

Создание молекулярных ассемблеров



**Ответы на вопросы, которые мы
сегодня не будем обсуждать:**

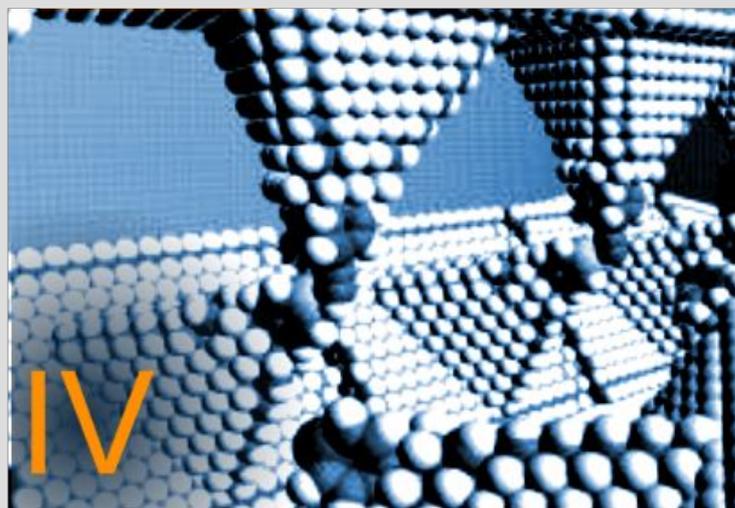
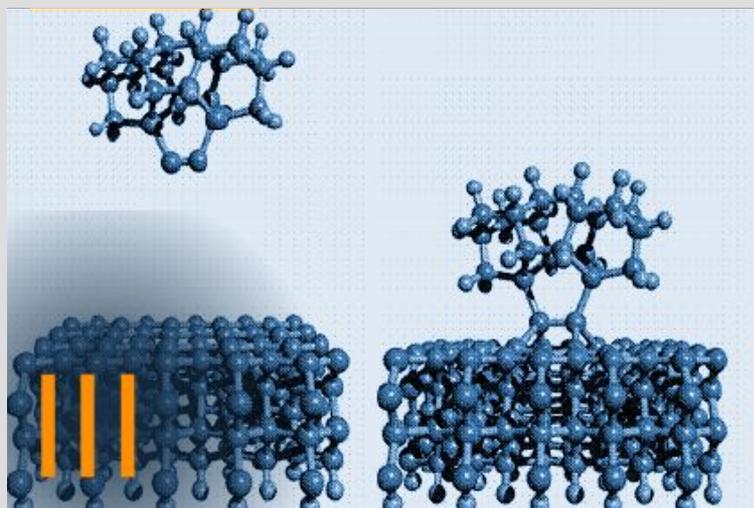
**Можно
и нужно!**



Основы стратегии:

- Идеи Дрекслера-Фрайтаса-Меркле
- Top-Down: 4 поколения на одном чипе.
- Поколения целых роботов, либо только инструментов.
- Каждый узел каждой стадии — отдельная задача. Вполне решаемая ТРИЗ, Ideation WorkBench.
- Реципрокное наращивание инструментальной базы
- Open-source и парадигмализм

Поколения ассемблеров



Возможности ассемблеров разных поколений

- **I поколение**

- Ручная сборка из готовых химически и физически синтезированных блоков, модификация блоков

- **II поколение**

- Ограниченные возможности ручного синтеза структур из ограниченной номенклатуры сырья. Частично используется ЧПУ.

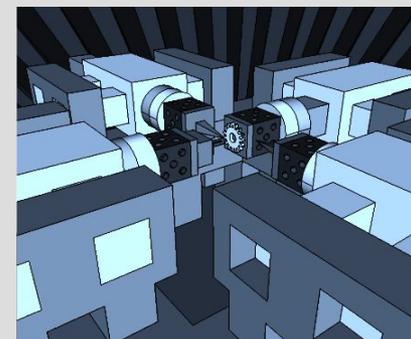
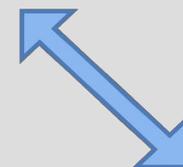
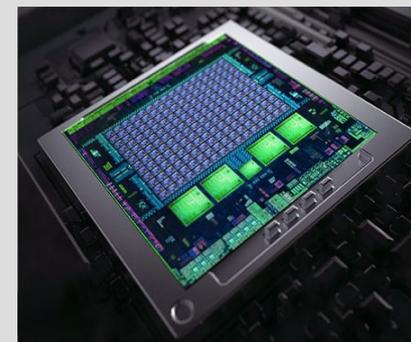
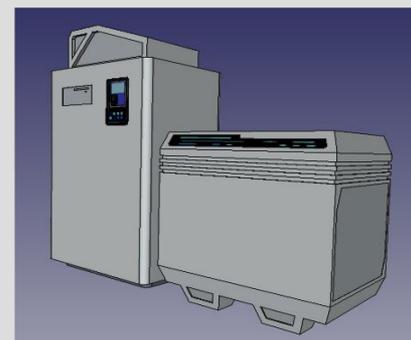
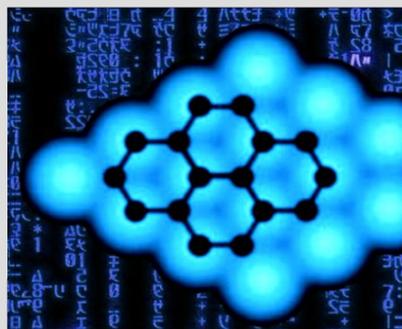
- **III поколение**

- Автоматический быстрый синтез широкого класса структур из ограниченной номенклатуры сырья

