

МИКРОКАНАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ

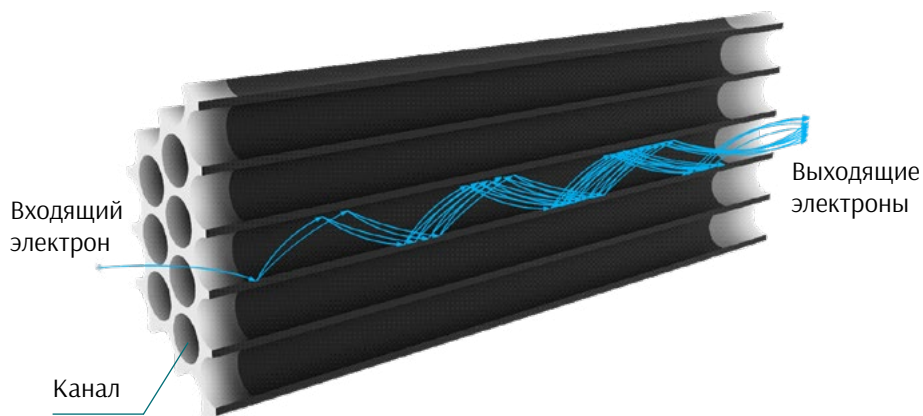
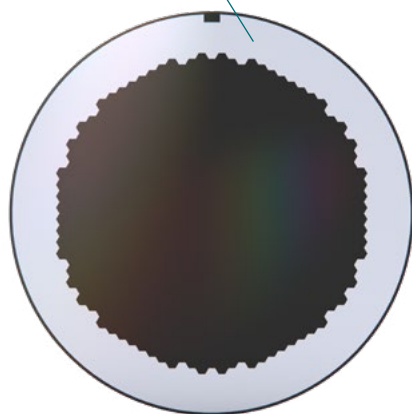
Устройство. Разновидности. Применение.

МИКРОКАНАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ (МЭУ) —

разновидность микроканальных пластин (МКП) — изделий электронной техники, предназначенных для детектирования и усиления заряженных частиц и излучений.

МКП состоят из миллионов сверхтонких проводящих капилляров, каждый из которых действует как независимый вторично-электронный умножитель.

Микроканальная
пластина



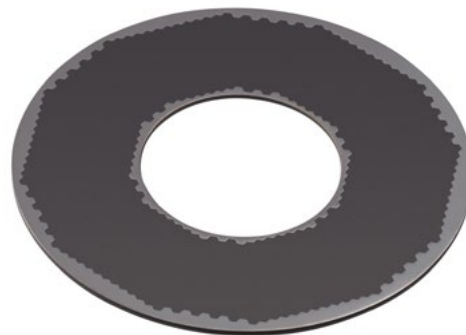
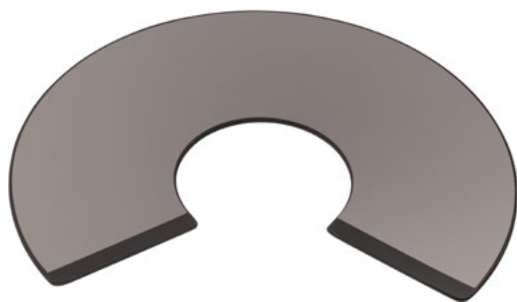
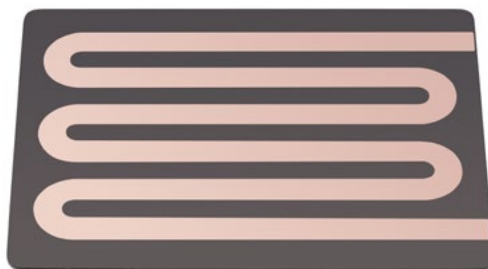
МЭУ включают группу типовых МКП, разработанных для серийного производства на основе пожеланий потребителей в отношении комбинации геометрических, структурных и электрических параметров.

