



# Beams & Plasmas



**Евгений Владимирович Берлин**  
Главный эксперт  
[berlin@vaclab.ru](mailto:berlin@vaclab.ru)



**Василий Юрьевич Григорьев**  
Заместитель директора  
[vgrig@vaclab.ru](mailto:vgrig@vaclab.ru)



**Мария Вадимовна Григорьева**  
Коммерческий директор  
[mgrigoreva@vaclab.ru](mailto:mgrigoreva@vaclab.ru)



**Юрий Николаевич Морозовский**  
Директор по маркетингу  
[myn@vaclab.ru](mailto:myn@vaclab.ru)



**Антон Николаевич Ежов**  
Ведущий менеджер по продажам  
[ae@vaclab.ru](mailto:ae@vaclab.ru)



**Евгений Витальевич Фролов**  
Менеджер по продажам  
[fev@vaclab.ru](mailto:fev@vaclab.ru)

ООО «ЛВТ+»

 +7 (499) 346 20 20

 [vaclab@vaclab.ru](mailto:vaclab@vaclab.ru)

 124498, г. Москва, г. Зеленоград, проезд 4922, дом. 4, стр.3

 [www.vaclab.ru](http://www.vaclab.ru)

# СОДЕРЖАНИЕ

## Установки нанесения PVD покрытий

### Технология PVD

вакуумное напыление сложных  
многокомпонентных и или многослойных  
PVD покрытий различного назначения



11

### НИКА-166



12

### НИКА-170



13

### НИКА-151



14

### Сравнительные характеристики



15

### Инструментальная оснастка

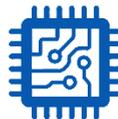


16

# СОДЕРЖАНИЕ

## Комплекс установок для ГИС

Популярные серии установок для ГИС



17

### НИКА-154

двустороннее магнетронное напыление проводящих металлических слоёв



18

### НИКА-158

магнетронное одностороннее напыление проводниковых, резистивных и диэлектрических слоёв



19

### НИКА-145

двустороннее магнетронное напыление проводящих слоёв



20

### НИКА-138

одностороннее напыление проводниковых, резистивных и диэлектрических слоёв



21

### НИКА-127

плазмохимическое травление



22

# СОДЕРЖАНИЕ

## Установки специального назначения

Конструктивные решения



23

### НИКА-149

магнетронное напыление покрытий  
из магнитных и немагнитных материалов  
большой толщины



24

### НИКА-153

напыление тонких покрытий  
методом ионного распыления  
с мишеней любого состава и проводимости



25

### НИКА-134

плазмохимическое травление/осаждение



26

## Электронно-лучевое оборудование

Электронный нагрев

Разработка и производство оборудования



27

28

### ЭПА-120

электронно-лучевые пушки



29

30

# СОДЕРЖАНИЕ

## ЭЛП-168

пайка теплообменников  
высокотемпературными припоями  
в условиях высокого вакуума



31

## НИКА-165

электронно-лучевая сварка плотных швов  
цилиндрических или плоских деталей



32

## ЭЛИ

электронно-лучевые испарители



33

Блоки питания и управления  
электронным лучом



34

## Технологические устройства

Щелевой затвор  
с пневматическим приводом



36

РПГ радиочастотные генераторы плазмы  
безэлектродный генератор плазмы  
на основе индукционного ВЧ-разряда



37

# СОДЕРЖАНИЕ

## Линейка дуговых испарителей



38

## Линейка блоков питания



39



40

## Линейка ионных источников



41

## Линейка магнетронов



42

## Вакуумметры

**ВМ-Ц01 вакуумметр  
магниторазрядный цифровой**  
измерение высокого вакуума



43

**ВТ-РЦ01 вакуумметр Пирани**  
**терморезистивный цифровой**  
измерение низкого и среднего вакуума



44

## Серийная продукция



## Компоновка и размещение устройств



### Технологическая оснастка

Предназначена для размещения и перемещения покрываемых изделий. В зависимости от формы, размера и количества подложек, а также способа обработки изделия, установки серии НИКА® имеют два типа загрузки:

### Барaban



### Карусель

Оснащена механизмом вращения спутников. Перемещение фланца в зону обслуживания автоматизировано.



## Серийная продукция

**Вариант исполнения камеры:**  
Камера со смотровыми окнами  
Каждое окно оснащено  
поворотной заслонкой



**Монитор оператора:**  
Размещается  
на поворотной консоли

**Блоки питания**  
технологических  
устройств



Автоматическая  
система обратного  
водоснабжения  
устанавливается  
в сервисный шкаф

Панель подключения  
расположена в задней  
части установки

## Компоновка и размещение устройств

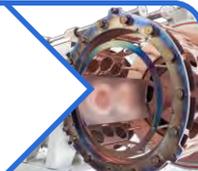
**Задний фланец**  
для установки и обслуживания  
технологических устройств



**Камера**  
Ø700 × 550  
оснащена рубашкой охлаждения



**Передний фланец**  
для загрузки изделий  
на карусель или барабан



**Смотровое окно**  
оснащено заслонкой  
Обеспечивает обзор состояния  
в закрытом положении



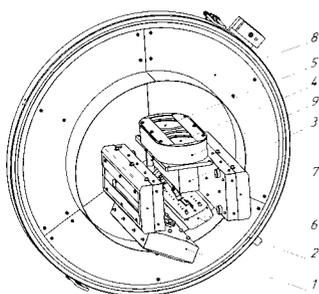
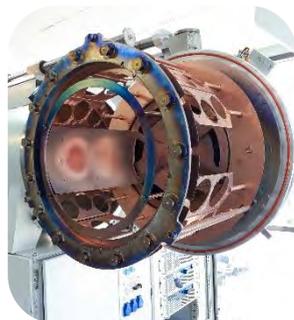
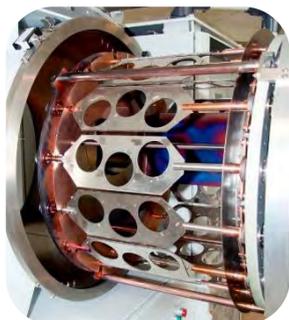
**Сервисный шкаф**  
для размещения  
вспомогательных устройств  
и систем охлаждения



**Шкаф управления**  
для размещения  
блоков питания  
технологических устройств  
и систем управления

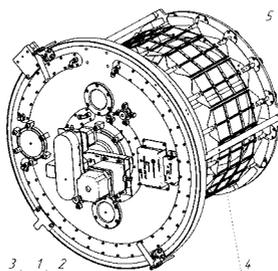


## Серийная продукция



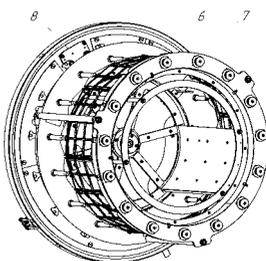
**Фланец технологических устройств:**

- 1 - нагреватель
- 2 - источник ионов
- 3,4,5 - испарители ТИМР
- 6,7 - планарные магнетроны
- 8 - сиффон



