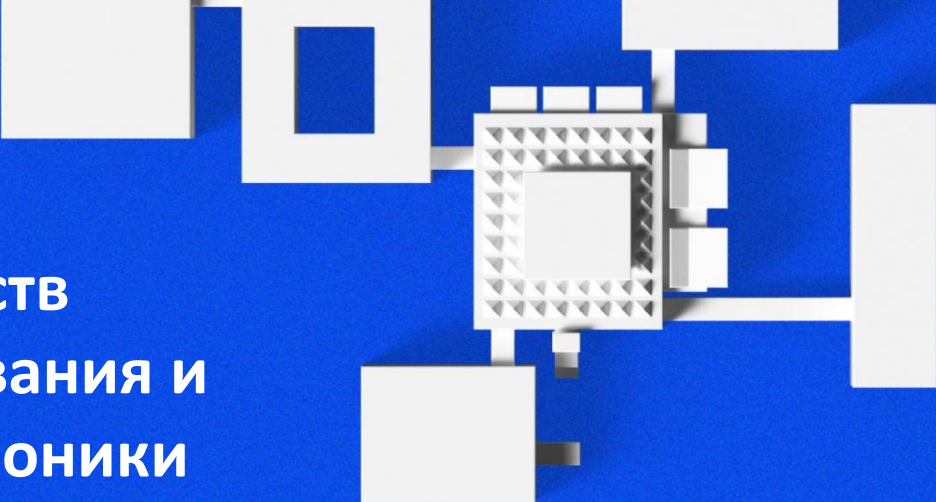




Развитие экосистемы средств автоматизации проектирования и производства микроэлектроники

Переверзев Алексей Леонидович
д.т.н., профессор РАН,
проректор по инновационному развитию





обеспечение технологической независимости и доверенные маршруты



активная поддержка open-source проектов



повсеместное внедрение инструментов искусственного интеллекта



переход в облако для минимизации затрат на ИТ-инфраструктуру



комплексирование маршрутов проектирования



единый жизненный цикл ЭКБ, включая тестирование, производство и эксплуатацию



крупные вендоры выстраивают замкнутые экосистемы

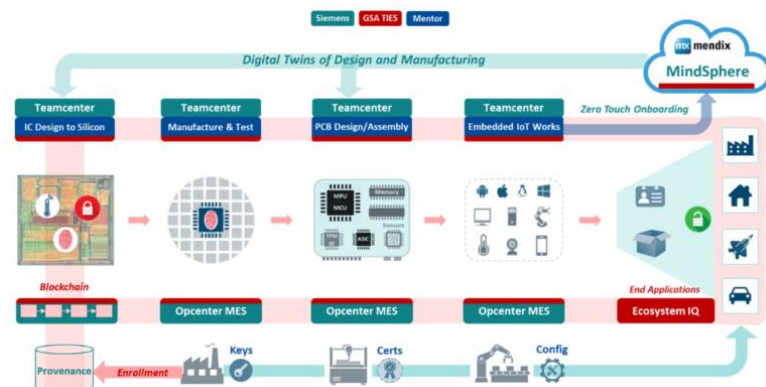


DSO.ai™

VSO.ai™

TSO.ai™

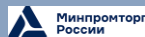
ASO.ai™



Переход от набора инструментов САПР к комплексным решениям на основе коммерческих и открытых инструментов, функционирующих на базе доверенной платформы с искусственным интеллектом в гибридной инфраструктуре



ФПИ «Обсидиан» демонстратор технологии, 180 нм



ОКР «САПР Цифра-Б», до 90 нм



ОКР «САПР Цифра-Р», до 28 нм

ОКР «САПР Цифра-П»

Единая проектная среда объединяет три маршрута проектирования:

- на основе библиотек стандартных ячеек
- в базисе базовых матричных кристаллов
- в базисе ПЛИС

ТЕХПРОЦЕССЫ

- | | | |
|--------------------|-------------------|------------------|
| • HCMOS8D (180 нм) | • HCMOS10 (90 нм) | • C250G (250 нм) |
| • CMOSF8 (180 нм) | • SOI250 (250 нм) | • C130G (130 нм) |

БМК

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| • БМК 5529TH03 (180 000)* | • БМК 5529TH06 (920 000)* |
| • БМК 5529TH05 (800 000)* | • БМК 5529TH08 (1 800 000)* |