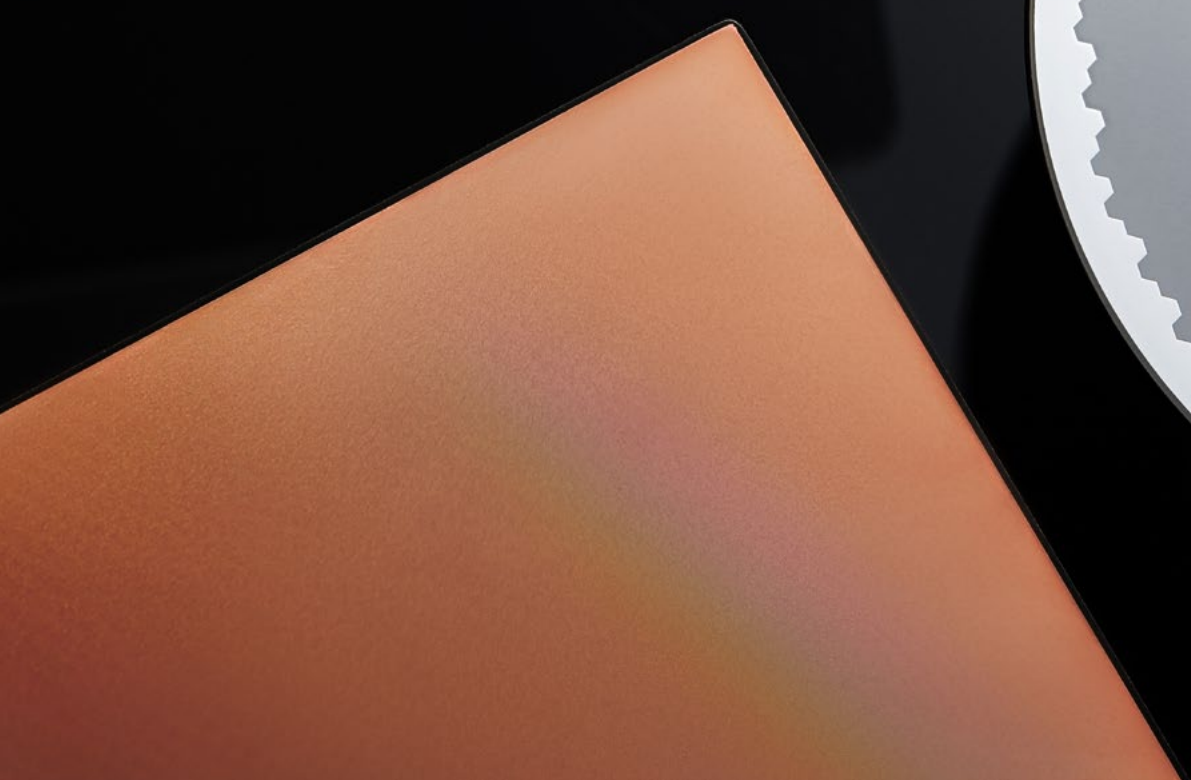
В составе приборов применения МЭУ решают задачу:

- 1) усиления слабых сигналов
- 2) определения координатных параметров частиц

Преимущества:

- высокое быстродействие и усиление
- повышенная площадь рабочей поверхности
- низкое энергопотребление
- стабильная работа в условиях воздействия магнитных полей







Ядерная физика

Применение:

Ядерная физика

- Обнаружение излучения в интенсивных магнитных полях
- Молекулярно-пучковые эксперименты по исследованию потенциалов межмолекулярных взаимодействий
- Изотопный анализ
- Спектроскопия
- Эксперименты физики атомных столкновений
- Исследование высокоэнергетического дифференциального рассеяния ионов и нейтральных частиц
- Ядерно-физические исследования

Приборы применения

Адронные коллайдеры:

- Большой адронный коллайдер (LHC): ATLAS, ALICE, LHCb
- Ускорительный комплекс FAIR: PANDA (DIRC-детекторы с цилиндром и с торцевой крышкой)

Электронно-ионные коллайдеры (EPIC, EIC):