**Фланец карусели с носителями:**

- 1 - вакуумный ввод
- 2 - смотровое окно
- 3 - технологическое окно
- 4 - барабан
- 5 - носители
- 6 - ДТ
- 7 - заслонка



## Установки нанесения PVD покрытий Технология PVD



PVD технология	CAE	Pulsed-CAE	DCMS	HiPIMS	Hybrid
степень ионизации	● ● ●	● ● ●	●	● ● ●	● ● / ● ● ●
скорость осаждения покрытия	● ● ●	● ● / ● ● ●	● ●	●	● ● ●
адгезия к поверхности	● ● ●	● ● ●	● ●	● ● ●	● ● ●
шероховатость поверхности покрытия	●	● ●	● ● ●	● ● ●	● ● / ● ● ●
остаточное напряжение покрытия	● ● ●	● ●	● ●	●	● ●
микроинструмент	×	×	●	● ● ●	● ● / ● ● ●
инструменты обычных размеров	● ● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ●

**CAE** (Cathodic Arc Evaporation) – вакуумное дуговое испарение

**Pulsed CAE** – импульсное вакуумное дуговое испарение

**DCMS** (Direct Current Magnetron Sputtering) – магнетронное распыление постоянным током

**HiPIMS** (High-power Impulse Magnetron Sputtering) – высокоомощное импульсное магнетронное распыление

**DLC** (Diamond-Like Coating) – алмазоподобное углеродное покрытие

**IPVD** (Ionized Physical Vapour Deposition) – ионизированное физическое осаждение из паровой фазы

**PARMS** (Plasma Assisted Reactive Magnetron Sputtering) – реактивное магнетронное напыление ассистированное плазмой

## Установка нанесения PVD покрытий НИКА-166



### Назначение:

сложные многокомпонентные и/или многослойные покрытия методом магнетронного или вакуумнодугового напыления

### Базовая комплектация установки:

- Камера с подъемным фланцем с каруселью;
- Источник ионов для предварительной очистки и активации;
- Нагреватель;
- Четыре устройства напыления: магнетроны или дуговые испарители на откидных фланцах для удобства обслуживания.

Параметр	Значение
Максимальная потребляемая мощность, кВт	24
Размер камеры, мм	Ø500 × 400
Зона загрузки карусели, мм	Ø350 × 250
Зона обработки, мм	Ø350 × 200
Реализуемые технологии (в зависимости от комплектации)	CAE, DCMS, HiPIMS, IPVD, PARMS, Hybrid
Габаритный размер (Д × Ш × В), мм	1450 × 1000 × 2100
Масса установки общая, кг	не более 800



## Установка нанесения PVD покрытий НИКА-170



### Назначение:

сложные многокомпонентные и/или многослойные покрытия методом магнетронного или вакуумнодугового напыления

### Базовая комплектация установки:

- Карусель для размещения обрабатываемых изделий с загрузочной тележкой;
- Источник ионов для предварительной очистки и активации;
- Нагреватель;
- Четыре устройства напыления: магнетроны или дуговые испарители на откидных фланцах для удобства обслуживания.

Параметр	Значение
Максимальная потребляемая мощность, кВт	90
Размер камеры, мм	Ø700 × 750
Зона загрузки карусели, мм	Ø520 × 500
Зона обработки, мм	Ø520 × 400
Реализуемые технологии (в зависимости от комплектации)	CAE, DCMS, HiPIMS, PARMS, Hybrid
Габаритный размер (Д × Ш × В), мм	1960 × 1120 × 2100
Масса установки общая, кг	не более 1500



## Установка нанесения PVD покрытий НИКА-151



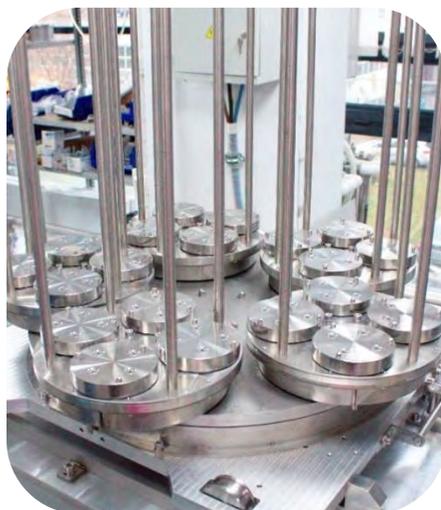
### Назначение:

сложные многокомпонентные и/или многослойные покрытия методом магнетронного или вакуумнодугового напыления

### Базовая комплектация установки:

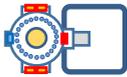
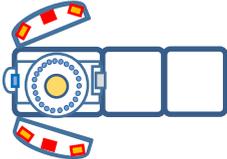
- Карусель для размещения обрабатываемых изделий с загрузочной тележкой;
- Источник ионов для предварительной очистки и активации;
- Нагреватели;
- Четыре устройства напыления: магнетроны или дуговые испарители на откидных фланцах для удобства обслуживания.

Параметр	Значение
Максимальная потребляемая мощность, кВт	120
Размер камеры, мм	Ø700 × 970
Зона загрузки карусели, мм	Ø665 × 730
Зона обработки, мм	Ø665 × 650
Реализуемые технологии (в зависимости от комплектации)	CAE, DCMS, HiPIMS, PARMS, Hybrid
Габаритный размер (Д × Ш × В), мм	2733 × 1230 × 2260
Масса установки общая, кг	не более 2500



## Установки нанесения PVD покрытий Сравнительные характеристики



Характеристики	НИКА-166	НИКА-170	НИКА-151
Зона обработки, мм	Ø 330 × 200	Ø 520 × 400	Ø 665 × 650
Мощность, кВт	... до 30	... до 50	... до 120
Зона обслуживания, м <sup>2</sup>	3 × 5	4 × 6	4,5 × 7
Габариты, мм	900 × 1700 × 2100	1450 × 1000 × 2100	2733 × 1230 × 2260
Масса, кг	не более 850	не более 1000	не более 2500
			



## Установки нанесения PVD покрытий Инструментальная оснастка



### Системы инструментальной оснастки

для нанесения PVD покрытий на изделия различного диаметра и длины позволяют обрабатывать в одной партии концевой инструмент различного размера. Обеспечивает максимальное использование объема зоны загрузки.

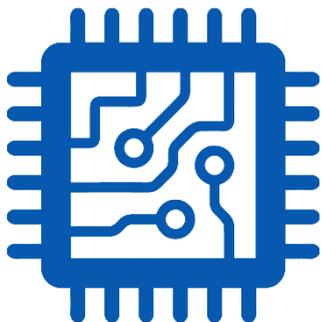
Оснастка стандартная и взаимно совместимая для установок серий НИКА-166, НИКА-170 и НИКА-151, а также совместим с некоторыми установками иностранного производства.

Для перемещения карусели с оснасткой в рабочую камеру, выпускаются специальные загрузочно-транспортные тележки.