- **IV поколение**

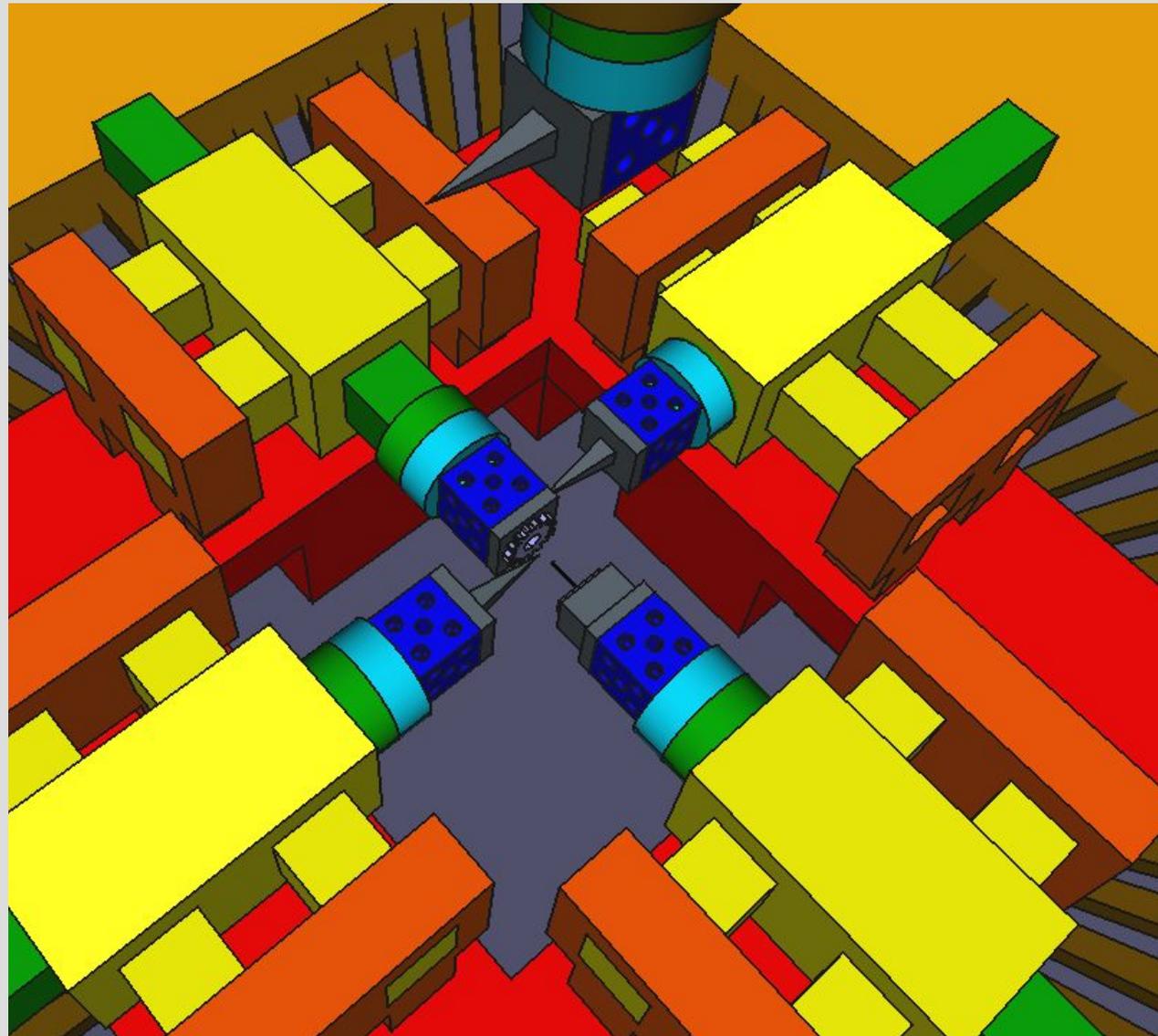
- Очень быстрая автономная разборка и сборка очень широкого класса структур

