

# **Электротехническое и конструкционное Материаловедение**

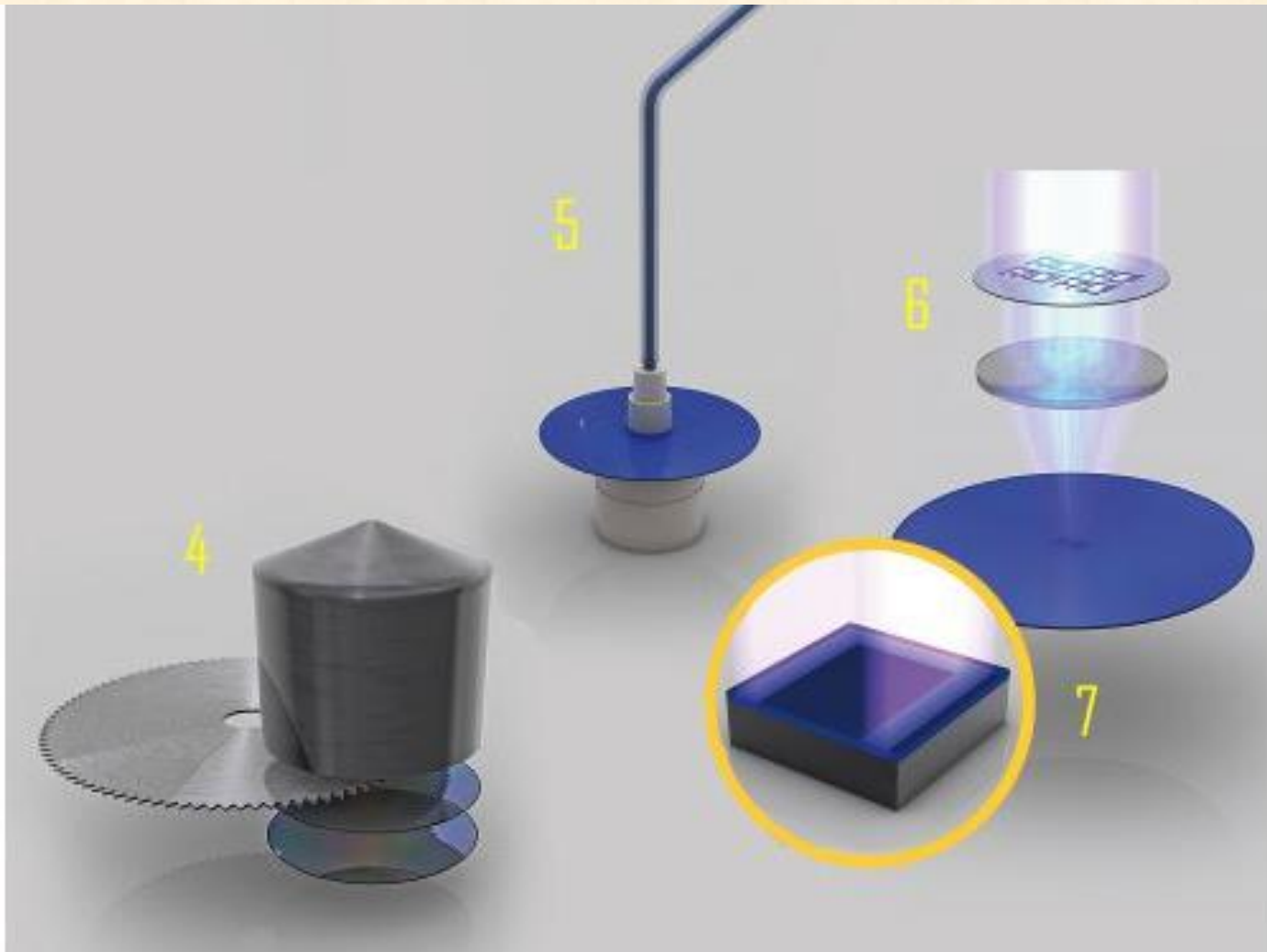
## **Тема 4. Полупроводниковые диоды**

### **Часть 2. Технологические процессы производства