Характеристики	НИКА-166	НИКА-170	НИКА-151
Модель карусели с оснасткой			
Зона загрузки (ØxВ), мм	Ø330 × 250	Ø520 × 400	Ø665 × 650
Максимальный вес загрузки, кг	не более 20	не более 100	не более 200
Суммарная загрузка, шт. - для фрез - Ø10×25×72	6 сателлитов по 15 шт. в 2 яруса Загрузка: <b>180 шт.</b>	7 сателлитов по 20 шт. в 4 яруса Загрузка: <b>560 шт.</b>	20 сателлитов по 16 шт. в 6 ярусов Загрузка: <b>1920 шт.</b>



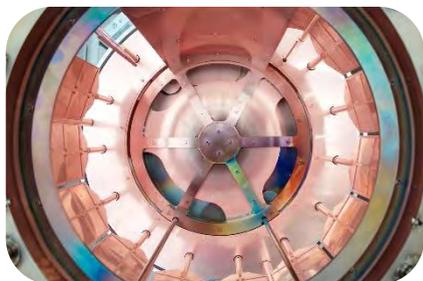
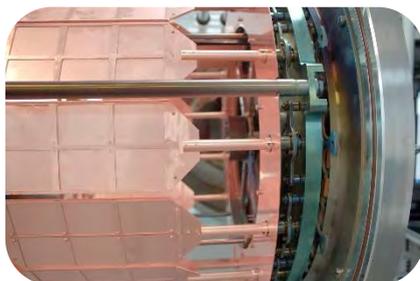
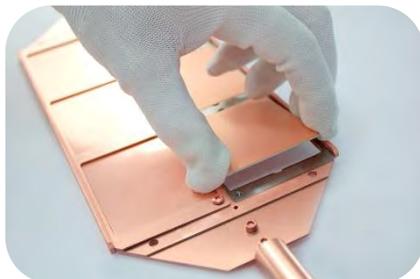
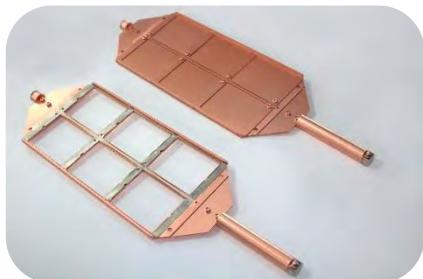
## Комплекс установок для ГИС Популярные серии установок для ГИС



Специально для производства **ГИС гибридных интегральных схем** разработан комплекс вакуумных установок для травления и напыления проводящих и резистивных слоёв. Все установки выполнены на базе стандартных решений установок серии НИКА®.

В зависимости от требований вашего производства Вы сможете выбрать исполнения:

- с низкой и высокой производительностью – от 60 до 130 пластин в одном цикле;
- с односторонним и двухсторонним напылением;
- с высокоскоростным напылением – скорость напыления до 1 мкм/мин по меди.



## Установка магнетронного напыления НИКА-154



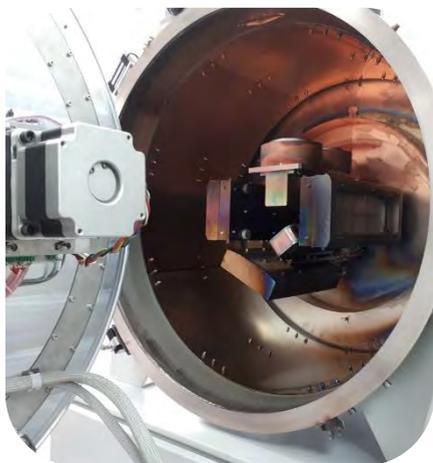
### Назначение:

двустороннее магнетронное напыление проводящих металлических слоев Cr, Ni, Ti, Ag, Cu, толщиной 2-50 мкм

### Особенности:

- Предварительная ионная очистка;
- Два планарных магнетрона для нанесения вспомогательных слоёв (хром, титан, никель);
- Контроль толщины подслоя по свидетелю сопротивления;
- Скоростное напыление методом термического испарения в магнетронном разряде (ТИМР) - до 0,5 мкм/мин при двустороннем напылении.

Параметр	Значение
Номинальная потребляемая мощность, кВт	15
Количество подложек при двустороннем напылении:	90
• 60×48	30
• Ø100	45
• Ø76	
Неоднородность толщины слоя, не хуже, %	3
Рабочие газы	аргон, кислород
Количество каналов газонапуска, шт.	2
Габаритный размер (Д × Ш × В), мм	1620 × 1520 × 2060
Масса установки общая, кг	не более 1000



## Установка магнетронного напыления НИКА-158



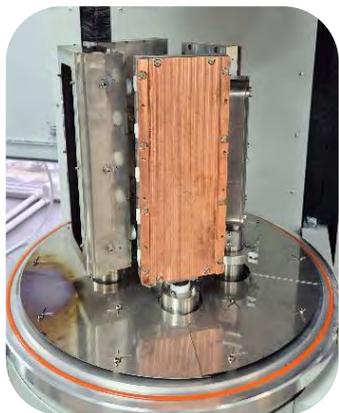
### Назначение:

одностороннее напыление проводниковых, резистивных и диэлектрических слоёв толщиной до 3 мкм

### Особенности:

- Три планарных магнетрона для нанесения многослойных покрытий;
- Ионная очистка;
- Нагрев до 350°C;
- Контроль толщины резистивного слоя по свидетелю сопротивления;
- Реактивное напыление резистивных слоёв с регулируемым ТКС и удельным сопротивлением.

Параметр	Значение
Номинальная потребляемая мощность, кВт	10
Размер камеры, мм	Ø500 × 400
Максимальное количество одновременно загружаемых подложек 60×48	60
Максимальное количество одновременно загружаемых подложек 30×24	240
Максимальное количество одновременно загружаемых подложек диаметром 100	20
Рабочие газы	аргон, кислород, азот
Количество каналов газонапуска, шт.	2...3
Габаритный размер (Д × Ш × В), мм	1400 × 840 × 2130
Масса установки общая, кг	не более 750



## Установка магнетронного и термического напыления НИКА-145



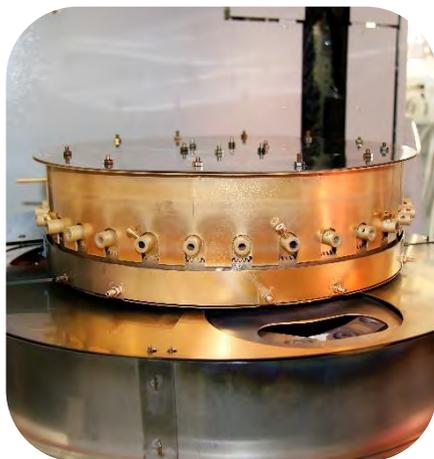
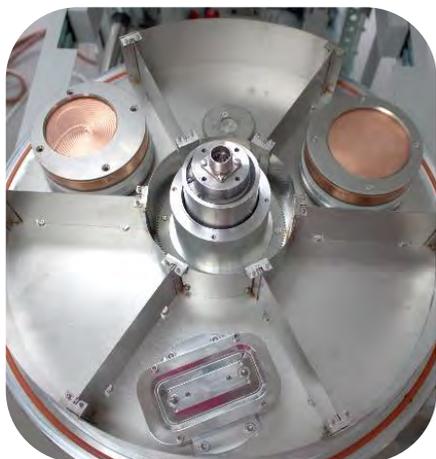
### Назначение:

двухсторонняя металлизация, нанесение тонких металлических пленок на обе стороны подложки

### Базовая комплектация установки:

- Карусель для напыления на вращающиеся изделия;
- Нагрев до 350°C;
- Ионный источник для очистки поверхности;
- Три устройства для нанесения покрытия: магнетроны или термические испарители.

