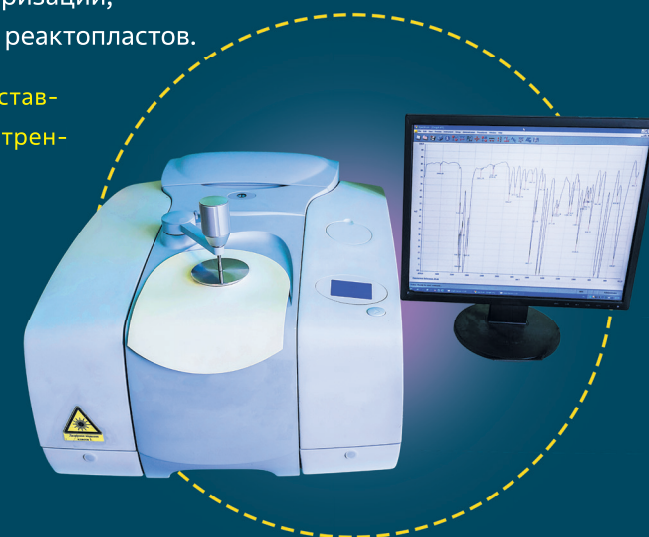
Объектом исследования являются полимерные материалы, биологические и фармацевтические объекты, пищевые продукты, воздух, вода.

## Определение состава и молекулярной структуры методом ИК-Фурье спектрального анализа

**Метод позволяет:**

- осуществлять идентификацию полимерных материалов по молекулярной структуре;
- выявлять изменения в составе и в молекулярной структуре полимерных материалов после воздействия радиации, повышенной температуры, влажности, агрессивных сред и т. д.;
- изучать процессы полимеризации, отверждения адгезивов и реактопластов.

ИК-Фурье спектрометр с приставкой нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО)

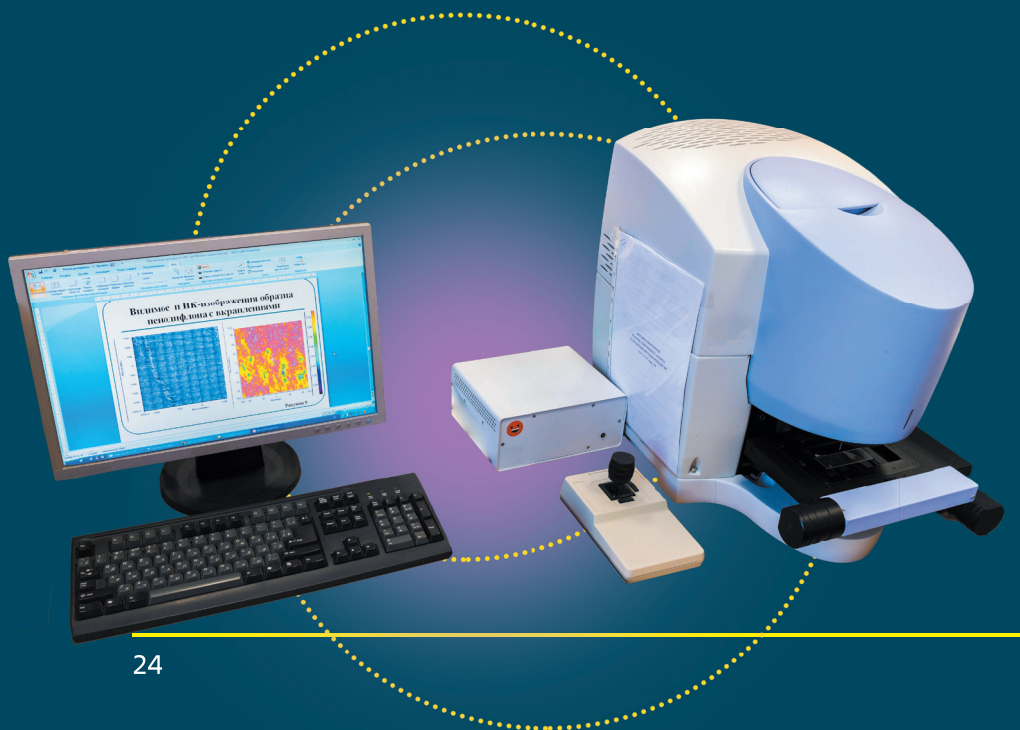


## Определение микровключений и микродефектов методом ИК-микроскопии

**Метод позволяет проводить** идентификацию инородных микровключений на поверхностях волокон, частиц и т.д., микровключений и микродефектов в полимерах, загрязнений на поверхностях деталей, выявлять поверхностные изменения, дефекты покрытий и пр.