полупроводниковых приборов и интегральных схем**

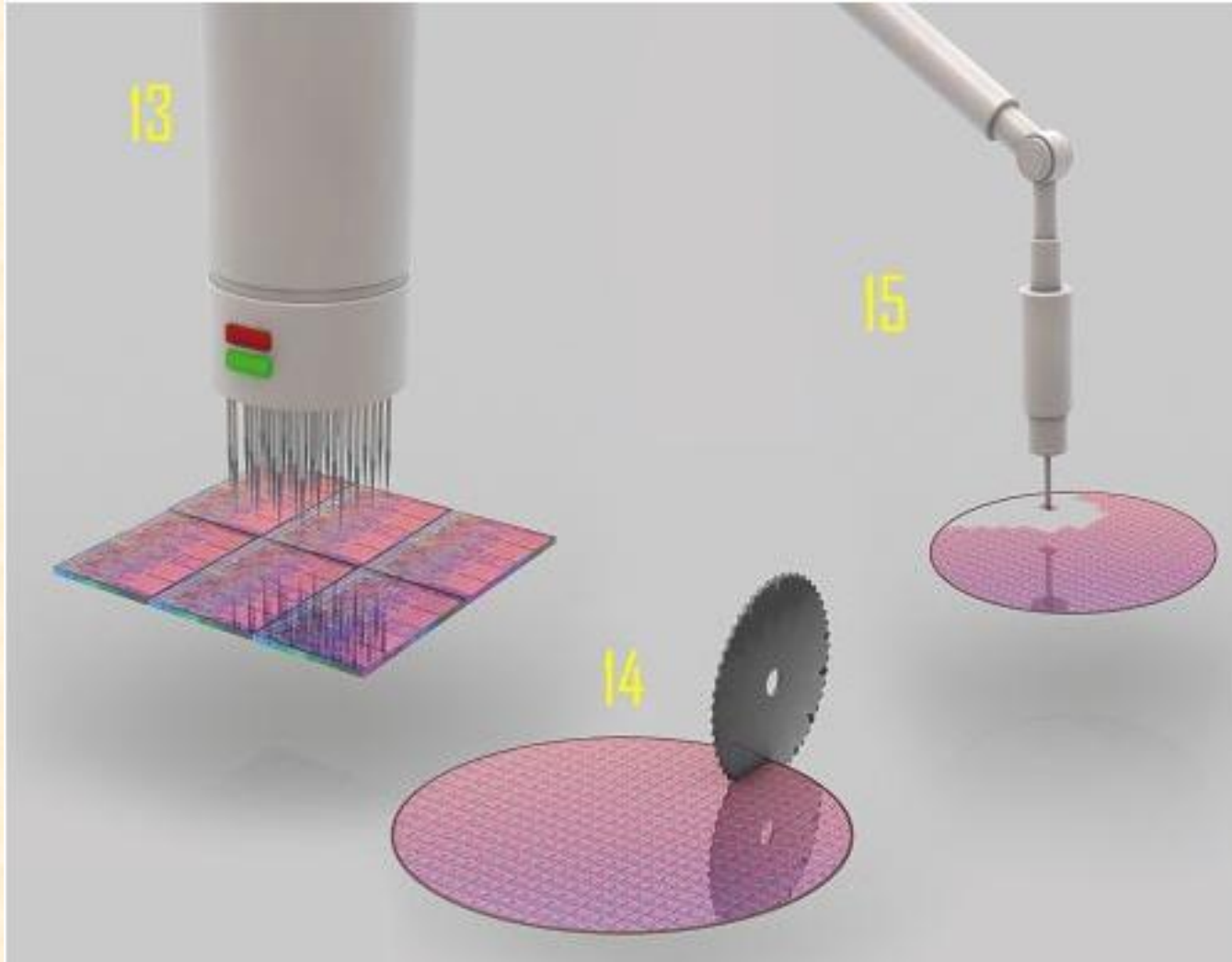
# От песка – до монокристалла



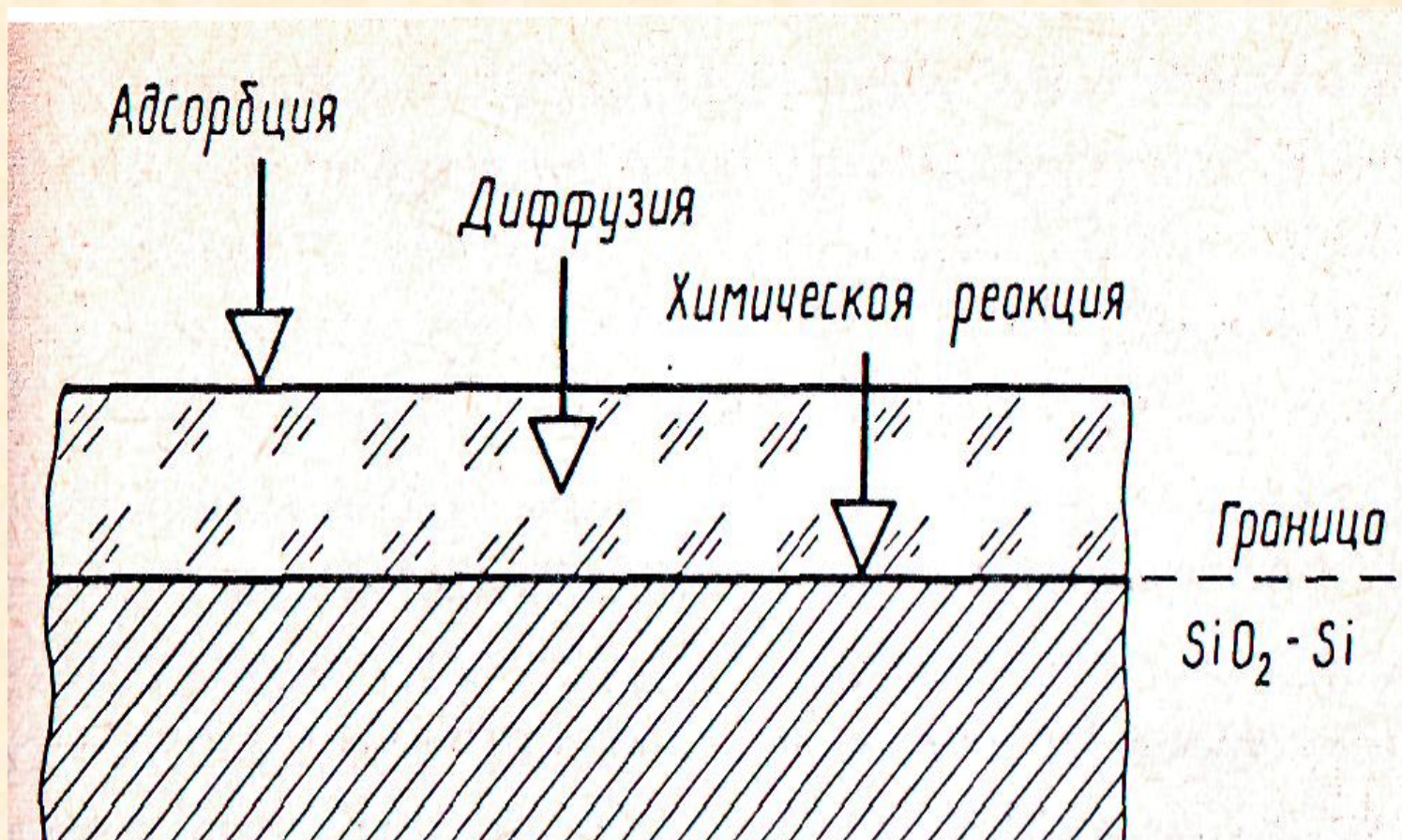
# От монокристалла до топологической схемы