Параметр	Значение
Максимальная потребляемая мощность, кВт	8
Напряжение питания, В	380 (10±15) %
Размер камеры, мм	Ø500 × 400
Предельный вакуум, Па	не более $3 \cdot 10^{-4}$
Время достижения предельного вакуума, мин *с момента открытия затвора	не более 120
Рабочие газы	аргон, кислород
Количество каналов газонапуска, шт.	2
Габаритный размер (Д × Ш × В), мм	1460 × 1400 × 2100
Масса установки общая, кг	не более 600



## Установка нанесения проводящих и резистивных слоёв НИКА-138



### Назначение:

одностороннее напыление проводящих, резистивных и диэлектрических слоёв толщиной до 3 мкм методами термического испарения и магнетронного распыления

### Базовая комплектация установки:

- Реактивное напыление резистивных слоёв с регулируемым ТКС и удельным сопротивлением;
- Нагрев до 350°C;
- Три устройства для нанесения многослойны покрытий: магнетроны или термические испарители;
- Термические испарители могут быть оснащены вибробункером, используемым для подачи порошковых материалов при напылении методом взрывного испарения;
- Ионная очистка.

Параметр	Значение
Максимальная потребляемая мощность, кВт	15
Размер камеры, мм	Ø500 × 400
Максимальное количество одновременно загружаемых подложек 60×48	15
подложек 30×24	60
Максимальное количество одновременно загружаемых подложек диаметром 100	7
Время выхода/входа на рабочий вакуум, мин *при повторной откачке после проведённого процесса в чистой камере	не более 20
Рабочие газы	азот, аргон, кислород, водород, гелий
Количество каналов газонапуска, шт.	2...3
Габаритный размер (Д × Ш × В), мм	1630 × 1420 × 2100
Масса установки общая, кг	не более 850



## Установка плазмохимического травления НИКА-127



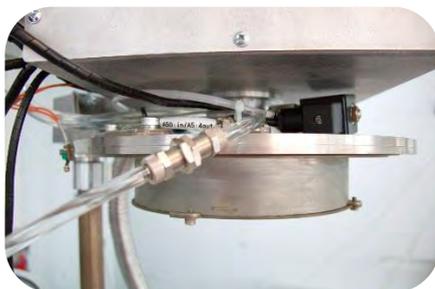
### Назначение:

глубокое анизотропное травление кремния и кварца, изотропное травление кремния, и травление металлизации в аргоне, хлоре, фреоне

### Базовая комплектация установки:

- Радиочастотный генератор плазмы РПГ-250;
- Стол высокочастотный автоматический СВА-200;
- Шлюз для загрузки подложек;
- Подъемник камеры с реактором.

Параметр	Значение
Установленная мощность, кВт	5,7
Рабочие газы	аргон, кислород, азот, CF4
Количество каналов газонапуска, шт.	4-6
Зона обработки, мм	200
Равномерность в зоне обработки, %, не хуже	2
Габаритный размер (Д × Ш × В), мм	2100 × 1100 × 1930
Масса установки общая, кг	не более 700



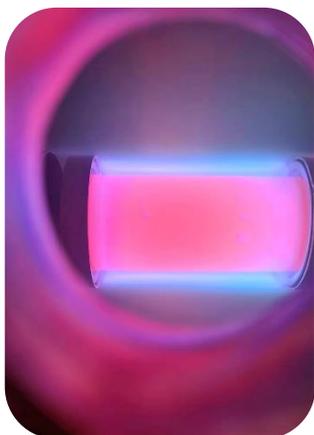
## Установки специального назначения Конструктивные решения



Установки вакуумного напыления специального назначения - высокотехнологичное оборудование для решения узкоспециализированных задач в различных отраслях промышленности. В отличие от стандартных установок серии НИКА®, установки специсполнения характеризуются уникальными конструктивными решениями, адаптированными под специфические требования заказчика.

Специсполнение может включать в себя:

- **Нестандартные размеры камеры** – для обработки крупногабаритных деталей или изделий сложной геометрической формы;
- **Особые режимы напыления** – использование специфических газов, многокомпонентных мишеней, высокотемпературных процессов или особых режимов контроля параметров процесса;
- **Интеграция дополнительных модулей и устройств** – включение в установку систем контроля и управления, специализированных источников питания, систем очистки и подготовки поверхности, а также других модулей, необходимых для достижения требуемых свойств покрытия;
- **Материалы камеры и компонентов** – использование специальных материалов, стойких к агрессивным средам или экстремальным условиям эксплуатации. Например, применение коррозионно-стойких сталей, керамики или других материалов, гарантирующих долговечность и надежность установки;
- **Уникальные системы контроля процесса** – включая высокоточные датчики, системы мониторинга и управления, позволяющие обеспечить воспроизводимость и стабильность параметров процесса напыления.



## Установка магнетронного напыления НИКА-149



### Назначение:

нанесение покрытий из магнитных и немагнитных материалов большой толщины.

Напыление производится на изделия, расположенные на карусели вокруг кольцевого магнетрона.

Высота мишени магнетрона выбирается в зависимости от требуемой ширины зоны напыления



Кольцевой магнетрон в работе

Параметр	Значение
Максимальная потребляемая мощность, кВт	20
Время выхода/входа на рабочий вакуум, мин *при повторной откачке после проведённого процесса в чистой камере	не более 20
Рабочие газы	азот, аргон
Количество каналов газонапуска, шт.	1
Габаритный размер (Д × Ш × В), мм	1460 × 840 × 2130
Масса установки общая, кг	не более 650



## Установка ионного распыления НИКА-153



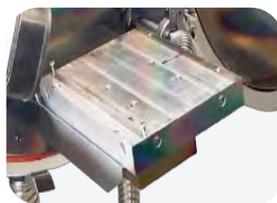
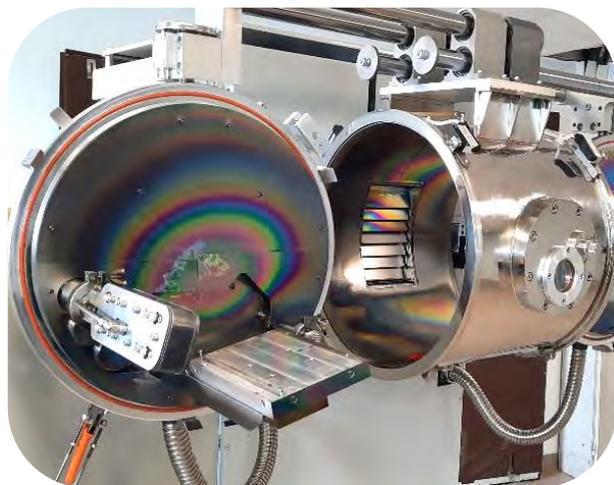
### Назначение:

напыление тонкоплёночных покрытий на подложки, методом ионного распыления, с мишеней любого состава и проводимости

### Установка оснащена:

- Держателем мишеней размером 100 × 200 мм;
- Ионным источником с анодным слоем.