Экспериментальная установка



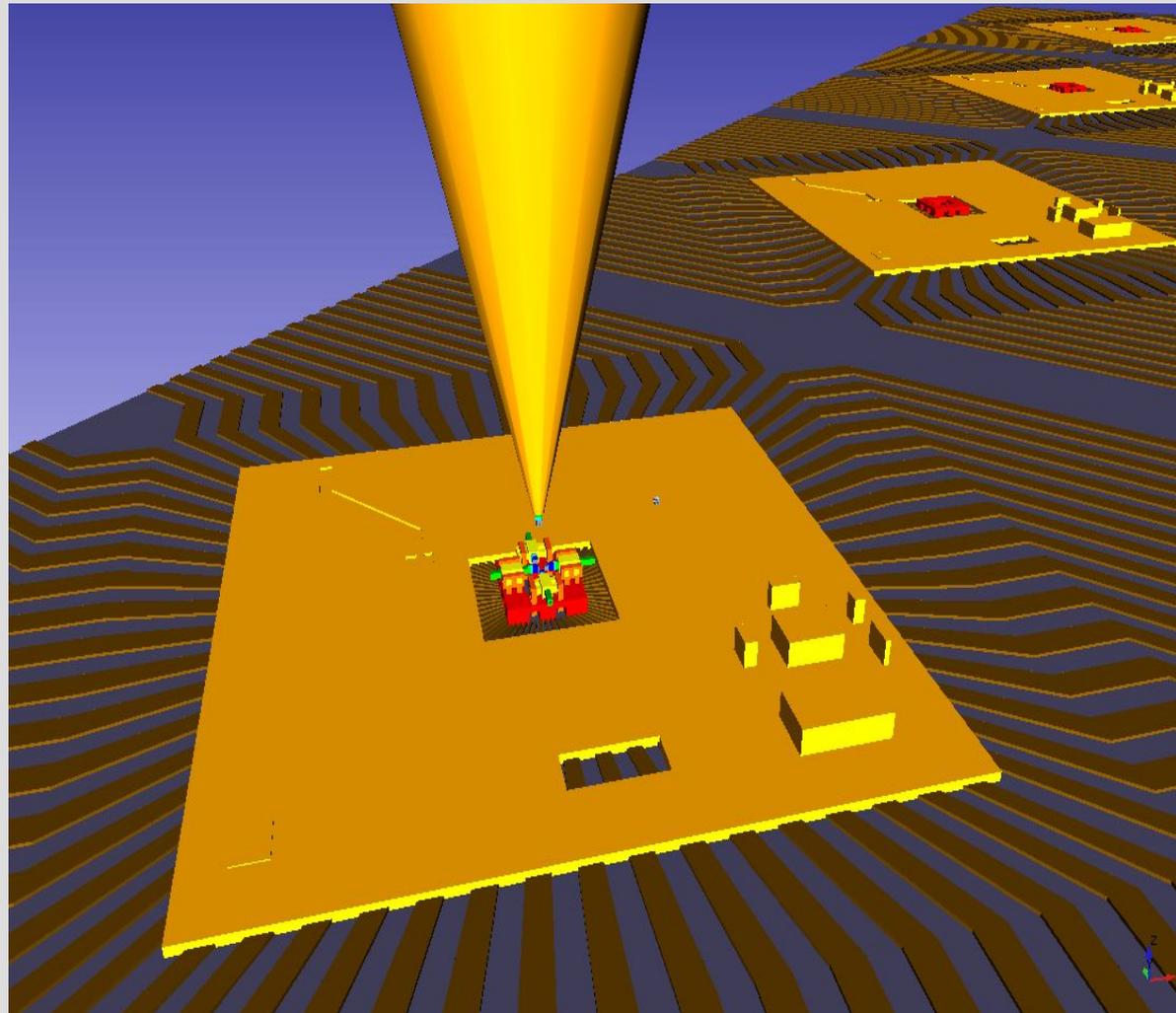
Микроуровень

- $4 \times (3+1)$ DOF
- 4хпсевдо-6 DOF
- Мультизахват
- Многопоточное, многоуровневое ООС/ООП
- Нейрокомпенсатор
- Визуализация
- Унив. держатели инструмента, заготовок, сырья, отходов.
- Fast bootstrapping



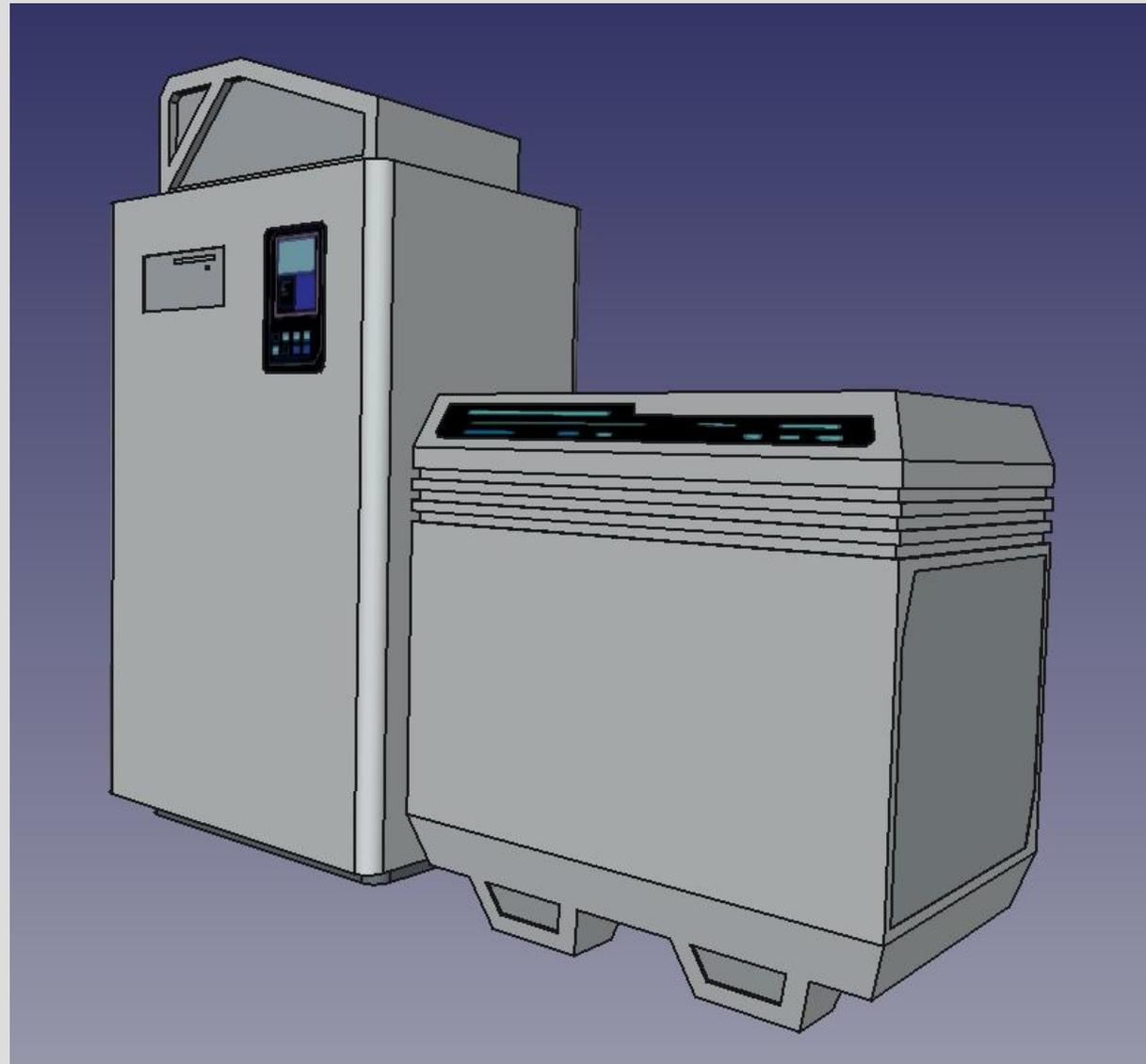
Мезоуровень

- СЗМ, ЭМ
- Ресурсы
- Инструменты
- Станки
- Отходы
- Физ обр.
- Хим (мф).
- Сборка
- Теплоотвод.
- Шлюзы
- ПЛИС



Макроуровень

- Холод
- Вакуум
- Тяжесть
- Виброзащита
- Wireless
- UPS
- Все это, в основном, для мезоуровня



Интерфейс оператора

- О реалистичном образе атома в NanoLab
- Пусть атомы рассчитывают сами себя
- AR/VR и поворотный тактильный пульт
- Свободное движение инструментов, преобразуемое математикой в реально возможное.
- Виртуальная среда контроля микро и мезо-уровней (Unity? FreeCAD?)
- Слой моделирования (SuperCPU?)
- НОМО-LUMO дискриминатор
- Регулируемое тактильное усиление и масштаб
- Скриптовая автоматизация. Python.
- Интеграция с CAD (Workbench к FreeCAD)

Интерфейс оператора

- Двухуровневая сплошная координатная система
- Предотвращение столкновений инструментов, защита от ошибок оператора
- Эргономика (долгий, напряженный труд), удобная поза оператора, непотеющие очки или без очков.
- Голосовые команды, графические интерфейсы.
- Библиотека инструментов, материалов, компонентов, доступных и нет.
- Оператор выбирает, а смена производится автоматически
- Автогенерируемый realtime roadmap.