# Тестирование и разрезание на пластины



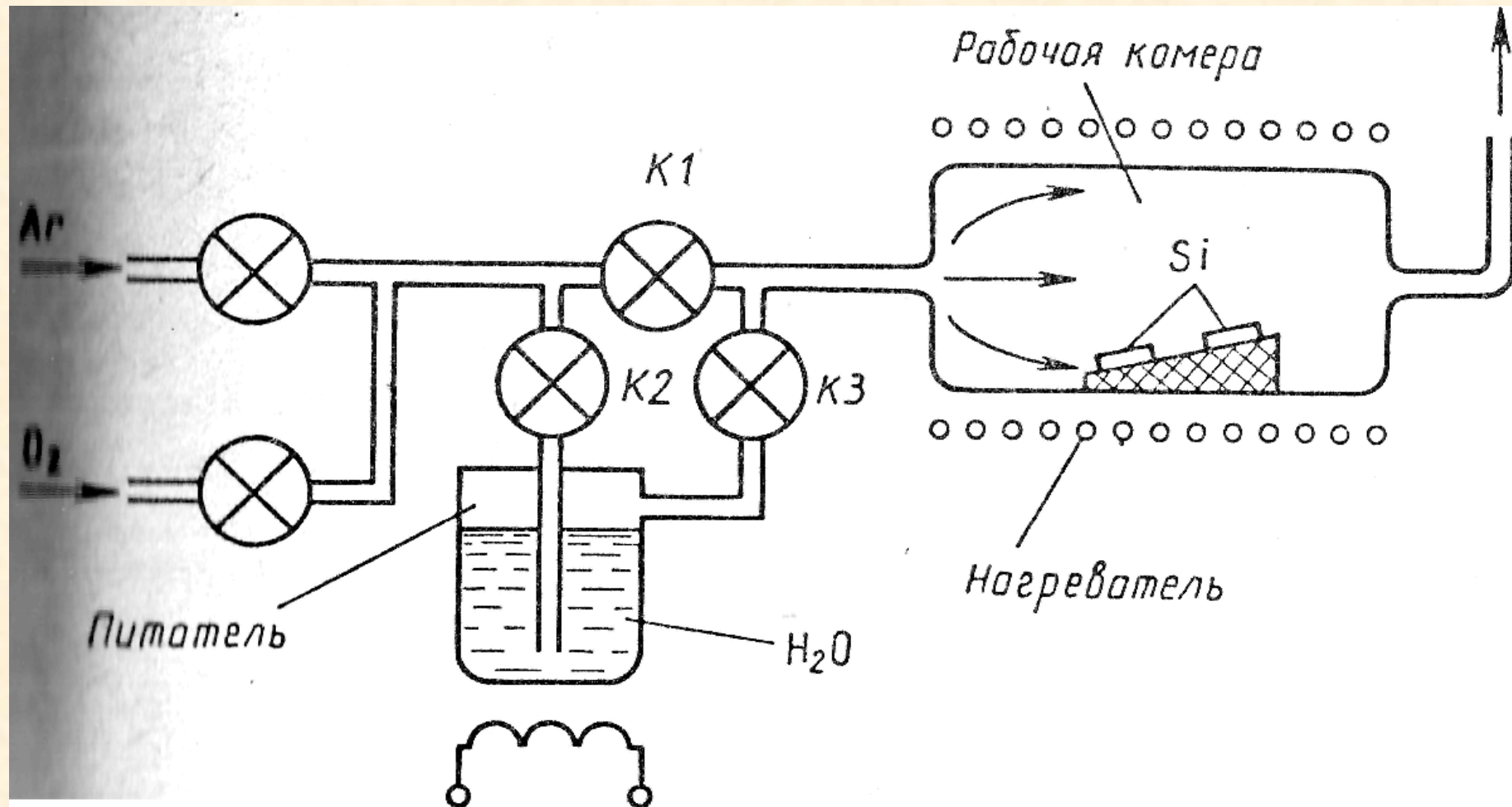
# Создание оксидной плёнки



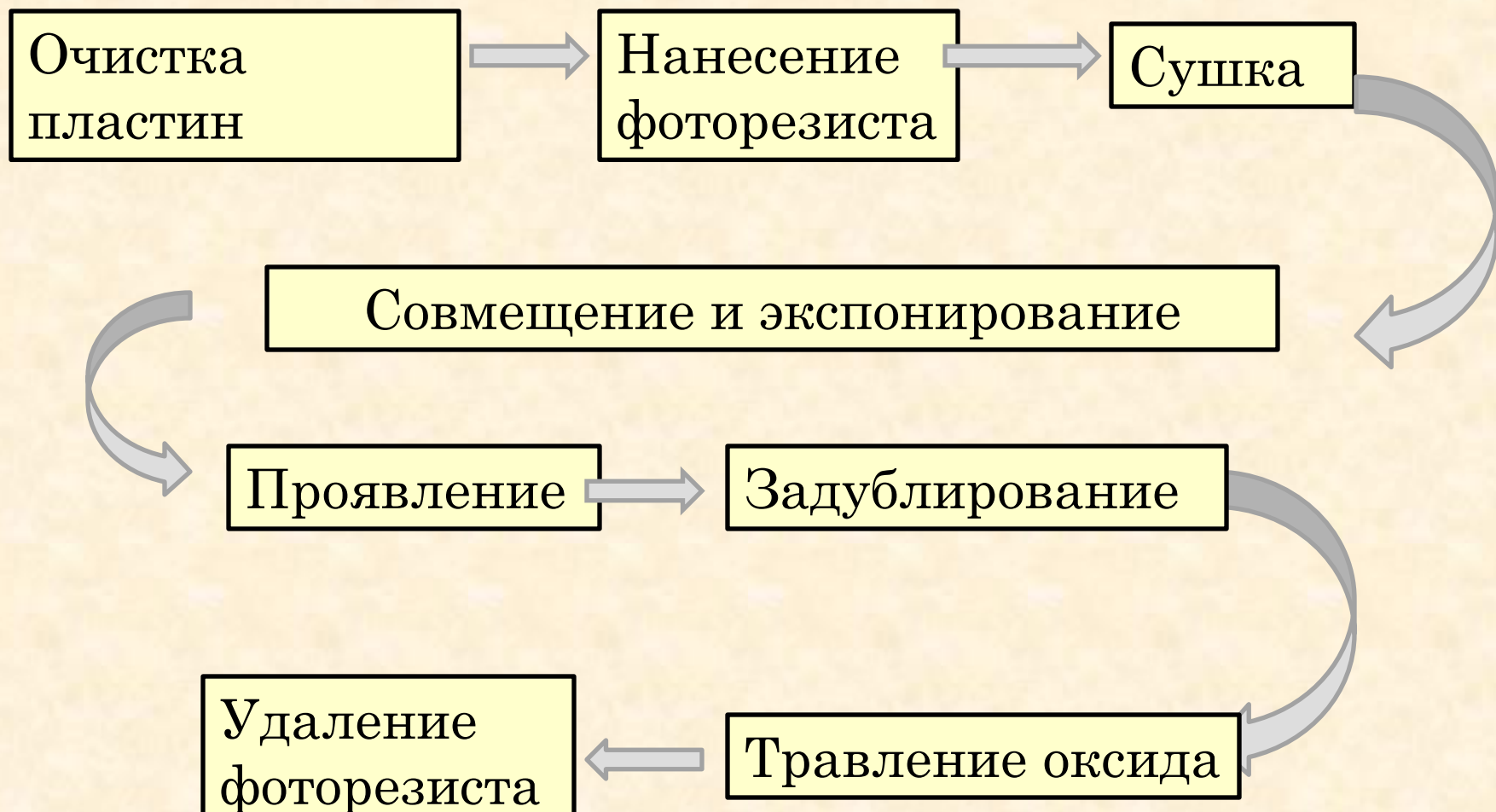
Автор: И.В. Музылёва, к.т.н., доцент кафедры Электропривода ЛГТУ