ПЛИС

- | | |
|----------|----------|
| • 5510XC | • 5510TC |
|----------|----------|

Основные свойства единой проектной среды

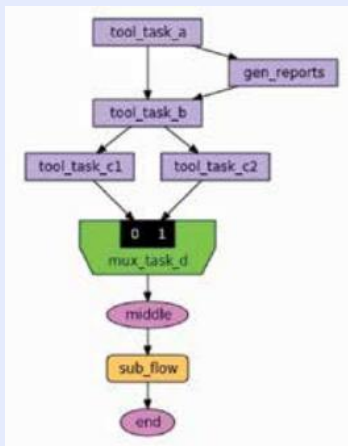
- унификация интерфейса вызова и интеграция разрабатываемых инструментов
- маршрут и средства проектирования как часть бизнес-процесса
- автоматизация типовых задач при проектировании, разработке и управлении
- обеспечение целостности и сквозной прослеживаемости данных
- интеграция ИИ на уровне маршрутов и инструментов



Маршрут проектирования

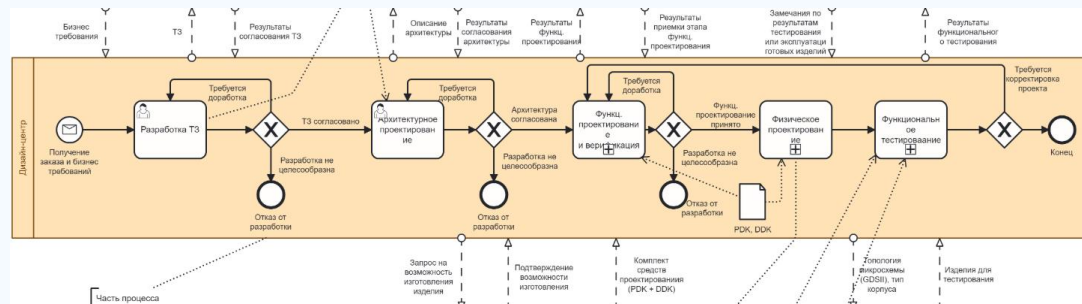
Цепь связанных
входными/выходными
данными запусков
инструментов

CI/CD
Makefile
gFlow
...



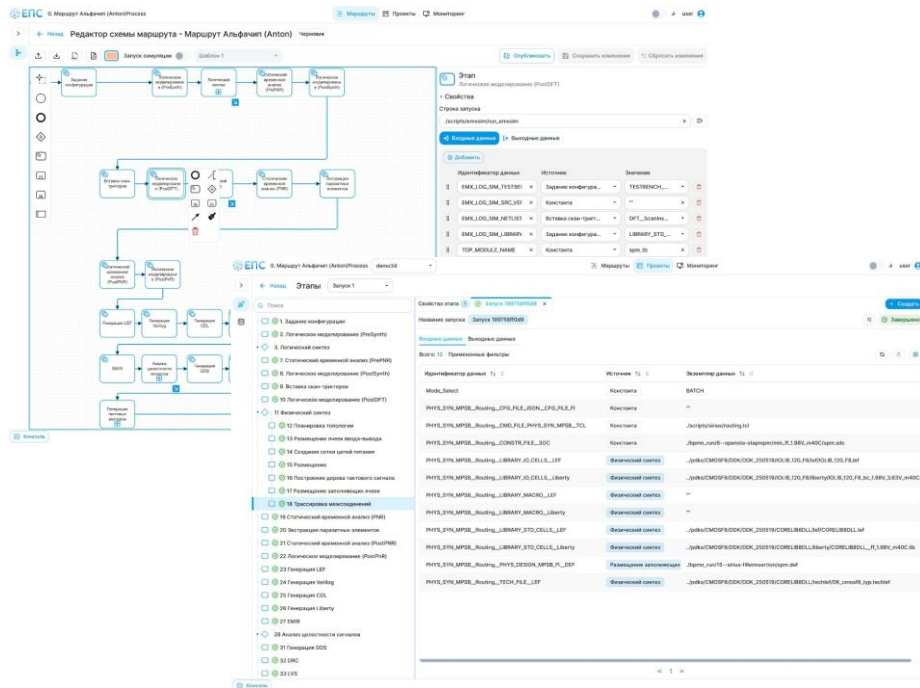
Бизнес-процесс

- управление взаимодействием между различным ПО (не только САПР!), данными и маршрутами
- автоматическая реакция на изменения статуса в схеме, и запуск связанных процессов
- синхронизация и актуализация информации без ручного вмешательства
- включение всех стадий жизненного цикла ИМС (проектирование, разработка, производство, тестирование)
- внедрение инструментов ИИ как одного из этапов процесса для оптимизации, аналитики и помощи