Компоненты роботов- ассемблеров

- Корпусные детали
- Соединения
- Моторы
- Датчики положения
- Редукторы
- Подшипники, направляющие, шарниры
- Пружины
- Подвижные контакты
- Инструменты
- Системы хранения и подачи сырья

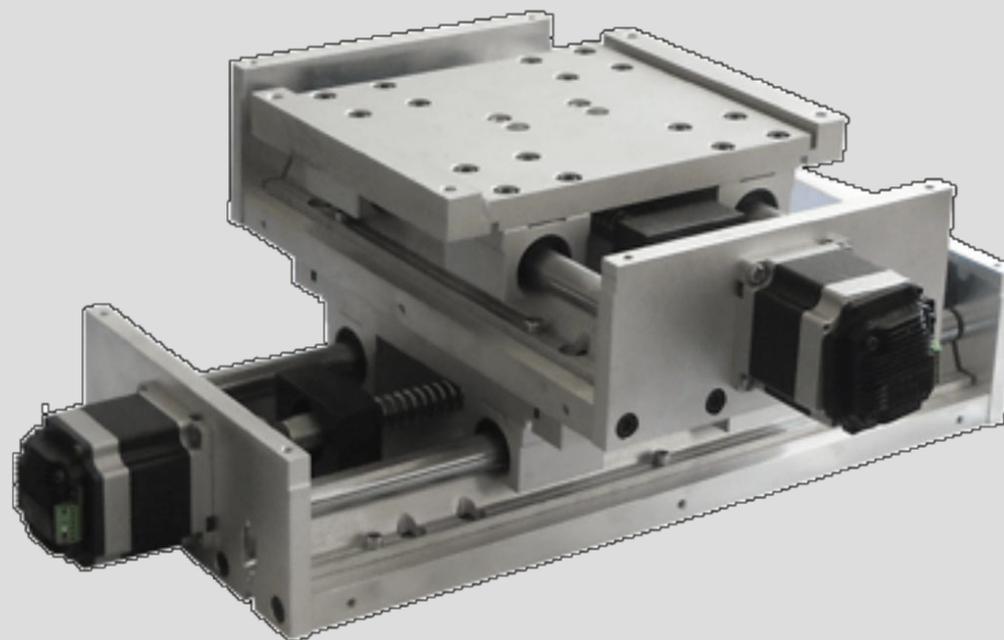
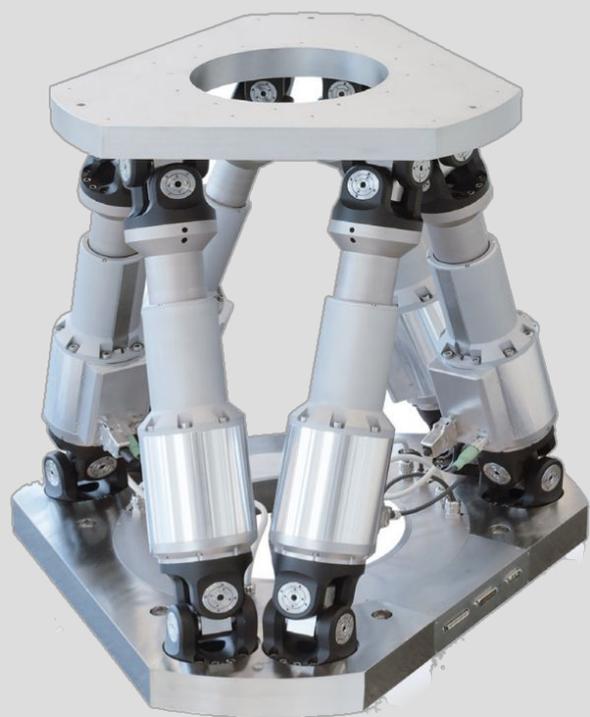
Корпусные детали

- Изоляторы
 - Вакуум свыше 1 нм
 - Линейные полимеры
 - Пленки
 - SP3
 - Алмаз
 - Прочее
- Проводники
 - Металлы
 - Полисопряженные
 - Проводящие полимеры
 - Нанотрубки и фуллерены
 - Графен
- Гибридные
 - Шлейф с перемычками
 - Провод в оболочке
 - Провода на поверхности и в объеме диэлектрика

Соединения

- Неразъемные
 - Ковалентные
 - Давлением (в.т.ч через прослойку)
 - Прессовые
 - Гибридные
 - Пайка, сварка, клейка
- Разъемные
 - Штифты
 - Зажим несколькими инструментами
 - Емкостный захват
 - Плавающий материал
 - Нековалентная сборка
- Управляемые (мех, хим, электр) в которых легко образовывать связь и разрушать
- Синтетические блоки, которые соединяют и имеют разъем чтобы их соединяли

Гексапод или декарт?



И то и другое.

Моторы

- Непрерывного действия
 - Ток
 - Внемолекулярные (Drexler, Kral)
 - Внутримолекулярные (Feringa)
 - Напряжение
 - Кулоновские
 - Ротор с постоянными зарядами
 - Подключеный ротор
 - Изолированный ротор
 - Поляризующийся ротор
 - Емкостные
- Прерывистого действия
 - Коленчатый механизм
 - Храповой механизм
 - Перехват (как в мышцах)
 - Фазный стохастический

Датчики положения: обратная связь

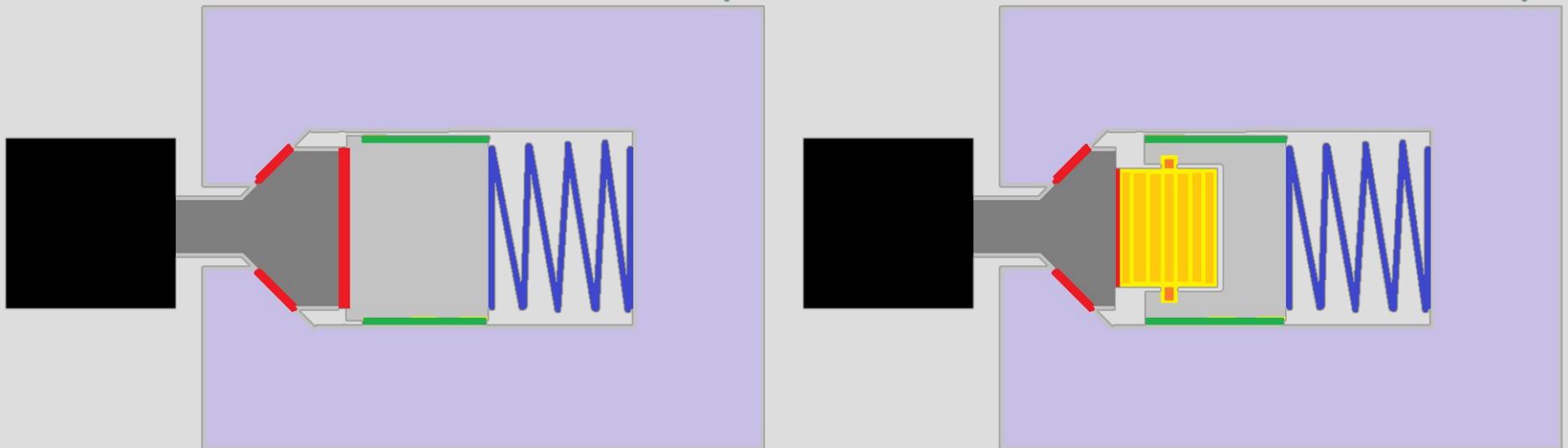
- Туннельный
- Атомно-силовой
- Тензорезистивные молекулы
- Латеральный и радиальный способ установки датчиков
- Бинарный датчик