## Определение элементного состава примесей методом атомно-эмиссионного спектрального анализа

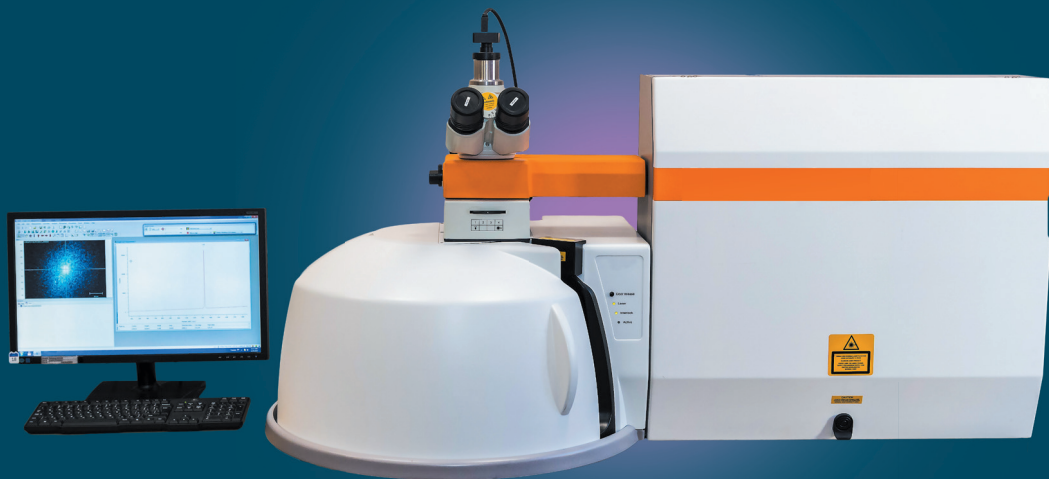
**Метод позволяет определять** элементный состав примесей металлов (Be, Mg, V, Zr, Ce и т.д.) и некоторых неметаллов (Si, P и пр.) в металлических и неметаллических материалах в концентрациях от  $10^{-4}\%$  до 10 %. Применяется для идентификации вида и марки материалов.



## Определение состава и молекулярной структуры методом комбинационного рассеяния

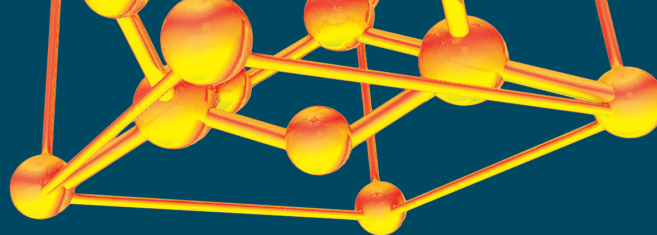
### Метод позволяет:

- проводить идентификацию химического и фазового состава, молекулярной структуры полимеров, керамики, органических и неорганических материалов, углеродных материалов;
- выявлять изменения в молекулярной структуре после воздействия радиации, повышенной температуры;
- определять структуру стёкол.



## Определение элементного химического состава методом рентгенофлуоресцентного спектрального анализа

**Метод позволяет определять** качественный и количественный элементный состав (одновременно до 84 элементов от бериллия до актиноидов) твёрдых и порошкообразных веществах (полимерах, цементах, горных породах, стёклах, металлах и сплавах, рудах, огнеупорах и др.) в диапазоне от  $10^{-4}$  % до 100 %.



## Определение термических характеристик методом термогравиметрического анализа

**Метод позволяет** по потере массы определить температурные интервалы разложения материалов, определить качественный состав газообразных продуктов разложения, влагоемкость материалов.