Параметр	Значение
Номинальная потребляемая мощность, кВт	4
Максимальный размер подложки, мм	200 × 200
Неоднородность напыления, не хуже, %	1
Размер мишени, мм	100 × 200
Рабочие газы	аргон, кислород, азот
Количество каналов газонапуска, шт.	2
Охлаждение	водяное
Габаритный размер (Д × Ш × В), мм	1380 × 1200 × 2130
Масса установки общая, кг	не более 600



Мишенедержатель



Водоохлаждаемый стол

## Установка плазмохимического травления/осаждения НИКА-134



### Назначение:

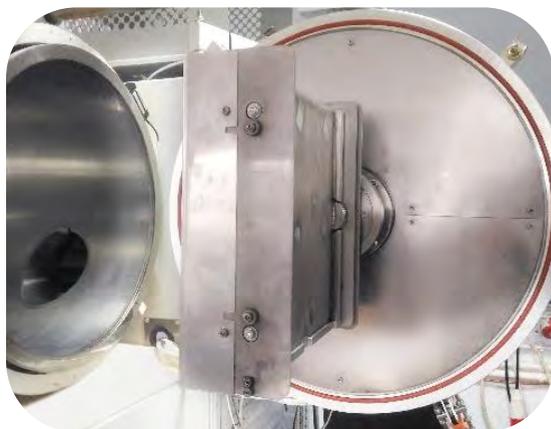
плазмохимическое травление, осаждение в высокочастотном магнетронном разряде подложек  $\varnothing 100$  мм

Обработка производится с двух сторон плоского электрода с рабочей зоной  $200 \times 200$  мм



ВЧ-магнетрон в работе

Параметр	Значение
Номинальная потребляемая мощность, кВт	10
Размер зоны обработки, мм	$200 \times 200$
Осаждаемые покрытия	Si, Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> , SiO <sub>2</sub> , (SiO) <sub>x</sub> C <sub>y</sub> H <sub>z</sub>
Рабочие газы	аргон, водород, кислород, фториды, силаны, силаны
Количество каналов газонапуска, шт.	1...3
Охлаждение	водяное
Габаритный размер (Д × Ш × В), мм	$1650 \times 1450 \times 2100$
Масса установки общая, кг	не более 650



ВЧ-магнетрон



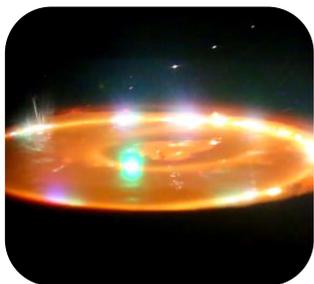
#### Технологии:

- Плавки и рафинирования тугоплавких, жаропрочных, химически активных металлов и сплавов: титана, никеля, ниобия, циркония, гафния, молибдена, тантала, вольфрама и специальных марок сталей;
- Испарения металлов при нанесении покрытий, производстве фольги, полупроводниковых приборов;
- Испарения веществ для получения массивных деталей из несплавляемых материалов, например, сплава медь-молибден;
- Литья изделий из жаропрочных и тугоплавких металлов;
- Изготовления многокомпонентных сплавов для мишеней магнетронных распылителей.



#### Преимущества электронного нагрева:

- Возможность ведения непрерывного процесса от выплавки изделий из исходного сырья до получения готовых изделий, что обеспечивает в 2...3 раза меньший, по сравнению с традиционными методами нагрева, расход энергии на единицу конечного продукта;
- Очень высокая скорость испарения материалов, обеспечивающая производительность напылительных установок, недостижимую другими методами.



## Электронно-лучевое оборудование Разработка и производство оборудования



«ЛВТ+» специализируется на разработке и производстве вакуумного технологического оборудования для напыления покрытий, включая электронно-лучевые устройства.

Широкий спектр промышленного электронно-лучевого оборудования, в том числе:

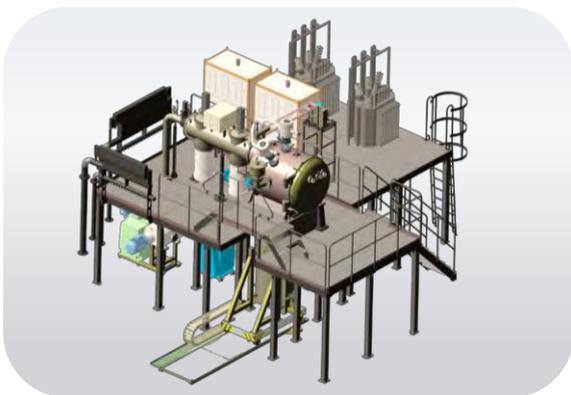
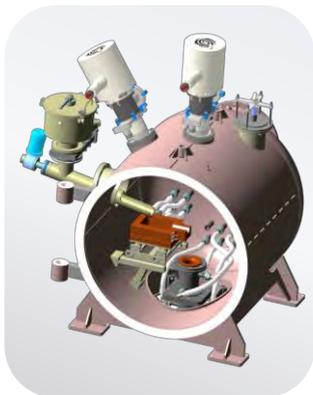
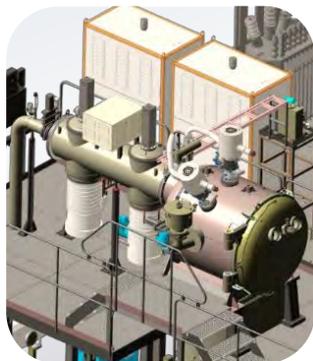
- Электронно-лучевые испарители с разворотом пучка на 180° и 270°;
- Испарители с электронным нагревом с кольцевым катодом;
- Блоки питания для испарителей от 3 до 12 кВт;
- Блоки управления электронным лучом.

Технологические устройства вакуумных систем Российского производства

Серийные решения, разработка и изготовление оборудования под Заказ

Сервис и постгарантийное обслуживание в постоянном доступе

Разумный срок поставки



## Электронно-лучевые пушки ЭПА-120



Серийные электронно-лучевые пушки с маркировкой **ЭПА – Электронная Пушка Аксиальная** и содержат одну ступень дифференциальной откатки и одну магнитную линзу.

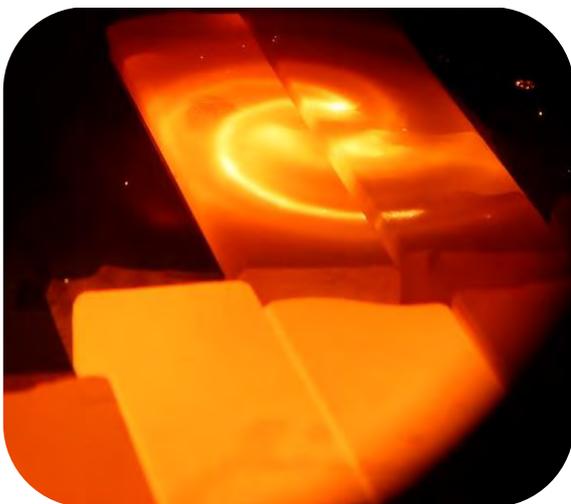
Мощность пучка регулируется изменением тока эмиссии катода, либо величиной ускоряющего напряжения. Широкий диапазон рабочих мощностей позволяет выполнять одной пушкой, как интенсивный нагрев, так и тонкие операции.