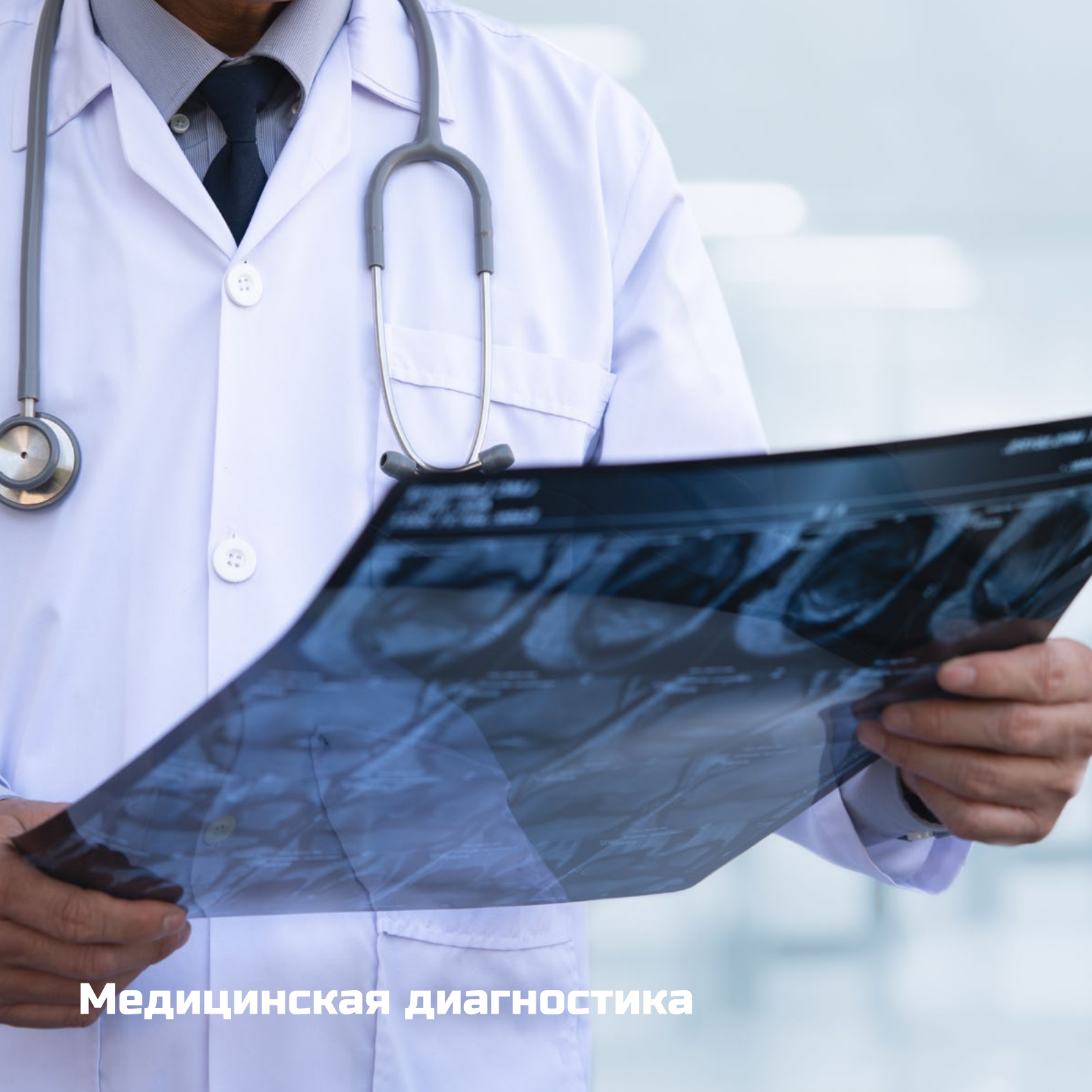
- Двойной RICH-детектор, модульный RICH-детектор, DIRC-детектор

Электрон-позитронные коллайдеры:

- Super KEKb: Belle II (TOP)
- ВЭПП-2000: Сферический нейтральный детектор (Аэрогелевые счетчики АШИФ)
- ВЭПП-4М: КЕДР (Аэрогелевые счетчики АШИФ)

Нейтринные обсерватории и обсерватории по наблюдению за широкими атмосферными ливнями:

- JUNO (подземная нейтринная обсерватория Цзянмэнь): WCD (водный черенковский детектор)
- LHAASO (Большая высокогорная обсерватория воздушных ливней): WCDA (массив водных черенковских детекторов)



Медицинская диагностика

Применение:

Медицинская диагностика

- Низкодозная рентгенография
- Исследование динамики внутренних органов путем получения двумерной картины изображения объекта
- Газоанализ на предмет выявления опасных вирусных и бактериальных инфекций
- Времяпролетная масс-спектрометрия для разработки новых лекарств и распознавания биомолекул
- Контроль профиля ионного пучка в ускорителях в лучевой терапии

Приборы применения

- Времяпролетные масс-спектрометры
- Газоанализаторы
- Позитронно-эмиссионные томографы
- Флуоресцентные детекторы
- Детекторы излучения для низкодозной рентгенографии



Анализ материалов

Применение:

Анализ материалов

- **Неразрушающий анализ трехмерных составов для оценки полупроводниковых и наноструктурных устройств.**
- **Микроскопное сканирование в технологиях производства полупроводников**
- **Анализ элементного состава поверхностей**

Детекторы на основе микроканальных пластин предлагают множество преимуществ (скорость и точность детектирования) и широко используются в разных областях для определения материалов, находящихся как в газообразном, так и в твердом состоянии.