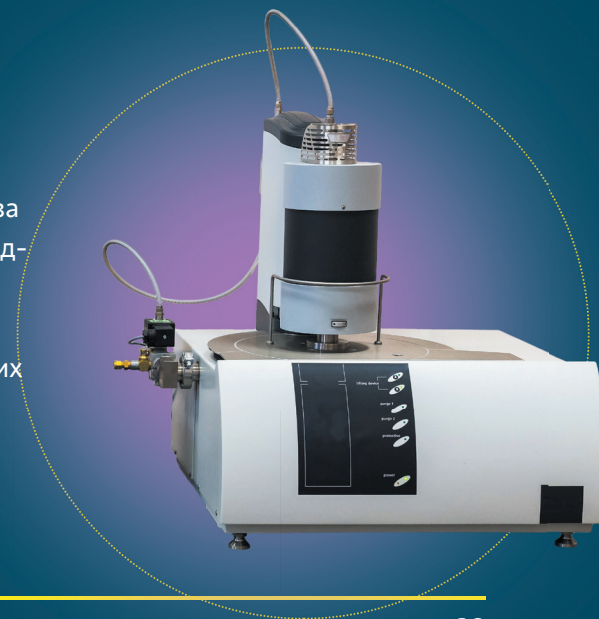
Диапазон температур от 25 °С до 1500 °С.



## Определение термогравиметрических и калориметрических характеристик методом совмещённого термического анализа

**Метод позволяет определять:**

- температуры и теплоты фазовых переходов;
- температурные интервалы процессов стеклования органических и неорганических материалов;
- количественное содержание компонента, претерпевающего фазовое и химическое превращение;
- оптимальные температурно-временные режимы синтеза и спекания оксидных и неоксидных керамических систем; изменения физико-химического состояния полимерсодержащих конструкционных материалов в процессе эксплуатации;
- исследовать кинетику химических реакций;
- температурный диапазон от 25 °С до 1500 °С.



## Определение молекулярной массы и молекулярно-массового распределения методом высокоэффективной жидкостной хроматографии

### Метод позволяет определять:

- молекулярно-массовые характеристики полимерных материалов, лаков, смазок, паст и т. д.;
- среднечисловую молекулярную массу ( $M_n$ );
- среднемассовую молекулярную массу ( $M_w$ );
- z-среднюю молекулярную массу ( $M_z$ );
- средневязкостную молекулярную массу ( $M_v$ );
- коэффициент отношения ( $M_w/M_n$ ) (индекс полидисперсности,  $D$ );
- коэффициент вязкости ( $\eta$ ), удерживаемый объем (время выхода) ( $V_p$ );
- молекулярную массу на вершине пика ( $M_p$ );
- площадь пика ( $A$ );
- фракционный состав (%).



## Комплекс исследования физико-механических характеристик конструкционных материалов

### Области применения:

- разработка и внедрение новых материалов;
- входной контроль качества материалов;
- прогнозирование поведения конструкционных материалов в условиях эксплуатации;
- оценка фактического состояния и возможности повторного использования конструкционных материалов в узлах;
- формирование информационных баз данных по комплексу физико-механических характеристик материалов во взаимосвязи с их эксплуатационными свойствами, требующихся для расчетов и оптимизации свойств разрабатываемых конструкций;
- исследование и оптимизация влияний на характеристики и свойства материалов технологических операций и процессов, выполняемых при обработке и в процессе изготовления узлов и конструкций изделий.

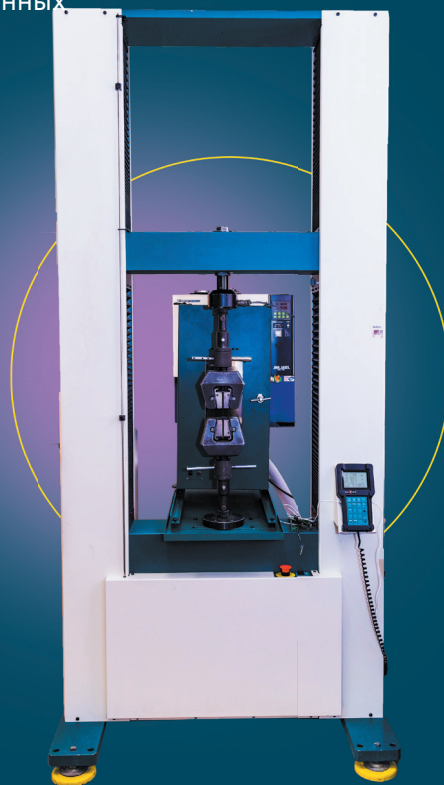


## Определение физико-механических характеристик конструкционных материалов

**Универсальная испытательная машина** с термокриокамерой предназначена для измерения силы при проведении механических испытаний образцов конструкционных материалов на растяжение и сжатие.