Функциональная взаимозаменяемость пушек разных номиналов, установленных на одной печи или камере, позволяет обойтись в указанном диапазоне мощностей всего двумя типоразмерами пушек.

Для удобства монтажа откатной патрубков пушки может разворачиваться под любым углом относительно её отклоняющей системы, оси которой могут быть установлены в любой ориентации относительно технологической установки.

Питание подводится к пушкам через кабельные вводы по трём высоковольтным кабелям, сечение жилы которых составляет всего 4 мм<sup>2</sup>.

Пушками серии ЭПА можно заменять устаревшие и выработавшие свой ресурс пушки серии ЭП (СССР), ЕН и KSR (Германия), результаты замены эффективны.



## Электронно-лучевые пушки ЭПА-120



Высокоэффективное решение для плавки, пайки и рафинирования металлов, деталей, сплавов и теплообменников.

Благодаря аксиальной конструкции электронного луча обеспечивается высокая концентрация энергии в узкой зоне, высокая скорость и точность обработки.

Преимущества использования ЭПА-120:

- **Эффективность** – концентрированный электронный луч обеспечивает глубокий и быстрый нагрев материала, что сокращает время обработки и энергопотребление;
- **Точность** – контроль зоны воздействия луча, обеспечивая высокую точность плавки, пайки;
- **Универсальность** – ЭПА-120 применяется для обработки широкого спектра металлов, сплавов и материалов, включая трудноплавкие;
- **Минимальное окисление** – рабочий процесс происходит в вакуумной камере, что минимизирует окисление и загрязнение материала;
- **Высокое качество сварного шва, плавки и рафинирования, без дефектов и неоднородностей;**

Результат применения пушек ЭПА:

высокая производительность, качество продукции и снижение затрат различных отраслей промышленности.



## Установка электронно-лучевой пайки ЭЛП-168



### Назначение:

пайка теплообменников высокотемпературными припоями в условиях высокого вакуума

### Особенности:

- Вакуумная камера размером:  $\text{Ø}1600 \times 1600 \text{ мм}$ ;
- Зона обработки:  $\text{Ø}1000 \times \text{h}600 \text{ мм}$ ;
- Контроль температуры осуществляется по термопаре и/или тепловизору.

### Вакуумная камера установки оснащена:

- Пушкой электронной аксиальной ЭПА-120;
- Столом для установки и вращения заготовок с вакуумным вводом;
- Смотровым окном с пневмозаслонкой;
- Смотровым окном с ручной заслонкой для установки видеокамеры;
- Смотровыми окнами с ручными заслонками - 2 шт.

Параметр	Значение
Максимальная потребляемая мощность, кВт	100
Рабочий вакуум, Па	не более $5 \cdot 10^{-3}$
Предельный вакуум, Па	не более $5 \cdot 10^{-4}$
Время достижения рабочего вакуума, мин *с момента открытия затвора	не более 60
Максимальная рабочая температура пайки, °С	1500
Габаритный размер (Д × Ш × В), мм	1620 × 1520 × 2060
Масса установки общая, кг	не более 3860



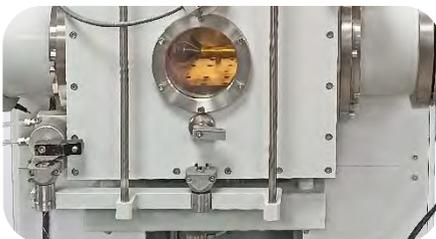
## Установка электронно-лучевой сварки НИКА-165



**Назначение:**  
электронно-лучевая сварка плотных швов  
цилиндрических или плоских деталей



Параметр	Значение
Номинальное напряжение питания, В	380
Частота тока номинальная, Гц	50
Максимальный размер изделий ( $\varnothing \times \text{Д}$ ), мм	$\varnothing 150 \times 250$
Рабочее давление в вакуумной камере, Па	не более $1 \cdot 10^{-4}$
Рабочее давление в анодном блоке источника электронов, Па	не более $5 \cdot 10^{-5}$
Время достижения рабочего вакуума, мин *при постоянном режиме работы	не более 20
Габаритный размер (Д $\times$ Ш $\times$ В), мм	2020 $\times$ 2100 $\times$ 2650
Масса установки общая, кг	не более 1700



## Электронно-лучевые испарители ЭЛИ



Испарители серии ЭЛИ номинальной мощностью 10 кВт предназначены для использования в вакуумных технологических установках для нанесения покрытий методом электроннолучевого испарения диэлектриков, полупроводниковых материалов и металлов в вакуумной среде.

### Особенности:

- Разворот электронного пучка на 270° обеспечивает защиту изоляторов катодного узла пушки от запыления испаряемым материалом;
- Тигель выполнен с возможностью поворота, как в пошаговом, так и в непрерывном режиме;
- Электронно-лучевые испарители серии ЭЛИ является аналогом испарительных пушек, используемых в установках серии Оратория-9.

Параметр	Значение
Максимальная потребляемая мощность, кВт	10
Максимальный ток пучка, А	1
Максимальный ток катушки, А	1
Номинальное сопротивление катушек, Ом	11 ± 1
Давление в камере, не менее, Па	1,0
Объем тигля, см <sup>3</sup>	115
Охлаждение	водяное
Габаритный размер (Д × Ш × В), мм	не более 234 × 120 × 169
Масса устройства, кг	не более 8,5



## Электронно-лучевое оборудование Блоки питания и управления электронным лучом



Специализированные блоки питания и управления электронно-лучевыми технологическими устройствами – критически важный компонент систем, использующих сфокусированный пучок электронов для выполнения различных задач, таких как сварка, наплавка, термообработка, напыление, литография и микроскопия.

Обеспечивают стабильное и прецизионное управление параметрами электронного луча, определяя конечные результаты обработки.



### **Блок питания электронно-лучевой пушки БП 367**

– обеспечивает коммутацию линейных электродуговых испарителей, используемых в процессах вакуумного нанесения покрытий.

#### **Особенности:**

- Два канала;
- Два инверторных преобразователя к каждому каналу.



### **Блок управления электронно-лучевой пушкой БП 361**

– управляет положением и фокусировкой электронного луча пушек серии ЭПА по поверхности образца или мишени, обеспечивает нагрев нескольких объектов внутри вакуумной технологической камеры. Комплектуется пультом управления.

#### **Особенности:**

- Точное позиционирование луча и сканирование поверхности;
- Регулировка размера и формы электронного луча на обрабатываемом изделии.

## Комплектующие Технологические устройства

«ЛВТ+» – один из ведущих разработчиков и производителей вакуумных установок и ключевых компонентов вакуумных систем в России.

Многолетний опыт, инновационный подход, надежные, высокоэффективные и адаптируемые решения для нужд современной российской радиоэлектронной промышленности и машиностроения.