Редукторы

- Вращение и линейное перемещение
- Прямой безредукторный привод: линейный или вращательный (ток, напряжение, емкость)
- Можно пожертвовать скоростью ради точности и силы (трение!)
- Цилиндрический многоступенчатый
- Цапфы
- Большие передаточные числа и много ступеней
- Люфты и силовое замыкание
- Подкладочный «рокла»-редуктор

Подшипники и шарниры, вращательные и линейные

- Малый люфт и малое трение
- Эквипотенциальность - идея Ральфа Меркле
- Пары трения (коэффициент сила/сила)
- Скольжение или качение?
- Нанотрубка в нанотрубке
- Ролики, шарики, фуллерены и атомы.
- Пружины.
- Силовое замыкание симметричное и асимметричное



Пружины

- Полимерные зигзагообразные молекулы (растяжение)
- Прямые полимерные молекулы (изгиб, кручение)
- Упругие элементы за счет рядов полостей
- Ван-дер-Ваальсовы и прочие прижимы (упрощение подшипников и направляющих - «наноавтомобили»)
- Активные кулоновские пружины-приводы

Подвижные контакты

- Гибкие
 - УНТ
 - Проводящие полимеры
- Скользящие
 - Контактные
 - Туннельные
 - УНТ в УНТ: вращение и перемещение
 - Эмиссионные
 - Дискретные
 - Трансформирующие
- Мезоуровневые
 - Контактные
 - Бесконтактные

Инструменты прямого механосинтеза

- Для направленного перехода нужен градиент пот. энергии: (химия, заряд, спин, стерика, температура, время, сила..)
- Циклически возобновляемый перепад разности энергий притяжения и отталкивания
- Внешний
 - Инструменты Фрайтаса-Меркле
- Внутренний
 - Коаксиальные инструменты
- С помощью других инструментов
- Фазный стохастический подход

Приемы косвенного механосинтеза

- Хочешь добавить атом или группу - добавь кусок молекулы и оторви (или наоборот).
- Хочешь отнять — оторви и дострой (или наоборот).
- Эти бинарные комбинации можно бесконечно углублять.
- Автоматический иерархический анализ возможностей для поиска маршрутов выполнения заданной операции
- Автопросчет возможных вариантов изменений в выбранной точке объекта
- Для оператора или САМ выглядит просто

Инструменты и полюса

- 0-полюсные
 - Пресс
 - Инструменты Механосинтеза Ф-М
- 1-полюсные
 - СТМ
 - Электросварка
- 2-полюсные
 - АСМ
 - Электроразрушение
 - Емкостный захват
 - Разрушение релизера
- 3-полюсные
 - Прокрутка цепочки и отрыв фрагмента
- 4 и 5-полюсные
 - Высоко-свернутые инструменты

Хранение и подача сырья

- Кран и подложки
- Одноразовые перезаряжаемые инструменты
- Протонопровод
- Строительные блоки как ответвления или фрагменты транспортного полимера
- Пленки, пластины
- Куски, капли
- Примораживание

Методы производства робота I поколения

- Аддитивные
- Субтрактивные
- Модификация
- Покрытия
- ERL, 2PP, CVD

| | | | |
|--|---|-------|------|
| Двухфотонная полимеризация (2PP) | полимеры | 100нм | 4нм |
| Лазерное фотовосстановление | Металлы и композиты Ag, Au, Cu; Ag в PVK; Ag в PSS; Au и Cu в PMMA | 180нм | 20нм |
| Электрогидродинамическая печать (EHD) | Au, Ag, Cu, Co в полимерной матрице; воск | 55нм | 10нм |
| Менисковое электроосаждение | Cu, Pt, Ag | 100нм | 10нм |
| Осаждение индуцированное сфокусированным электронным или ионным пучком | Al, Au, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Ge, Ir, Mn, Mo, Ni, Os, Pb, Pd, Pt, Rh, Ru, Si, Sn, Ti, W, Pt-Si, Co-Si, Co-Pt, Fe-Si | 10нм | 2нм |