<http://cifra.studentmiv.ru/ekm-teoriya-4-2/>

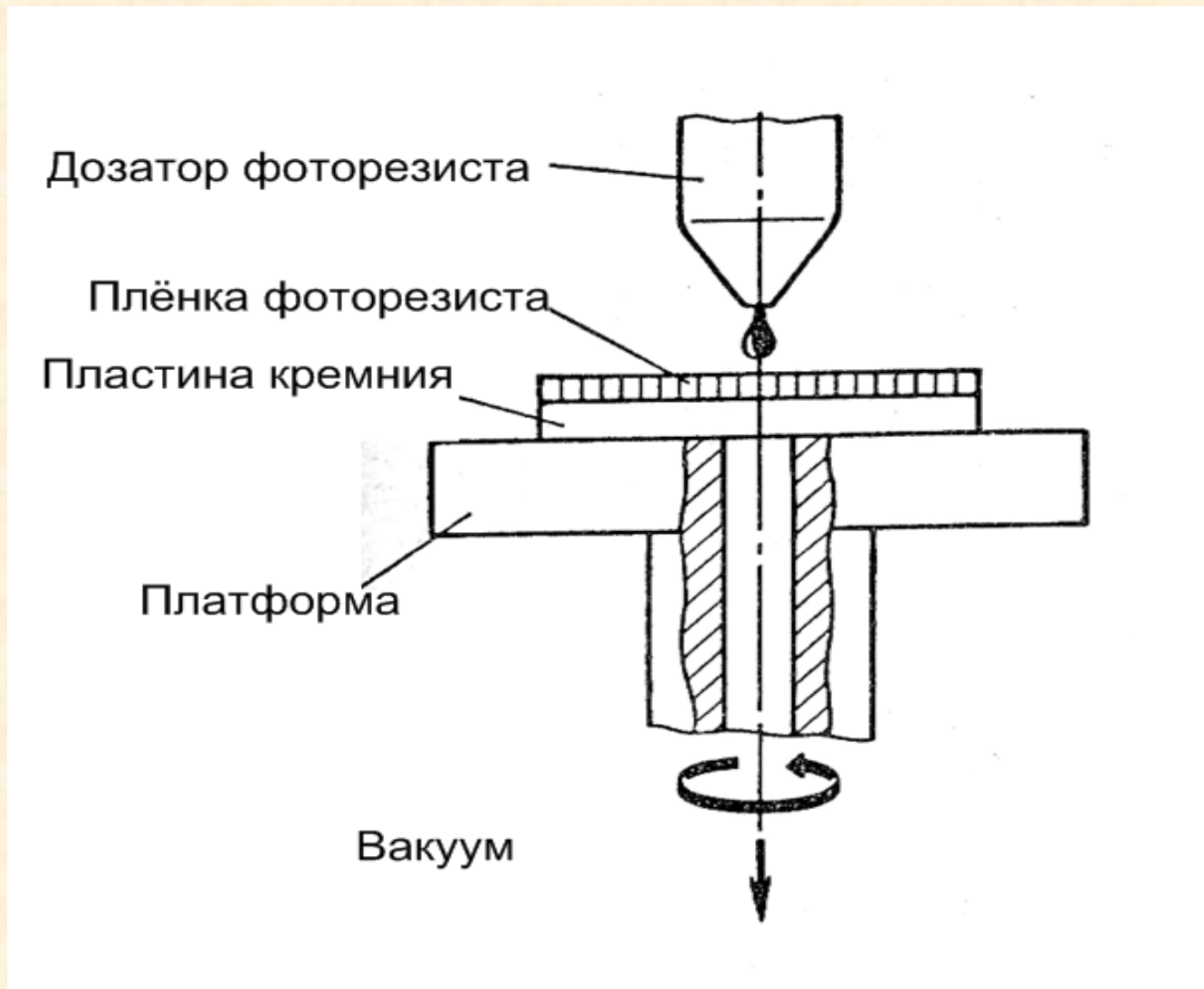
# Схема технологического процесса создания оксидной плёнки