Линейка продукции включает магнетроны, ионные источники, вакуумметры, генераторы плазмы, нагреватели из композитного углеродного материала, термические и дуговые испарители, ВЧ и электронно-лучевое оборудование, специализированные блоки питания, вакуумные затворы и вибродозаторы порошковых материалов, комплекты ЗИП и другое.



## Щелевой затвор с пневматическим приводом



Щелевой затвор шибберного типа для герметичного перекрытия технологических щелей в вакуумных установках.

Совместим по посадочным размерам с аналогами производства VAT и НТС.

### Особенности:

- Привод пневматический, двустороннего действия;
- Затвор осуществляет подачу круглых, квадратных подложек размером до 200 мм;
- Срок поставки – 1-2 месяца.

Параметр	Значение
Материал уплотнения:	
• штока	манжета
• затвора	витонное O-кольцо
Количество циклов, при своевременном обслуживании	1 000 000
Температура эксплуатации, °С	20...100
Скорость натекания по гелию, л/сек.	от $1 \cdot 10^{-9}$
Рабочее давление сжатого воздуха, бар	от 4,5 до 6
Время открытия/закрытия, сек.	0,6...1,0
Диапазон давления, мбар	от $1 \cdot 10^{-9}$ до 1
Размер щели, мм	не более 236 × 46
Габаритный размер (Д × Ш × В), мм	не более 389 × 340 × 50
Масса устройства, кг	не более 12,5



## Радиочастотные генераторы плазмы РПГ



**Безэлектродный радиочастотный генератор плазмы** на основе высокочастотного индукционного разряда трансформаторно-связанной плазмы ТСП. Создает и поддерживает поток газоразрядной низкотемпературной плазмы высокой плотности в непрерывном режиме.

### Особенности:

- Высокая однородность обработки поверхности – **до 2% на диаметре Ø 200 мм**;
- Несколько вариантов исполнения;
- Рабочая поверхность устройства защищена съёмным кварцевым экраном;



### Технологии:

- Ионное и плазмо-химическое травление;
- Ионно-плазменную обработку поверхности;
- Полировку и карбидизацию;
- Азотирование;
- PVD-ассистирование и PECVD;
- Реактивное травление;
- Высокоэффективную и быструю очистку поверхности;
- Осаждение диэлектриков, в том числе и реактивное.



## Линейка дуговых испарителей



**Дуговые испарители торцевого типа** для генерации плазмы и испарения материала катода в PVD.

**Преимущества:**

- Высокая скорость осаждения;
- Улучшенная ионизация;
- Легкая интеграция в любые системы, для получения многослойных покрытий;
- Экономичность процесса (редкая смена катодов).

**Применение:**

- Износостойкие покрытия – TiN, CrN, AlTiN на инструмент, штампы и пресс-формы;
- Декоративные покрытия – на различные изделия;
- Защитные коррозионно- и жаростойкие покрытия;
- Функциональные покрытия – нанесение тонких пленок металла с определенными электрическими, оптическими или магнитными свойствами.



**Линейные электродуговые испарители ЛЭДИ** для равномерного распределения материала и получения покрытий с однородной толщиной.

**Преимущества:**

- Равномерность нанесения: для больших площадей и сложных геометрий;
- Высокая скорость: увеличение производительности;
- Улучшенная адгезия: Создание плотных и стойких покрытий;
- Возможность испарения металлов, сплавов и керамик;
- Легкая интеграция в любые вакуумные системы.

**Применение:**

- Микроэлектроника: проводящие и диэлектрические пленки;
- Оптика: просветляющие и отражающие покрытия;
- Инструмент: износостойкие и антикоррозионные покрытия;
- Нанесение декоративных покрытий TiN, ZrN;
- Солнечная энергетика: тонкопленочные элементы.

## Линейка блоков питания



«ЛВТ+» изготавливает специализированные блоки питания технологических устройств, которые могут оснащаться дополнительными устройствами и комбинироваться в соответствии со спецификой их технологического применения. В зависимости от функции и количества используемых устройств, блоки питания поставляются, как одно-канальные, так и четырёх-канальные.



**Блок питания БП 350 – поставляется в комплекте с Вибробункером,** применяется для взрывного термического испарения порошка - Explosive Evaporation - для переноса материала на подложку с сохранением стехиометрического состава компонентов в напылённом слое. Управление блоком производится с лицевой панели вручную, либо удалённо по интерфейсу RS-485, протоколу Modbus RTU.



**Блок питания ионного источника 1 кВт БП 351 –** обеспечивает стабильное электропитание и нагрузку регулируемым напряжением постоянного тока мощностью до 1 кВт, необходимое для создания и поддержания плазмы в ионном источнике и его корректной работы.

**Особенности:**

- Защита от пробоя: быстродействующая по току;
- Защита от дуги: по снижению напряжения.



**Блок питания ионного источника 6 кВт БП 356 –** для одновременного и независимого управления двумя ионными источниками мощностью 3 кВт каждый. Такое решение находит применение в различных технологических процессах, требующих высокой производительности и при нанесении многослойных покрытий, где используется параллельная или последовательная работа двух ионных источников.

**Особенности:**

- Система управления и контроля газонапуска (от одного до двух каналов).



**Блок питания импульсного дугового испарителя БП 346** – для генерации коротких, мощных импульсов тока, необходимых для создания и поддержания дугового разряда в вакууме в технологии испарения импульсного дугового осаждения (PLD – Pulsed Laser Deposition) материала мишени (катода).

**Особенности:**

- Генерация импульсов высокой мощности, их стабильность и повторяемость;
- Регулировка параметров импульса;
- Управление дугой;
- Защита от перегрузок и коротких замыканий.



**Блок питания дугового испарителя БП 357**

– выпускается в различных вариантах исполнения и предназначен для электропитания регулируемым постоянным током:

○ **Двух дуговых испарителей**

– в состав блока входит система управления и контроля обеспечивающая управление двумя каналами тока с системами поджига дуги и два блока управления катушками испарителя.

○ **Линейного дугового испарителя**

– положение катодного пятна дуги контролируется по сигналам с двух датчиков, расположенным у концов мишени испарителя.



**Блок питания электронно-лучевого испарителя БП 352**

– ключевой компонент системы электронно-лучевого осаждения (**E-beam evaporation**), процесса, используемого для нанесения тонких пленок и покрытий в вакууме, обеспечивает питание накалов и анодного напряжения двух электронно-лучевых испарителей с индивидуальными настройками для каждого из них.

**Особенности:**

- Два канала работают попеременно;
- Защита от пробоя: отключение с АВП;
- Защита от перегрузки: быстродействующая по току.



**Ионные источники «ЛВТ+»** обеспечивают стабильную генерацию ионных потоков с заданными параметрами энергии и тока, низкое энергопотребление и простоту в эксплуатации, и предлагает конкретные решения для задач по напылению различных материалов.

**Назначение:**

ионно-лучевое распыление и модификация поверхности, ионная имплантация, ассистирование при напылении и ионное травление подложек.