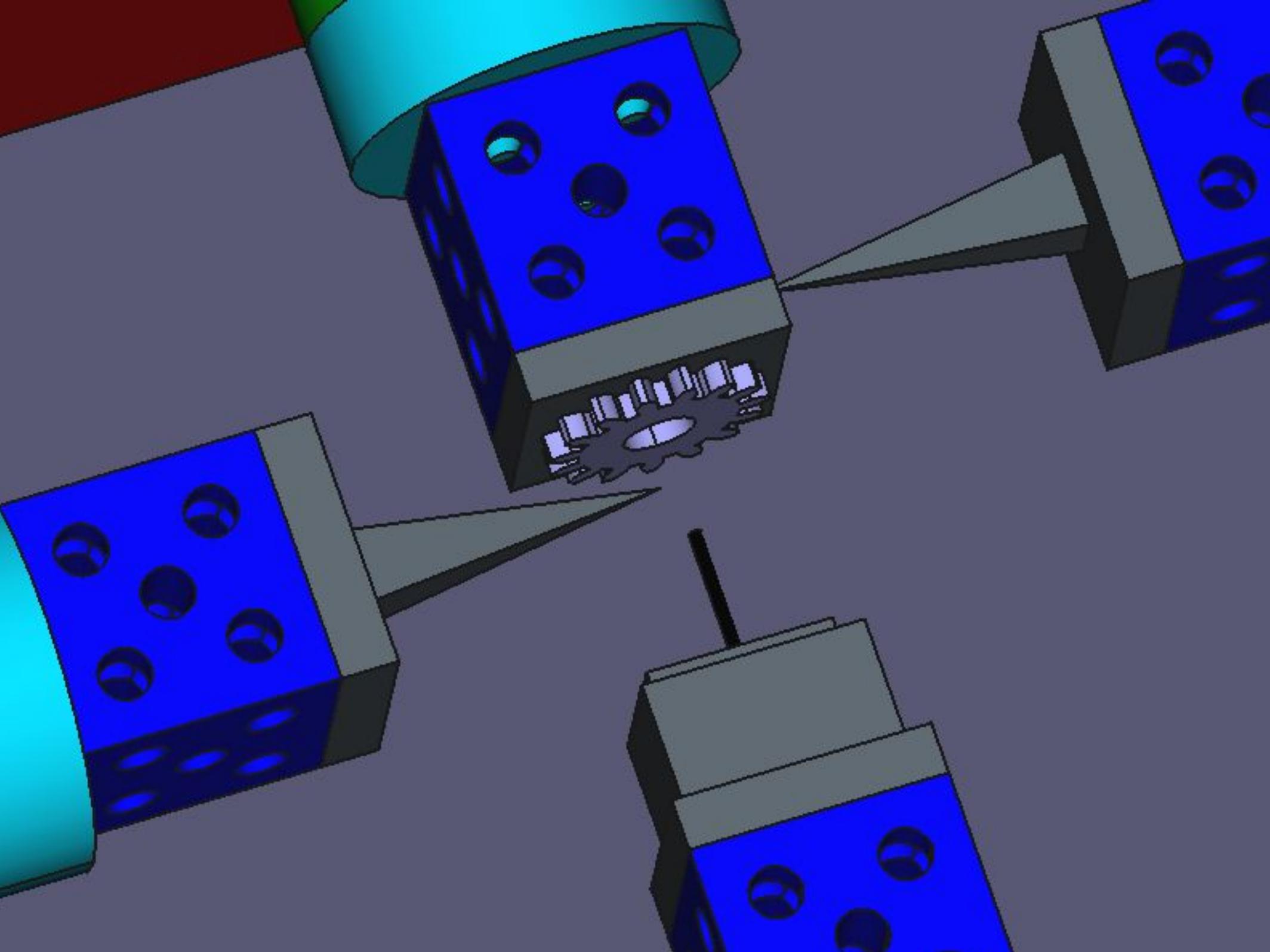


I поколение - приемы

- Макро-приборы в цепях визуализации и обратной связи (интерферометры, микроскопы)
- Микрофлюидика — склеивание, травление, литье
- Фокусированные пучки электронов, фотонов, ионов
- Фиксированные положения поворотной оси

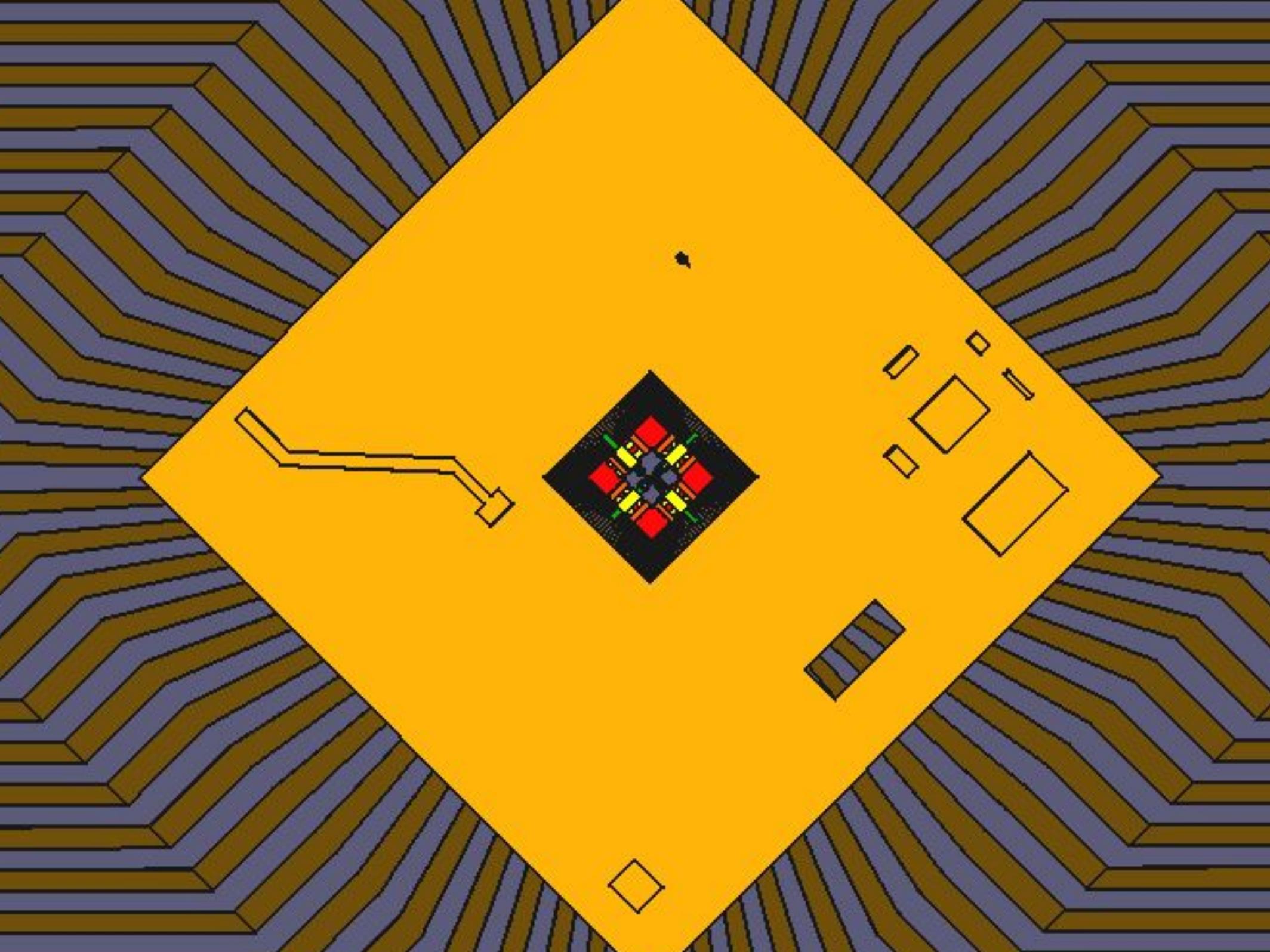
| => ||

- Алмазные пленки и «усы»
- Склады макромолекул и нанотрубок.
Полимантаны, полиены, полиины, стержни, пластины, диски, крыльчатки — а что бывает? Кто это знает?
- То же касается и реакций оргсинтеза для целенаправленного получения деталей.
- Резка и сварка нанотрубок и графена. Кусачки из фторадамантана?
- Локальная функционализация
- Нанолитье и выборка