# Технологические операции вскрытия окон в оксиде

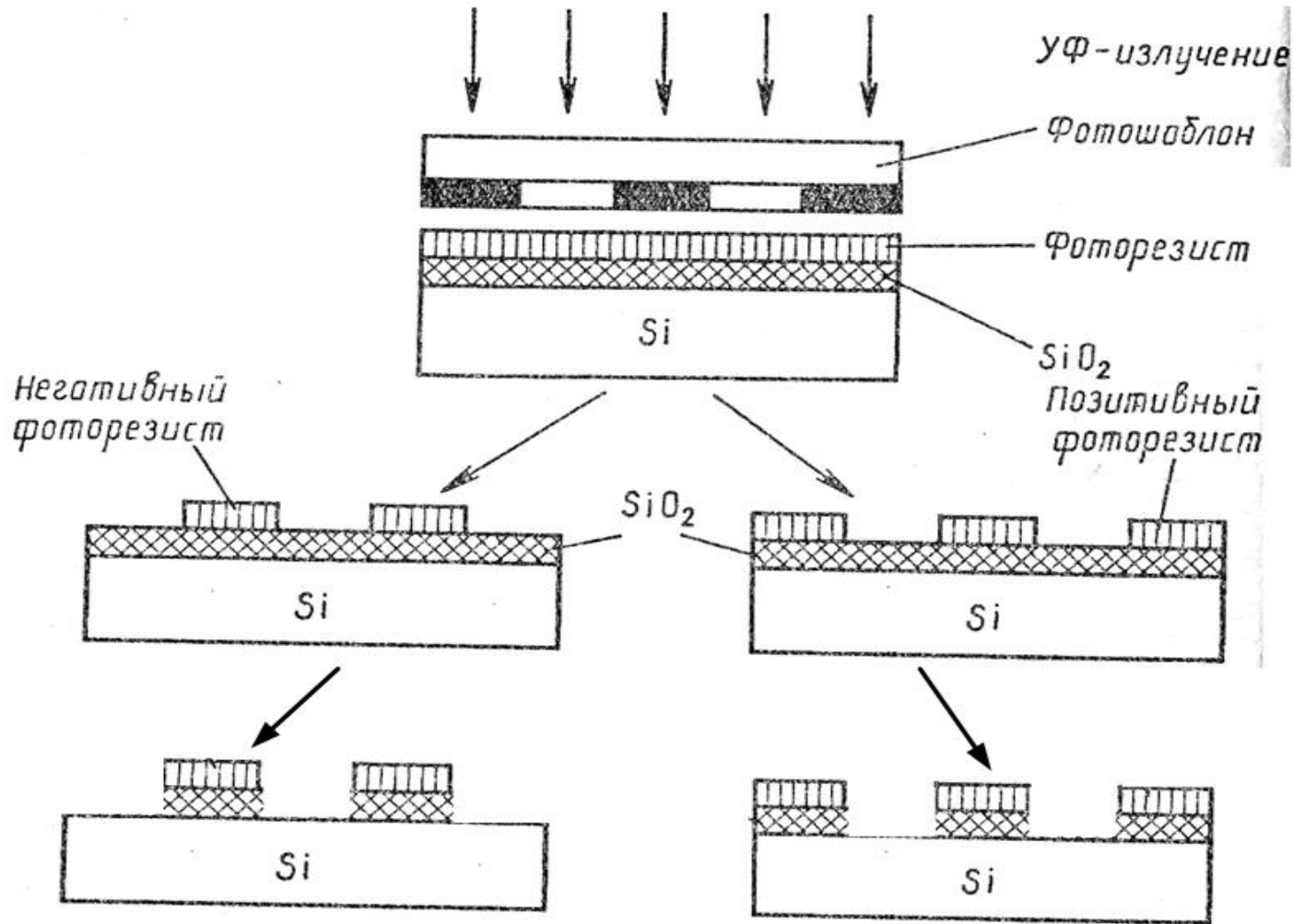


# Нанесение фоторезиста

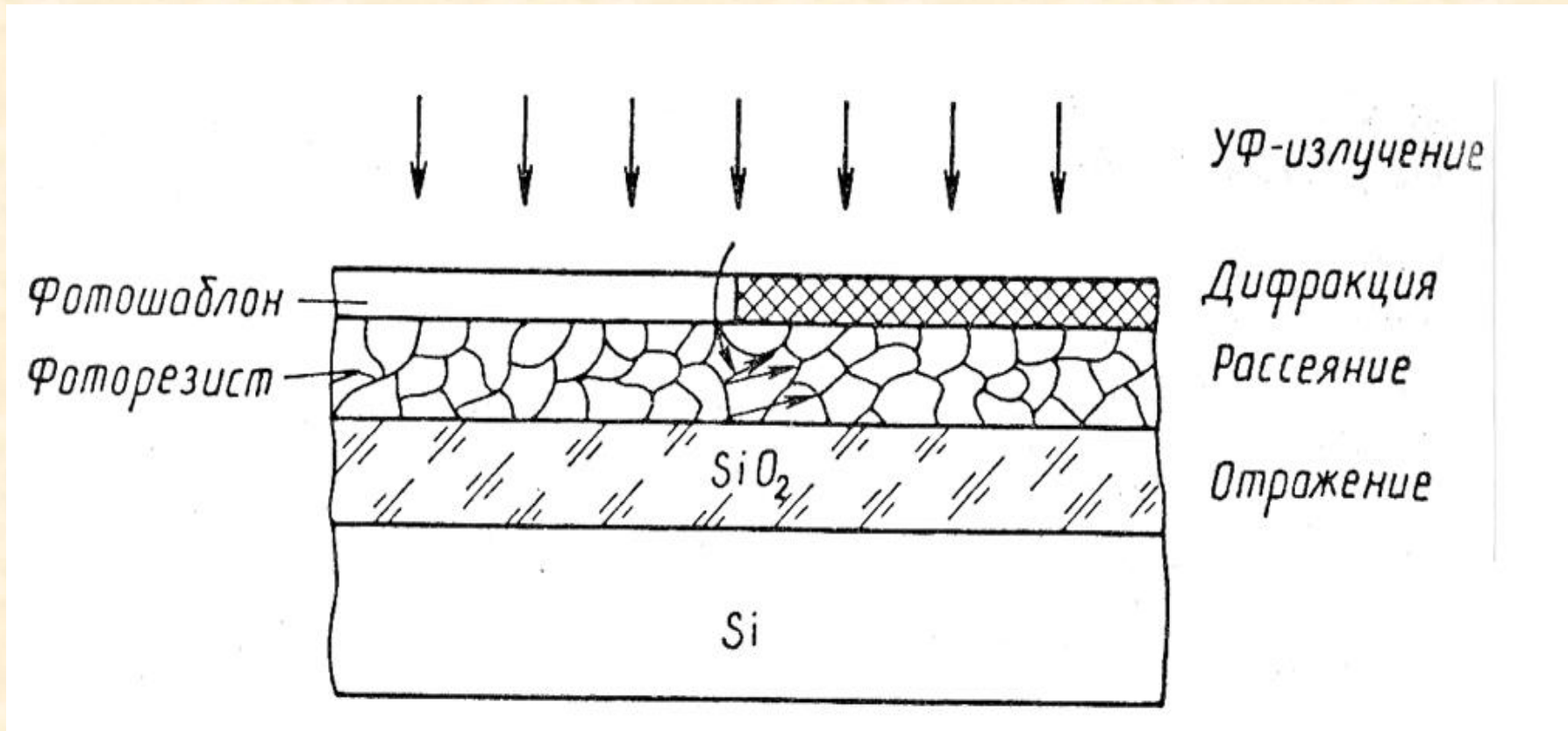