Характеристики:

- Разрывные усилия – до 10 т;
- Скорости приложения нагрузки – от 0,05 мм/мин до 500 мм/мин.;
- Температура испытаний - от минус 60 °С до плюс 900 °С;
- Скорости нагрева – от 1 °С/мин до 10 °С/мин.



**Маятниковый копер** предназначен для испытания на ударную вязкость по Шарпи конструкционных материалов.

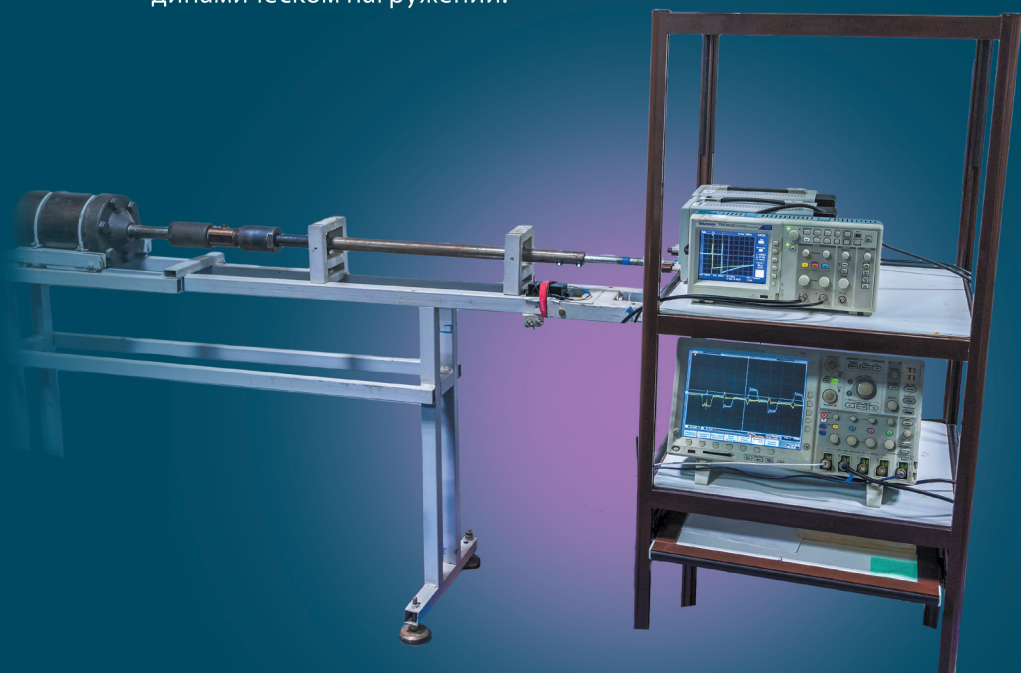
Характеристики:

- Запас энергии – 406 Дж;
- Температура испытаний - от минус 70 °С до плюс 200 °С.



## Определение деформационных характеристик конструкционных материалов при их динамическом нагружении

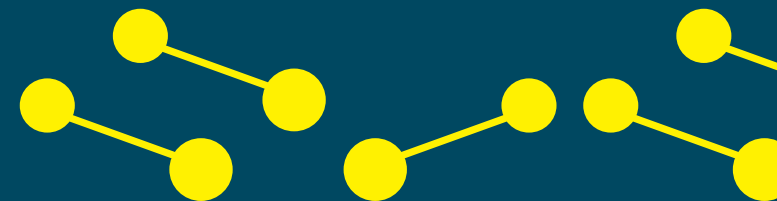
Установка для динамических испытаний по методу Кольского предназначена для определения деформационных характеристик конструкционных материалов при их динамическом нагружении.