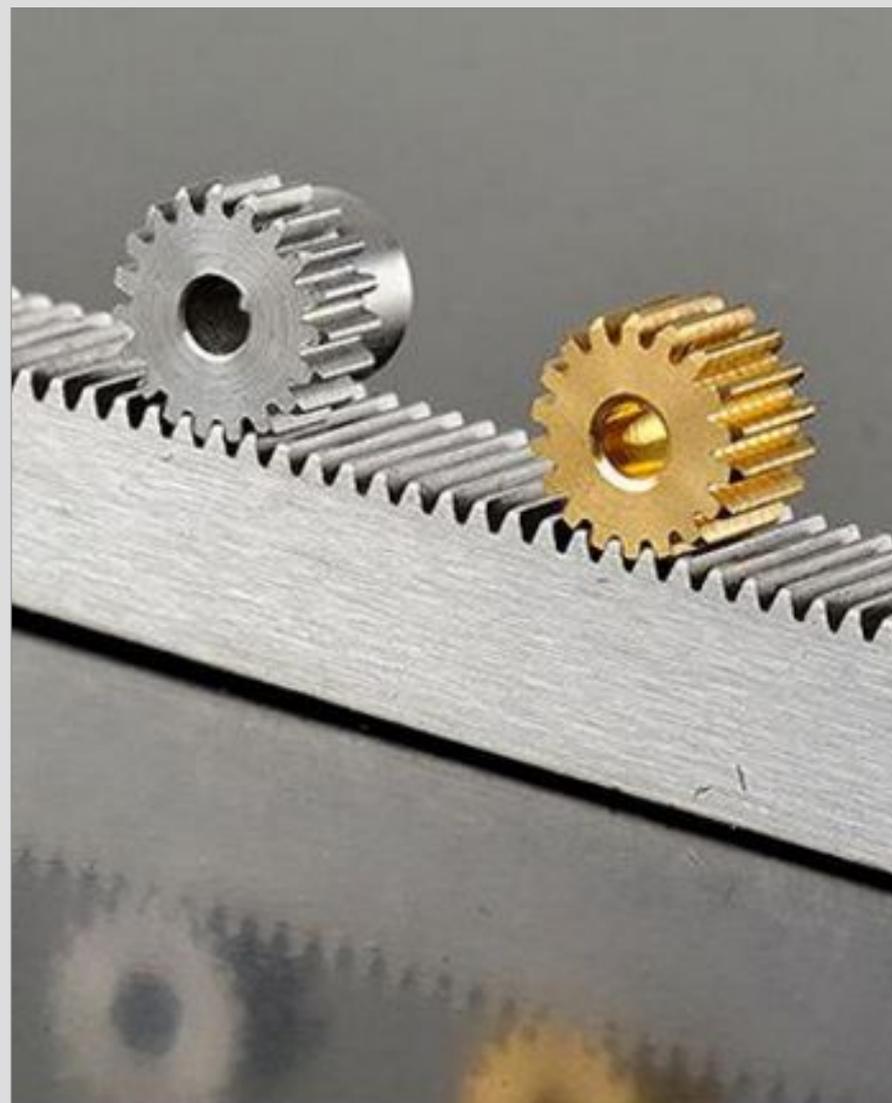
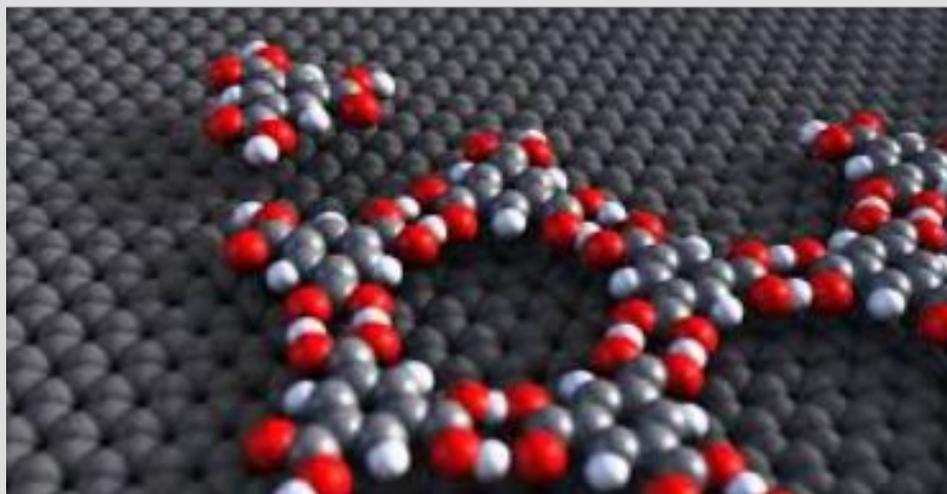
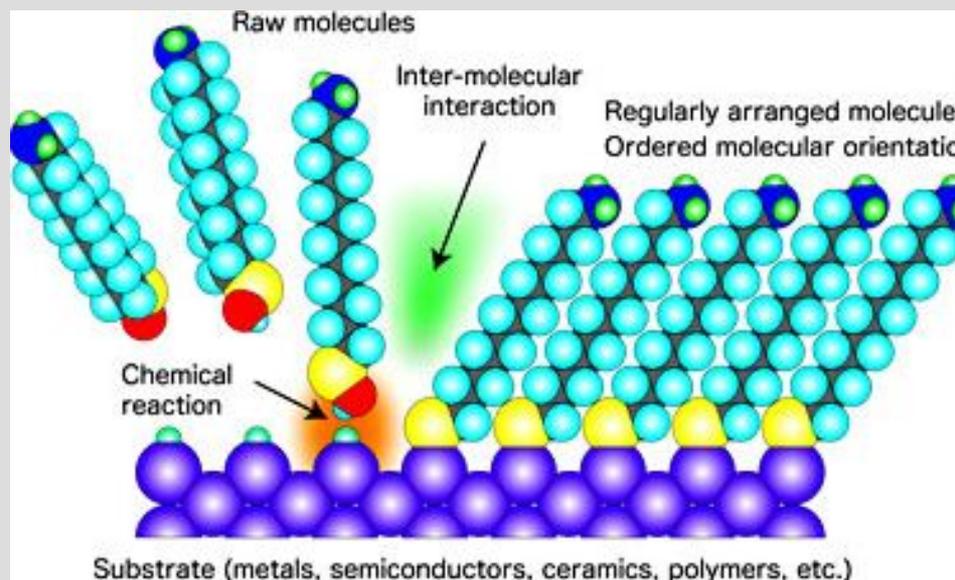