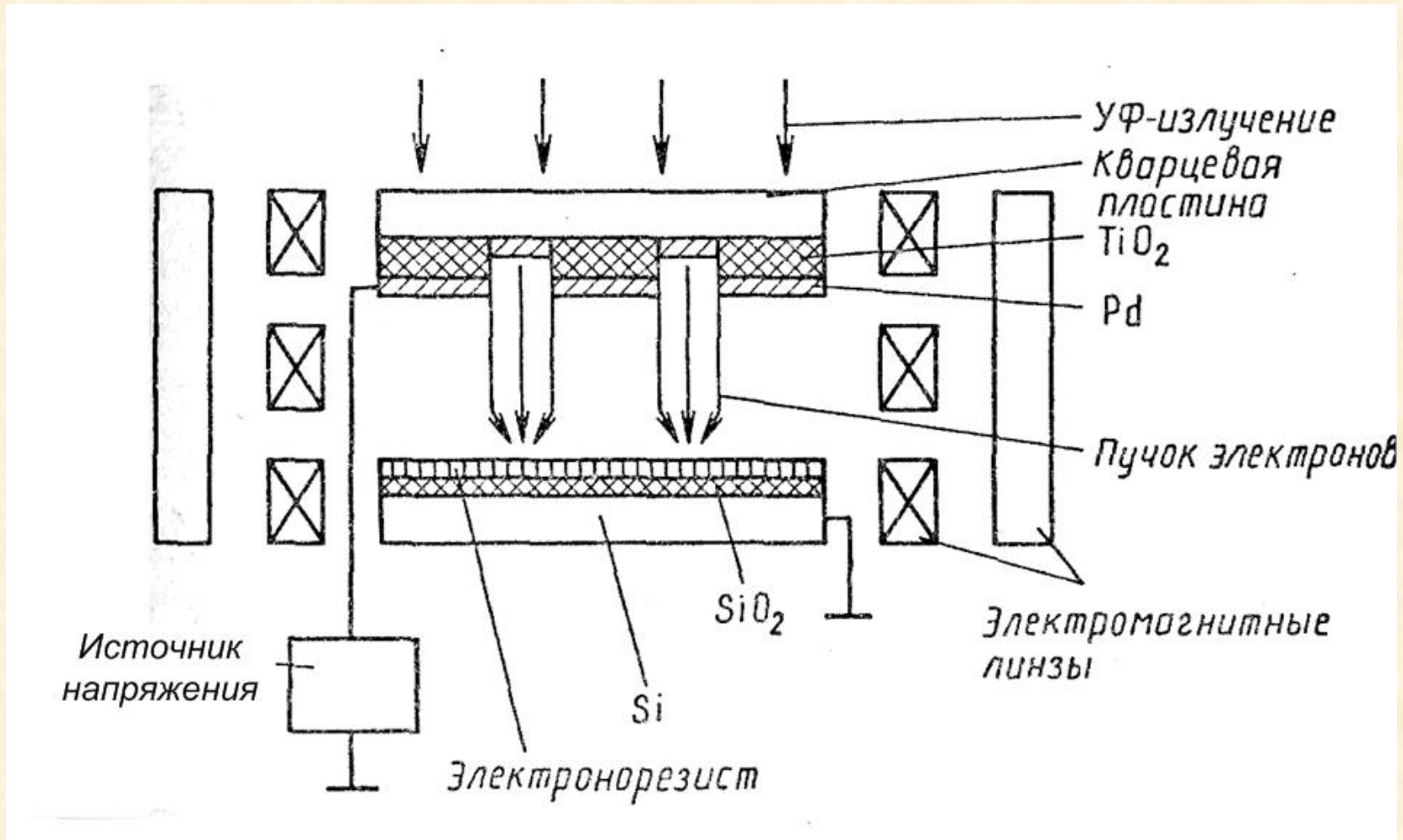
# Создание окон в слое оксида



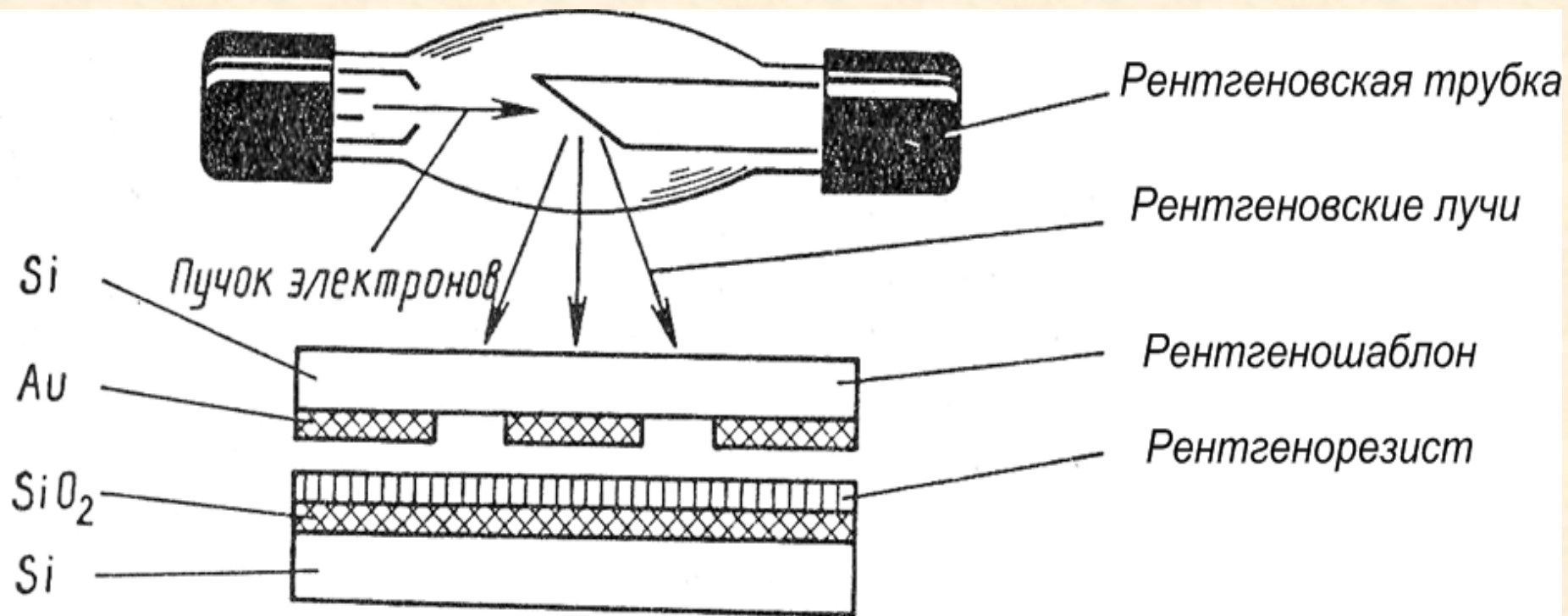
# К определению минимального размера рисунка