## Комплекс исследования теплофизических и динамических механических характеристик конструкционных материалов

### Определение:

- температуры и теплоты фазовых и релаксационных переходов (плавления, стеклования, кристаллизации);
- удельной теплоемкости;
- коэффициента линейного термического расширения;
- тепло- и температуропроводности.



## Определение теплофизических характеристик конструкционных материалов

**Лазерный измеритель температуропроводности** предназначен для определения основных теплофизических характеристик, таких как: температуропроводности, удельной теплоемкости, теплопроводности, в интервале температур от 25 °С до 300 °С.

**Термомеханический анализатор** определяет:

- температуры фазовых переходов;
- средний и дифференциальный коэффициенты линейного термического расширения;
- модуль упругости материала при действии периодической нагрузки.

**Характеристики:**

- температурный диапазон измерения от 25 °С до 1100 °С;
- диапазон задания нагрузки от минус 0,1 Н до плюс 1,0 Н с шагом 1,3 мН;
- диапазон измерения изменения длины  $\pm 5$  мм.

## Комплекс лазерно-голографический

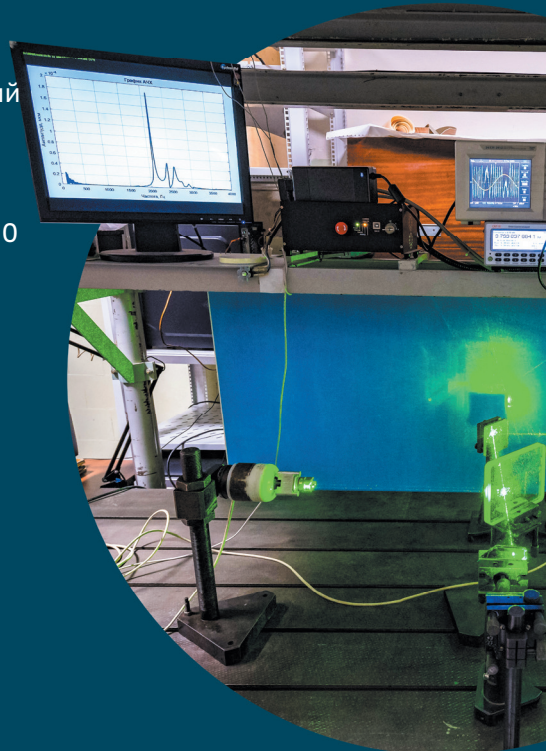
**Области применения:**

- неразрушающий контроль и оценка качества сварных соединений (обнаружение пор, непроваров, трещин, диффузионного слипания, оценка внутренней геометрии шва в замкнутых объемах и т.д.);
- оценка влияний обнаруживаемых отклонений (дефектов) на показатели работоспособности узла;
- измерение амплитудно-частотных характеристик (резонансных частот, добротностей резонансов, форм колебаний и т.д.) узлов и элементов конструкций;
- оптимизация конструкций с целью снижения влияния концентраторов напряжений, вывода резонансных частот из рабочего диапазона, улучшения демпфирующих свойств и т.д.

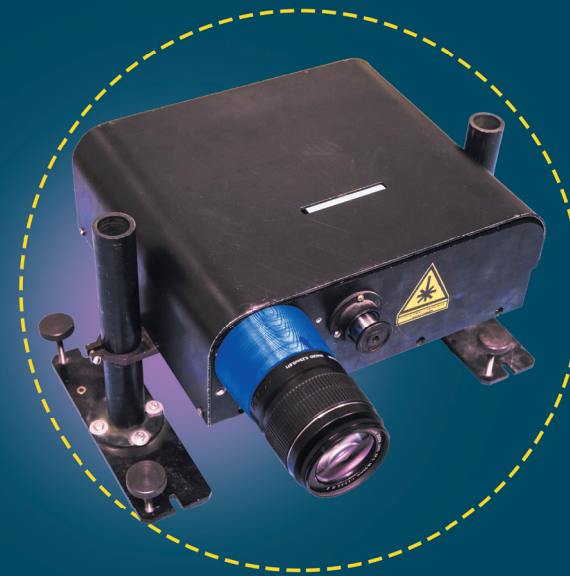
## Автоматизированная система «Виброметрия» на базе промышленной голографической установки УИГ-2М

Установка обеспечивает:

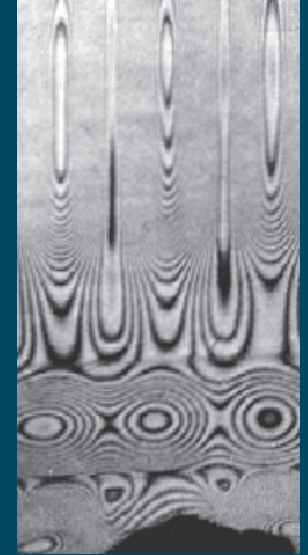
- регистрацию и построение АЧХ в диапазоне частот  $f$  от 10 Гц до 50 кГц;
- измерение амплитуд вибраций в диапазоне от 0,002 мкм до 500 мкм;
- измерение добротностей  $Q \geq 10$  с погрешностью  $\delta Q \leq \pm 3,5 \%$ .



## Оценка качества, дефектоскопия конструкций

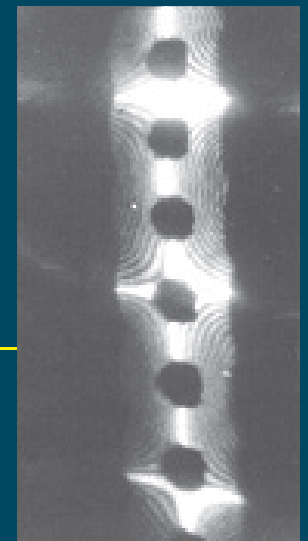


Цифровой голографический интерферометр предназначен для бесконтактного определения полей деформаций и вибраций объектов с микрометрической точностью. Используется как эффективный инструмент для оценки качества, дефектоскопии конструкций.



**Сверху:** деформация ячеистой панели, выполненной методом сверхпластической формовки в сочетании с диффузионной сваркой.

**Снизу:** формы колебаний медицинского имплантата.

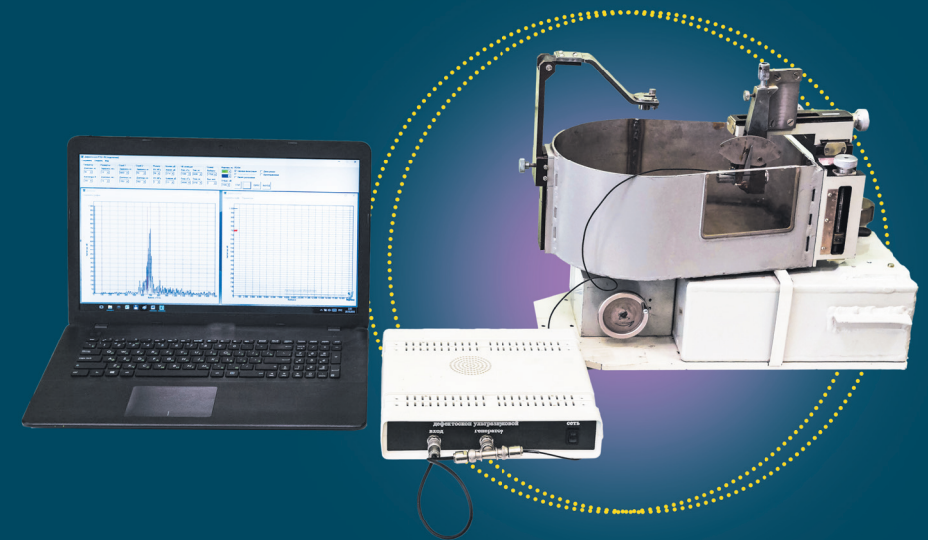


# Комплекс ультразвуковых, токовых и рентгеновских методов неразрушающего контроля

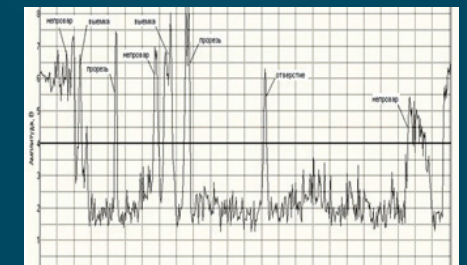
## Области применения:

- измерение упругих или геометрических параметров конструкционных материалов ультразвуковыми методами;
- измерение толщины электропроводящих и диэлектрических покрытий на электропроводящих магнитных и немагнитных основаниях методами магнитной индукции и вихревых токов;
- автоматизированный ультразвуковой контроль качества сварных и паяных соединений тонкостенных изделий сложной геометрии;
- рентген контроль внутренней структуры и геометрических параметров различных объектов и соединений.