Для указанных целей применяется неразрушающий и разрушающий анализ веществ – определение физической природы и количества материала неинвазивным способом активными и пассивными методами (например, на основе гамма-спектроскопии). В этом случае достигается визуализация и количественная оценка микроструктуры материалов в атомном масштабе.

Среди применения МКП-детекторов – разработка сплавов в металлургии (атомно-эмиссионный метод), производство полупроводников (времяпролетная масс-спектрометрия для измерений параметров), судебно-медицинская экспертиза, анализ продуктов питания и сельскохозяйственный мониторинг всхожести различных посевных культур.

Приборы применения

- Детекторы для неразрушающего анализа
- Атомно-зондовые томографы
- Рентгеновские фотоэлектронные спектрографы



Космические исследования

Применение:

Космические исследования

- **Глобальный мониторинг земной поверхности в реальном масштабе времени со спутников на геостационарных и высокоэллиптических орбитах**
- **Поиск космического «мусора»**
- **Регистрация частиц «солнечного ветра»**
- **Регистрация ультрафиолетового и рентгеновского излучений**
- **Регистрация редких событий**
- **Идентификация изотопного состава солнечных и галактических частиц в телескопических системах**

Детекторы счета фотонов на основе микроканальных пластин успешно применяются во множестве космических миссий. Среди их преимуществ высокая надежность, низкая потребляемая мощность, малый вес, невосприимчивость к радиационной среде космоса, солнечная слепота и высокое временное и пространственное разрешение.

Приборы применения

Детекторы для космических миссий:

- Солнечный зонд Solar Probe+
- Проект «Монитор всего неба»
- Проект «Спектр-УФ»
- Проект индийско-российского УФ-спектрографа для китайской космической станции (SING)
- Спутник для рентгеновских исследований Lobster Eye



Биобезопасность

Применение:

Биобезопасность

- **Флуоресцентная микроскопия**
- **Системы мониторинга состояния воздушной среды**
- **Спектроскопия**
- **Лидары**
- **Системы детекции Черенковского излучения**

Модули и электронные узлы на основе микроканальных пластин входят в ряд приборов, используемых для комплексного анализа различных биоматериалов в целях защиты от природных и промышленных катаклизмов.

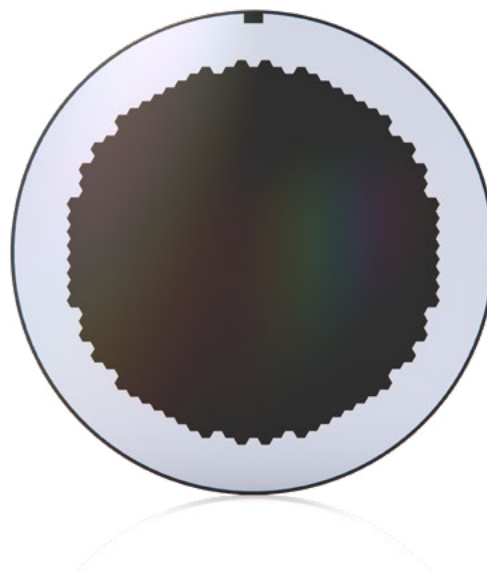
Например, с помощью масс-спектрометров и ионных микроскопов изучаются пробы воздуха и воды. Цель исследования – выявление болезнетворных микробов, микроорганизмов, вредных примесей в окружающей среде, в том числе в питьевых и сточных водах для предотвращения массовых заражений. Устройства с МКП входят в приборный лабораторный комплекс для проведения комбинаторно-целевых химических анализов, направленных на контроль продуктов питания, идентификацию и характеристику белков/пептидов, проведение многосторонних метаболомных исследований, анализов в области криминалистики.