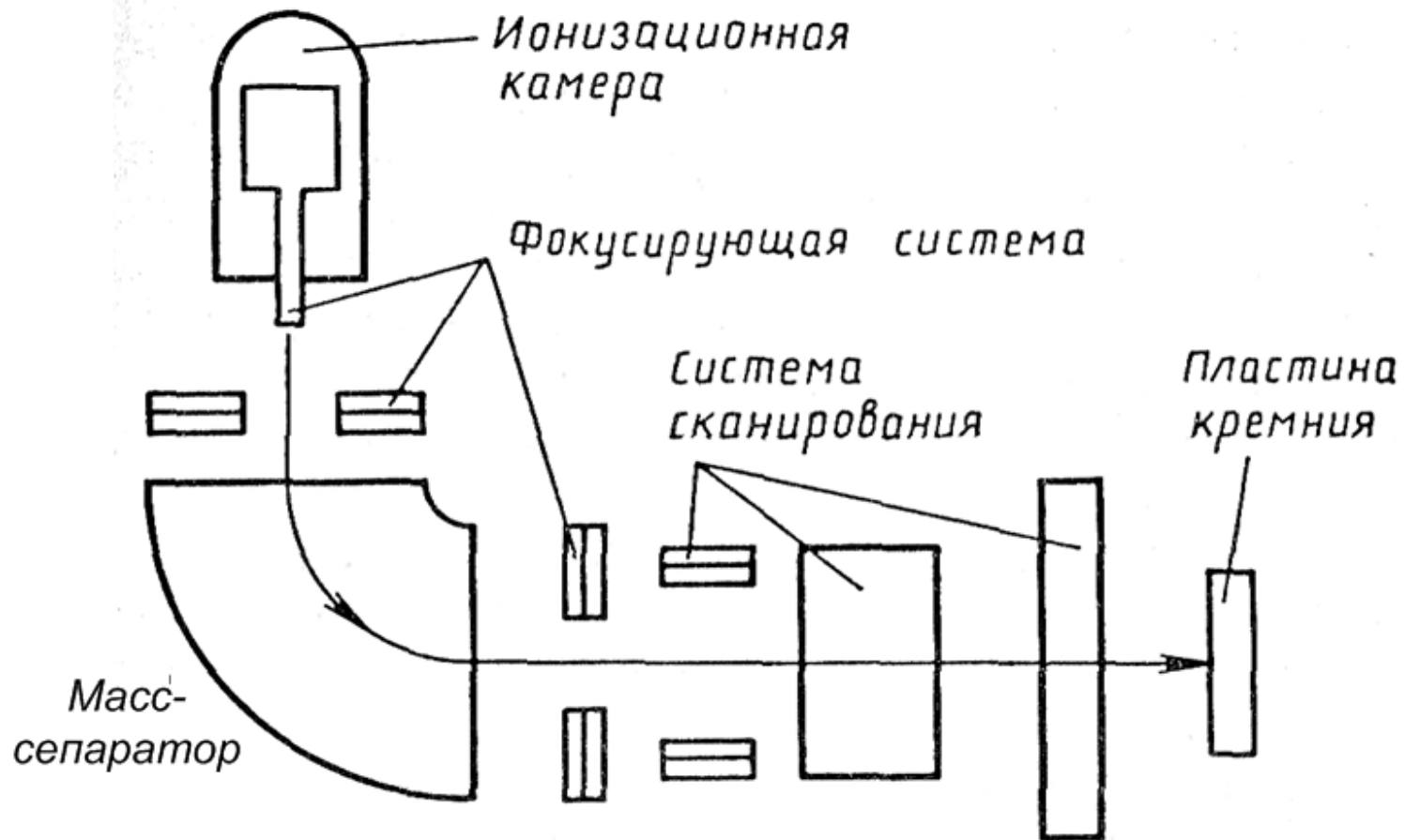
# Бесконтактная электронолитография



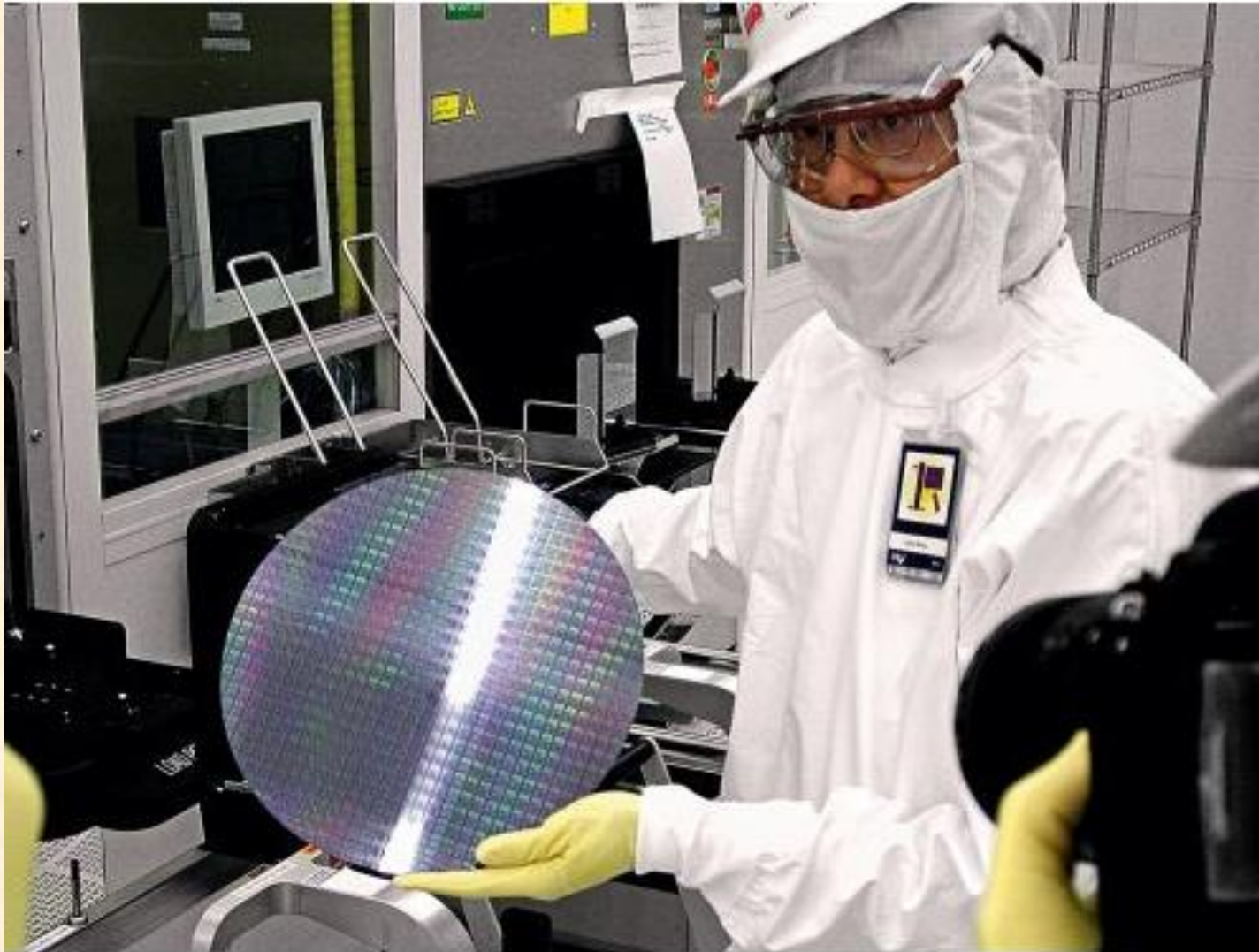
# Бесконтактная рентгенолитография



# Внесение примеси методом ионной имплантации



# Костюм кролика



Автор: И.В. Музылёва, к.т.н., доцент кафедры Электропривода ЛГТУ  
<http://cifra.studentmiv.ru/ekm-teoriya-4-2/>

# Конечный продукт



# Интересные факты о процессорах и их производстве - 1

- **«Силиконовая долина»** (Silicon Valley, США, Калифорния)

Получила свое название благодаря основному строительному элементу, используемому в производстве микрочипов.

- **«Почему пластины для производства процессоров круглые?»** –

Для производства кремниевых кристаллов применяется технология, позволяющая получать только цилиндрические заготовки, которые затем режутся на части. До сих пор еще никому не удавалось изготовить квадратную пластину, лишенную дефектов.

- **Почему микрочипы квадратные?**

Именно такая литография позволяет использовать площадь пластины с максимальной эффективностью.

- **Утилизация отходов производства**

Раньше дефектные пластины, их остатки и бракованные микрочипы шли в отходы. На сегодняшний день ведутся разработки, позволяющие использовать их в качестве основы для производства солнечных батарей.



# Интересные факты о процессорах и их производстве - 2

- **«Костюм кролика».**