Два типа ионных источников:



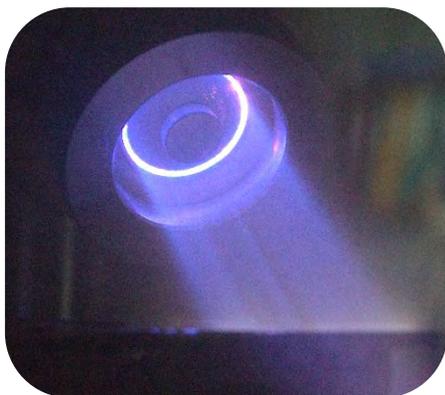
**Малогабаритные круглые ионные источники с трубчатым пучком**

Компактные и эффективные, обеспечивают высокую плотность ионного тока и подходят для обработки небольших площадей.

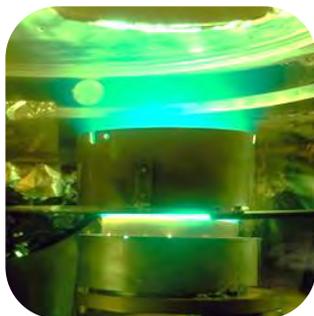
Для задач, требующих высокой локализации и прецизионного управления ионным потоком.

**Протяженные ионные источники длиной до 700 мм**

Для обработки больших поверхностей, обеспечивая равномерную ионную бомбардировку, идеально подходят для промышленного нанесения покрытий, где требуется высокая производительность и однородность получаемой поверхности.



## Линейка магнетронов



Магнетронные распылительные системы для широкого спектра производственных и исследовательских задач.

### Малогабаритные круглые магнетроны диаметром Ø100 мм.

Компактные и эффективные источники плазмы, идеально подходящие для исследовательских целей, прототипирования и небольших производственных линий. Обеспечивают превосходную однородность осаждения на небольших подложках.

#### Особенности:

- Конструкция обеспечивает отвод тепла от магнитов без контакта магнитов с водой.

#### Варианты исполнения круглых магнетронов:

- С хвостовиками различных типоразмеров
- Сверхскоростные
- Герметичные
- С заслонкой и приводом
- Высокочастотные



### Протяженные магнетроны с рабочей зоной от 145 до 700 мм.

Высокопроизводительное нанесение тонких пленок на большие площади. Для распыления мишеней из проводящих материалов, обеспечивая высокую скорость осаждения и превосходную однородность покрытия. Идеальны для промышленного применения.

#### Особенности:

- Размеры мишеней – от 200 до 800 мм.

#### Варианты исполнения протяженных магнетронов:

- Обычные
- Сверхскоростные
- С перемещаемой магнитной системой,
- В герметичном корпусе
- С заслонками.



## Вакуумметр магниторазрядный цифровой ВМ-Ц01



### Вакуумметр российского производства ВМ-Ц01

предназначен для измерения давления в диапазонах высокого вакуума. Работает совместно с контроллером вакуумных датчиков или под управлением стандартного компьютера. Поставляется с бесплатной специализированной программой подключения.

- Внесён в Госреестр СИ и ФГИС «Аршин». **Регистрационный номер 84678-22.**
- Внесён в реестр МИНПРОМТОРГ России Государственную информационную систему промышленности ГИСП.

Параметр	Значение
Номинальное напряжение питания, В	24 (± 10 %)
Потребляемая мощность, Вт	не более 9,0
Напряжение питания, В	16..32
Рабочий диапазон давлений, Па	от $1 \cdot 10^{-7}$ до 1
Диапазон измерений давлений, Па	от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-1}$
Тип датчика измерения давления	встроенный преобразователь
Тип присоединения	KF-25 ( фланец Ø 40 мм )
Интерфейс	RS-485
Протокол передачи данных	ModBus RTU
Габаритные размеры (Д × Д), мм	не более Ø70 × 133
Масса устройства, кг	не более 0,45



## Вакуумметр Пирани терморезистивный цифровой ВТ-РЦ01



**Вакуумметр российского производства ВТ-РЦ01** предназначен для измерения давления в диапазонах низкого и среднего вакуума. Работает совместно с контроллером вакуумных датчиков или под управлением стандартного компьютера. Поставляется с бесплатной специализированной программой подключения.

- Внесён в Госреестр СИ и ФГИС «Аршин». **Регистрационный номер 81993-21.**
- Внесён в реестр МИНПРОМТОРГ России Государственную информационную систему промышленности ГИСП.

Параметр	Значение
Номинальное напряжение питания, В	24 (±10 %)
Потребляемая мощность, Вт	не более 6,0
Напряжение питания, В	16..32
Рабочий диапазон давлений, Па	от $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^5$
Диапазон измерений давлений, Па	от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^3$
Тип датчика измерения давления	встроенный преобразователь
Тип присоединения	KF-25 ( фланец Ø 40 мм ) KF-16 ( фланец Ø 30 мм )
Интерфейс	RS-485
Протокол передачи данных	ModBus RTU
Габаритный размер (Д × Ш × В), мм	не более 136 × 55 × 60
Масса устройства, кг	не более 0,25



# ПОКРЫТИЯ

	Цвет	Твёрдость, HV	Максимальная температура, °C	Теплопроводность (кВт/мК)	Вид обработки	Материалы для обработки	Особенности
TiN	Золотой	2200	< 600°	0,07	Универсальный	Универсальный	Бюджетное покрытие
TiAlN	Серо-фиолетовый	3300	< 800°	0,05	Токарная, сверление	Сталь, литьё	Теплостойкое
AlTiN AlTiN	Чёрно-синий	3400	< 900°	0,05	Все, кроме фрезерования	Нержавеющие и закалённые стали, никелевые сплавы	Высокоскоростная жесткая обработка
TiCN	Серый	3000	< 450°	0,1	Фрезерование, нарезание резьбы	Стали, высокопрочные материалы, Ni-сплавы	Противоударное
DLC	Чёрный	> 6000	< 500°	0,01	Сверление, развёртка, нарезание резьбы	Цветные сплавы, в том числе алюминиевые	Нет наклёпа высокотвёрдый
TiAlYSiN CrN	Серый	5200	< 1000°	0,05	Сверление, фрезерование нарезание резьбы	Универсальный	Высокая производительность
TiAlZrN	Бледно-золотой	3300	< 800°	0,05	Сверление, фрезерование, нарезание резьбы	Универсальный	Лучший сход стружки
AlTiZrN	Бледно-золотой	3300	< 800°	0,05	Сверление, фрезерование, нарезание резьбы	Нержавеющие стали, Ni сплавы	Понижение трения
TiAlSiN	Бронзовый	5500	< 800°	0,03	Сверление, развёртка, фрезерование	Универсальный, чугуны, закалённая сталь, высокопрочная сталь, композиты	Высокая твёрдость
TiSiN	Медный	4000	< 800°	0,03	Сверление, развёртка, фрезерование	Универсальный, углеродистые стали, жаропрочные сплавы	Пониженная адгезия
ZrN	Бледно-золотой	2500	< 700°	0,04	Сверление, фрезерование	Титан, Al, Ni-сплавы, нержавеющие стали	Пониженная адгезия