Приборы применения

- Черенковские детекторы
- Флуоресцентная микроскопия
- Лидары
- Времяпролетные масс-спектрометры
- Газоанализаторы

Микроканальный электронный усилитель (МЭУ) 50-8

Параметр, единица измерения	МЭУО 50-8
Размер МЭУ по длине, мм	$\varnothing 50_{-0,2}$
Размер МЭУ по ширине, мм	-
Размер рабочей зоны, не менее, мм	41,5
Ширина монолитного обрамления*, не менее, мм	2,0
Толщина, мм	0,47-0,53
Диаметр канала, мкм	7,5-11
Шаг структуры, не более, мкм	13
Угол наклона каналов, градус	4-9
Напряжение питания, соответствующее коэффициенту усиления 10^4 , не более, В	1200
Неравномерность усиления по рабочему полю, не более, %	10
Электрическое сопротивление при напряжении питания 800 В, $\times 10^8$ Ом	0,05-10
Плотность темного тока, не более, А/см ²	1×10^{-13}
Испытательное напряжение, не более, В	1350



* возможно изготовление без монолитного обрамления

Детекторы с МЭУ (МКП) 50-8

Времяпролетные детекторы (TOF-детекторы)

Время, за которое ион пролетает от образца до детектора, зависит от массового числа иона. По этому принципу времяпролетная масс-спектрометрия определяет налетающие ионы путем измерения времени, которое тратит ион на продвижение от источников ионов к детектору. Времяпролетные масс-спектрометры должны иметь высокоскоростной отклик и должны регистрировать ионы с высокой эффективностью. Поэтому в таких детекторах в основном используются МЭУ (МКП).

Детектор состоит из двух МКП, собранных в шеврон, анода и металлокерамической арматуры.

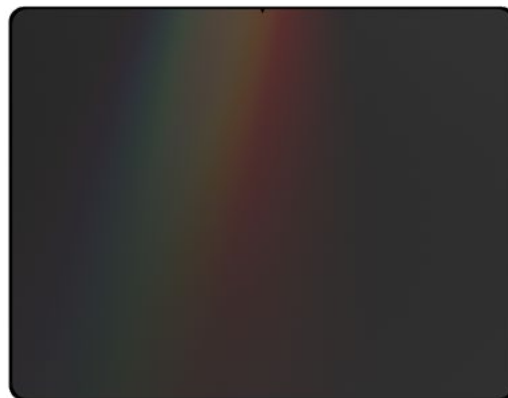
Допускается прогрев детектора в вакууме при температуре 300°C . Рабочее положение – любое.

TOF-детекторы могут быть построены с использованием делителя напряжения на печатной плате для регистрации потоков заряженных частиц в составе масс-спектрометра.



Микроканальный электронный усилитель (МЭУ) 43×63

Параметр, единица измерения	МЭУ 43×63
Размер МЭУ по длине, мм	62,8–63,0
Размер МЭУ по ширине, мм	42,8–43,0
Размер рабочей зоны, не менее, мм	39,0×59,0
Толщина, мм	0,6–0,85
Диаметр канала, мкм	9–12
Шаг структуры, не более, мкм	15,0
Угол наклона каналов, градус	6–10
Напряжение питания, соответствующее коэффициенту усиления 10^4 , не более, В	1200
Неравномерность усиления по рабочему полю, не более, %	10
Электрическое сопротивление при напряжении питания 800 В, $\times 10^8$ Ом	0,2–10
Плотность темнового тока, не более, А/см ²	1×10^{-13}
Испытательное напряжение, не более, В	1320



Детекторы с МЭУ (МКП) 43×63

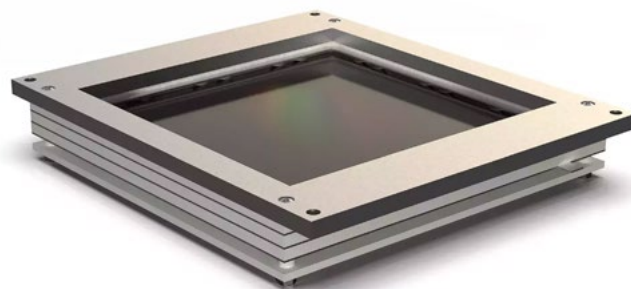
Детекторы открытого типа на основе шевронной сборки МЭУ (МКП) и люминесцентного экрана

Детектор предназначен для регистрации потоков заряженных частиц и визуального наблюдения быстропротекающих процессов в составе научной аппаратуры.