Такое название получил комбинезон белого цвета, который обязаны носить все рабочие производственных помещений. Делается это для поддержания максимальной чистоты и защиты от случайного попадания частиц пыли на производственные установки. «Костюм кролика» впервые был использован на фабриках по производству процессоров в 1973 году и с тех пор стал общепринятым стандартом.

- **99,9999%**

Для производства процессоров пригоден только кремний высочайшей степени чистоты. Заготовки очищают спецхимией.

- **300 мм**

Таков диаметр современных кремниевых пластин для производства процессоров.

- **1000 раз**

Именно настолько чище воздух в помещениях фабрик для производства чипов, чем в операционной.

# Интересные факты о процессорах и их производстве - 3

- **20 слоев**

Процессорный кристалл очень тонкий (меньше миллиметра), но в нем уместятся более 20 слоев сложнейших структурных объединений транзисторов, которые выглядят как многоуровневые хайвеи.

- **2500**

Именно столько кристаллов процессора Intel Atom (имеют наименьшую площадь среди современных CPU) размещаются на одной 300-миллиметровой пластине.

- **10 000 000 000 000 000 000**

Сто квинтиллионов транзисторов в виде структурных элементов микрочипов отгружаются с фабрик каждый год. Это приблизительно в 100 раз больше, чем оценочное количество муравьев на планете.

- **A**

Стоимость производства одного транзистора в процессоре сегодня равна цене печати одной буквы в газете.