Выявление нарушений сплошности, однородности материала изделий, дефектов сварных и паяных соединений



**Автоматизированная система ультразвукового контроля** на базе дефектоскопа предназначена для выявления нарушений сплошности, однородности материала изделий, дефектов сварных и паяных соединений.



Сканогрмма тонкостенного титанового сварного шва



## Проводим исследования в областях:

- определение свойств полимерных и металлических материалов ультразвуковыми методами;
- оценка применимости (чувствительности) методов магнитной индукции и вихревых токов к измерению толщин различных покрытий;
- разработка автоматизированных систем и приборов ультразвукового и вихретокового контроля;
- разработка методов контроля сварных и паяных соединений объемными и нормальными акустическими волнами.
- разработка приборов и методик неразрушающего контроля качества изделий.

Многие разработанные приборы занесены в Государственный реестр средств измерений, а уникальные методики аттестованы метрологической службой РФЯЦ-ВНИИТФ.



## Контакты:

Главный технолог РФЯЦ-ВНИИТФ

**Борисов Виктор Николаевич**

Тел.: 8 (351-46) 5-52-14

Факс: 8 (351-46) 5-55-34

E-mail: [bvn@ted.ch70.chel.su](mailto:bvn@ted.ch70.chel.su)

Заместитель директора РФЯЦ-ВНИИТФ

по производству продукции гражданского назначения

**Румянцев Юрий Владимирович**

Факс:(351-46) 5-24-19

Тел.: 8 351 907-74-58

E-mail: [y.v.rumyantsev@vniitf.ru](mailto:y.v.rumyantsev@vniitf.ru)

Заместитель главного технолога РФЯЦ-ВНИИТФ  
по НИР и ОКР

**Писарев Максим Сергеевич**

Тел.: 8(351-46) 5-56-02

Факс: 8(351-46) 5-55-34

E-mail: [avva@ted.ch70.chel.su](mailto:avva@ted.ch70.chel.su)

Заместитель главного технолога РФЯЦ-ВНИИТФ

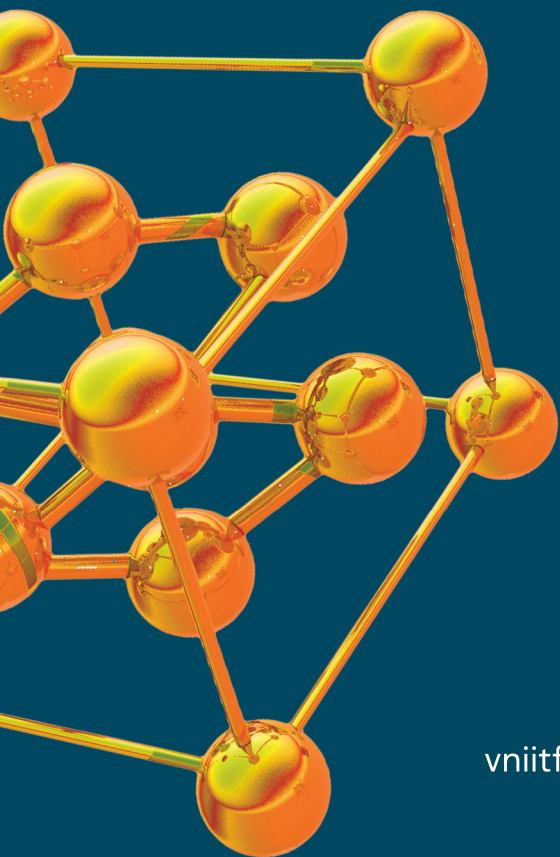
**Емельянов Александр Фёдорович**

Тел. 8 (351-46) 5-46-53

Факс 8 (351-46) 5-55-34

E-mail: [afyemelyanov@vniitf.ru](mailto:afyemelyanov@vniitf.ru)

Предприятие Госкорпорации Росатом



[vniitf.ru](http://vniitf.ru)