Основное применение – ядерная физика

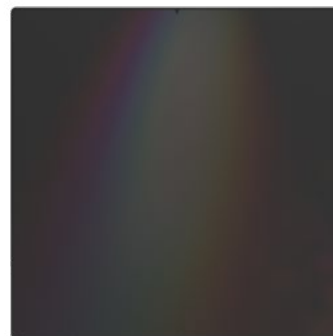
Задача – создание современных систем диагностики, мониторинга и управления пучками заряженных частиц. С помощью крупноформатного МКП-детектора можно осуществлять неразрушающий высокоскоростной пространственно-временной мониторинг профиля ионного пучка, формируемого внутри синхротрона.

Другие применения включают диагностические системы для работы с низкоинтенсивными пучками (лучевая терапия, радиационная стойкость электронных компонентов, радиобиологические исследования и т.д.).

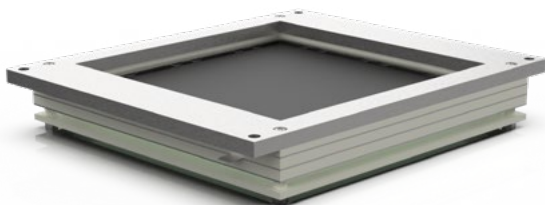


Микроканальный электронный усилитель (МЭУ) 54×54

Параметр, единица измерения	МЭУ 54×54
Размер МЭУ по длине, мм	54,4–54,6
Размер МЭУ по ширине, мм	54,4–54,6
Размер рабочей зоны, не менее, мм	52,5×52,5
Толщина, мм	0,370 – 0,410
Диаметр канала, мкм	5,5–6,5
Шаг структуры, не более, мкм	8,0
Угол наклона каналов, градус	6–10
Напряжение питания, соответствующее коэффициенту усиления 10^4 , не более, В	1200
Неравномерность усиления по рабочему полю, не более, %	10
Электрическое сопротивление при напряжении питания 800 В, $\times 10^8$ Ом	0,03–0,1
Плотность темнового тока, не более, А/см ²	1×10^{-13}
Испытательное напряжение, не более, В	1350



Детекторы с МЭУ (МКП) 54×54



1. Детекторы на основе шевронной сборки МЭУ (МКП) и люминесцентного экрана

Детектор предназначен для регистрации потоков заряженных частиц и визуального наблюдения быстропротекающих процессов в составе научной аппаратуры.

Основное применение – ядерная физика

Другие применения включают диагностические системы для работы с низкоинтенсивными пучками (лучевая терапия, радиационная стойкость электронных компонентов, радиобиологические исследования и т.д.).

2. Быстродействующий многоанодный фотоэлектронный умножитель

Преимущества:

- Временное разрешение до нескольких пикосекунд
- Пространственное разрешение до нескольких микрометров
- Чувствительность на уровне единичного электрона

Применение:

- Детекторы частиц и излучений в ускорителях заряженных частиц, нейтринной физике, ядерной физике, астрофизике
- Позитронно-эмиссионная томография
- Преобразование и усиление изображений в медицинской аппаратуре, навигационном и военном оборудовании
- Системы сканирования в целях безопасности
- Детектирование радиации и поиск радиационных материалов

Микроканальный электронный усилитель (МЭУ) 20×90

Параметр, единица измерения	МЭУ 20×90
Размер МЭУ по длине, мм	89,8–90,0
Размер МЭУ по ширине, мм	19,8–20,0
Размер рабочей зоны, не менее, мм	15,0×85,0
Ширина монолитного обрамления*, не менее, мм	2,0
Толщина, мм	0,6–0,825
Диаметр канала, мкм	9–12
Шаг структуры, не более, мкм	15,0
Угол наклона каналов, градус	6–13
Напряжение питания, соответствующее коэффициенту усиления 10^4 , не более, В	1200
Неравномерность усиления по рабочему полю, не более, %	10
Электрическое сопротивление при напряжении питания 800 В, $\times 10^8$ Ом	0,1–1
Плотность темного тока, не более, А/см ²	1×10^{-13}
Испытательное напряжение, не более, В	1350