I => II

- Обмен заготовками с макромиром (физ/хим методы).
- Соединение пресованием
- Локальная графитизация алмаза и растворение графита
- Полухаотический синтез/облучение и авто (нейро)отбор компонентов (УНТ).
- Создание и пост-обработка 2D-паттернов на плоскости
- Строить нанобъекты на или в плоскостях а потом соединять собирать эти плоскости с заданным шагом или вплотную.



I => II синтез частей. Самосборка колес и реек.



II поколение - приемы

- Многоосевые и электронные многофотонные микроскопы
- УНТ как направляющие
- Фуллерены как шарниры (и шарики?)
- Белки, НК, биомолекулы
- Сверхмедленное проведение реакций для изучения их механизма
- Система контроля внешних источников вибрации и действия в паузах между ними
- Импульсная подача сверхохлаждения, сверхвакуума и тогда действие
- Временные «подпорочные» атомы и фрагменты, потом удаляемые

III поколение

- Прямой механосинтез нанодеталей
- Сборка подвижных и неподсоединений встроенными защелками в роботах I-II поколения на том же чипе
- Наноконтроллер
- Длинные автоматические цепочки подготовки «умного» сырья
- Мультиассемблер

III поколение — приемы (софт)

- В ручном режиме возможность скрывать ненужное — сканнеры, перезарядку инструментов.
- Записывать все операции, строить дерево инструментов чтобы любой можно было воспроизвести
- Это дает команду "отмена" и эксперименты по проверке вариантов над одним исходным инструментом
- Команда "копировать" - полностью автоматическое производство благодаря протоколированию шагов
- Анализ собираемости моделей и автопостроение маршрута сборки (граф бифур.)

III поколение: комбинаторный инкрементальный синтез нанодеталей для IV поколения

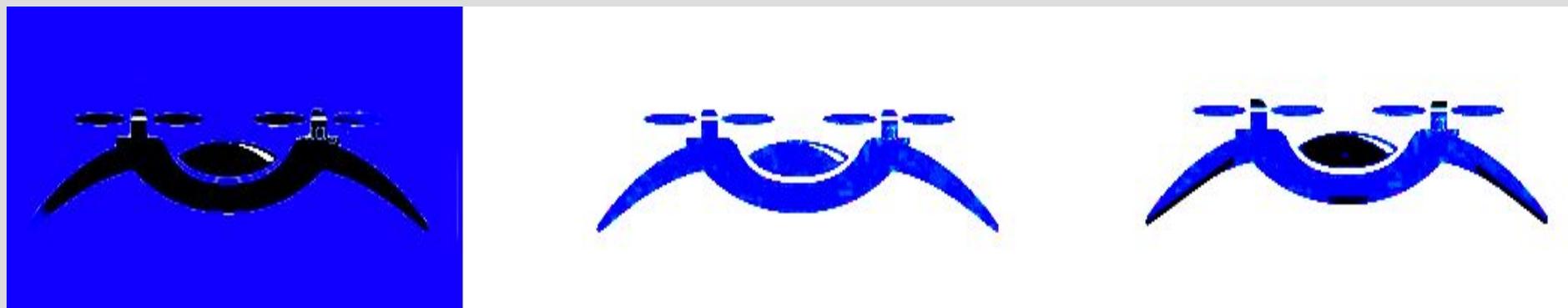
- Постановка задачи
- Генерация вариантов
- Логический отбор
- Виртуальный отбор
- Физический отбор
- Оптимальный результат

IV поколение: открытая масштабируемая платформа для создания любых устройств

- Клеточная структура
- Ассемблер+дизассемблер =
всеядность+репликация
- Автономный компьютер, энергоустановка,
коммуникатор, сенсоры и эффекторы
- Облачный иерархический AI
- Автообновление soft+hard
- Биоморфные алгоритмы репликации и
апоптоза

IV поколение: стили использования

- Классическая нанофабрика
- Умная материя
- Гибридные системы



Требования к IV поколению, обусловлены ключевыми применениями:

- Симбиотический (с нейроинт.) апгрейд живых организмов
- Сфера Дайсона
- Зонды фон Неймана
- Большие параллельные вычисления
- Авто НИОКР и умная эволюция для задач класса термояд, телепорт, нейтрид...

Возможности финансирования и PR

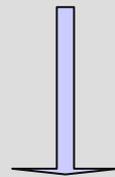
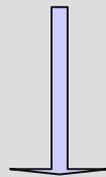
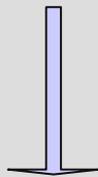
- Продажа установок в целом
- Продажа отдельно ассемблеров каждого поколения
- Первичные продукты поколений
- Услуги синтеза и экспериментов
- Аренда времени роботов
- Продажа макро-роботов-аналогов
- Премии, граты? Foresight Prize?
- Краудфандинг, PR, шоу, реклама?
- NanoCar Race

Задачи сегодняшнего дня

- Создание интерфейса пользователя: аппаратного и программного обеспечения
- Детальное конструирование опытной установки и ассемблеров I и II
- Детальный пооперационный roadmap 0 => I => II
- Макетирование мезо- и микроуровня 100:1 на FDM и MJM 3D-принтерах
- Обеспечение доступа к технологиям изготовления деталей ассемблера I поколения: ЭЛЛ, 2PP

Добро пожаловать!

- Каковы сильные и слабые стороны проекта?
- Ваши идеи и предложения?
- Что можете сделать **Вы**?



openfablab@gmail.com