* возможно изготовление без монолитного обрамления



Детекторы с МЭУ (МКП) 20×90

Позиционно-чувствительный многоанодный детектор

Металлокерамический детектор открытого типа на основе двух МКП и многосекторного анода

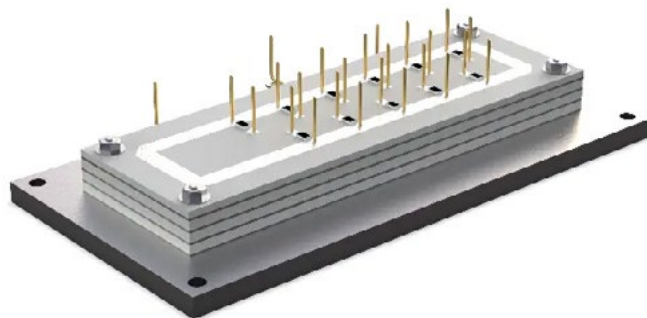
Использование МЭУ в таких системах обеспечивает высокое пространственное разрешение и компактность устройства.

Преимущества:

- высокое временное разрешение
- эффективность регистрации единичных заряженных ионов, близкая к 80%
- возможность измерения пространственных характеристик с точностью десятых долей миллиметра
- высокая радиационная стойкость

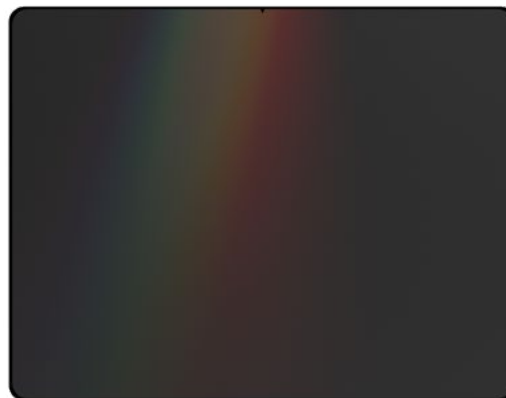
Коэффициент усиления шевронной сборки из двух пластин может составлять от 10^6 до 10^8 , что позволяет использовать широкий спектр стандартной электроники без применения специфических предусилителей сигналов.

Область применения – в масс-спектрометрах для медицинской диагностики, фармацевтики, биобезопасности, нефтегазовой промышленности, ядерной энергетики.



Микроканальный электронный усилитель (МЭУ) 70×90

Параметр, единица измерения	МЭУ 70×90
Размер МЭУ по длине, мм	89,65–90,00
Размер МЭУ по ширине, мм	69,80–70,00
Размер рабочей зоны, не менее, мм	66,0×86,0
Толщина, мм	0,6–1,1
Диаметр канала, мкм	9–12
Шаг структуры, не более, мкм	15,0
Угол наклона каналов, градус	6–10
Напряжение питания, соответствующее коэффициенту усиления 10^4 , не более, В	1200
Неравномерность усиления по рабочему полю, не более, %	10
Электрическое сопротивление при напряжении питания 800 В, $\times 10^8$ Ом	0,2–10
Плотность темнового тока, не более, А/см ²	1×10^{-13}
Испытательное напряжение, не более, В	1350



Детекторы с МЭУ (МКП) 70×90

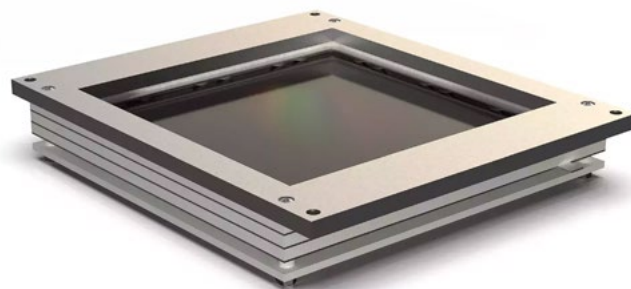
Детекторы открытого типа на основе шевронной сборки МЭУ (МКП) и люминесцентного экрана

Детектор предназначен для регистрации потоков заряженных частиц и визуального наблюдения быстропротекающих процессов в составе научной аппаратуры.

Основное применение – ядерная физика (фундаментальные исследования).

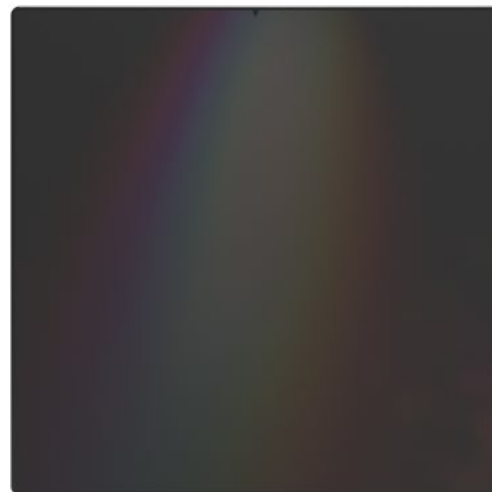
Задача – создание современных систем диагностики, мониторинга и управления пучками заряженных частиц. С помощью крупноформатного МКП-детектора можно осуществлять неразрушающий высокоскоростной пространственно-временной мониторинг профиля ионного пучка, формируемого внутри синхротрона.

Другие применения включают диагностические системы для работы с низкоинтенсивными пучками (лучевая терапия, радиационная стойкость электронных компонентов, радиобиологические исследования и т.д.).

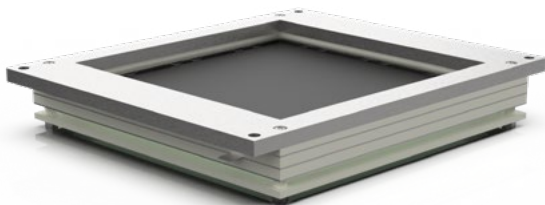


Микроканальный электронный усилитель (МЭУ) 100×100

Параметр, единица измерения	МЭУ 100 ×100
Размер МЭУ по длине, мм	99,5–100,0
Размер МЭУ по ширине, мм	99,5–100,0
Размер рабочей зоны, не менее, мм	96,0×96,0
Толщина, мм	0,6–1,0
Диаметр канала, мкм	9–12
Шаг структуры, не более, мкм	15,0
Угол наклона каналов, градус	6–10
Напряжение питания, соответствующее коэффициенту усиления 10^4 , не более, В	1200
Неравномерность усиления по рабочему полю, не более, %	10
Электрическое сопротивление при напряжении питания 800 В, $\times 10^8$ Ом	0,2–10
Плотность темнового тока, не более, А/см ²	1×10^{-13}
Испытательное напряжение, не более, В	1350



Детекторы с МЭУ (МКП) 100×100



1. Детекторы на основе шевронной сборки МЭУ (МКП) и люминесцентного экрана

Детектор предназначен для регистрации потоков заряженных частиц и визуального наблюдения быстропротекающих процессов в составе научной аппаратуры.

Основное применение – ядерная физика (фундаментальные исследования).

Другие применения включают диагностические системы для работы с низкоинтенсивными пучками (лучевая терапия, радиационная стойкость электронных компонентов, радиобиологические исследования и т.д.).



2. Быстродействующие многоанодные фотоэлектронные умножители

Преимущества:

- Временное разрешение до нескольких пикосекунд
- Пространственное разрешение до нескольких микрометров
- Чувствительность на уровне единичного электрона
- Возможность интеграции и сборки в крупных системах (площадь до нескольких квадратных метров)

Применение:

- Детекторы частиц и излучений в ускорителях заряженных частиц, нейтринной физике, ядерной физике, астрофизике
- Позитронно-эмиссионная томография
- Преобразование и усиление изображений в медицинской аппаратуре, навигационном и военном оборудовании
- Системы сканирования в целях безопасности
- Детектирование радиации и поиск радиационных материалов

Индивидуальный заказ

Свяжитесь с нами, если у Вас есть конкретный запрос на проведение НИОКР или Вы хотите изменить некоторые параметры МЭУ.

Научно-производственные мощности ВТЦ «Баспик» позволяют в относительно короткие сроки выполнять индивидуальные заказы на разработку МЭУ с требуемыми техническими параметрами.

Мы также можем изготовить МКП-детектор по Вашим индивидуальным требованиям.

Чтобы сделать заказ, пожалуйста, посетите наш сайт baspik.com и заполните форму заявки или просто напишите по адресу электронной почты market@baspik.com



362021, а/я 23, Россия, РСО-Алания, г.Владикавказ,
ул. Николаева 44, корп.6
Тел./факс: +7 8672 24-19-61 • E-mail: market@baspik.com

baspik.com