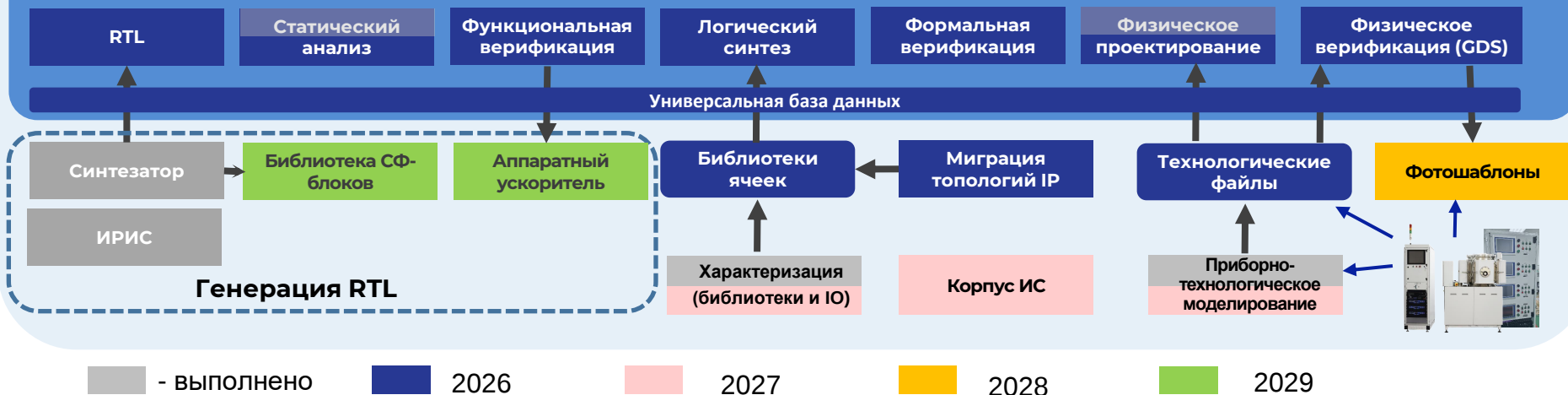
ЕПС – это инструмент для унификации процесса создания маршрутов проектирования и автоматизации их исполнения, объединяющий данные, средства проектирования, ИИ-инструменты и всех участников жизненного цикла ЭКБ

- контроль сроков и используемых инструментов
- шаблоны маршрутов
- плавная миграция с поддержкой используемого ПО
- воспроизводимость результатов
- интеграция ИИ инструментария
- возможность быстрого старта в условиях кадрового дефицита
- обратная связь от производства и тестирования



Единая проектная среда

Маршрут проектирования СБИС



- размер проектов до 2 млн вент.
- поддержка Verilog/SystemVerilog
- статические (stuck-at) модели брака
- форматы LEF, Liberty, ICT, SVRF
- минимальные проектные нормы 90 нм
- моделирование 3D приборных структур
- 2D моделирование технологических процессов
- поддержка отечественных установок Прогресс-КТФ/Прогресс-ГИФ
- коррекции на основе правил и моделирования

Проблемы объединения всех отечественных установок производственной линии в единое информационное пространство

- ▶ отсутствует поддержка стандартов SEMI E5, E30, E37 и др., определяющих протоколы обмена информацией
- ▶ при создании АСУ используется широкий спектр импортных решений (ПЛК, модули ввода/вывода, управляющие компьютеры, встроенное ПО)
- ▶ решение задач автоматизации на разнообразной аппаратуре, привело к появлению множества НЕ унифицированных технических решений
- ▶ разнообразие приводит к сложности подготовки кадров для разработки и обслуживания отечественного СТО



Цель: разработка единого инструмента, обеспечивающего повышение эффективности разработки АСУ СТО за счет унификации и открытости

Преимущества:

- единая среда разработки ELPLC-LOGIC
- открытый программный интерфейс для сторонних разработчиков ПЛК
- унификация на всех уровнях АСУ
- поддержка взаимодействия с MES предприятия:
 - SEMI E5 (SECS-II) обеспечивает определение сообщений и связанных с ними элементов данных, которыми обмениваются хост и оборудование
 - SEMI E30-0307 (GEM) определяет, какие сообщения SECS-II следует использовать, в каких ситуациях и каким должно быть результирующее действие
- программные библиотеки для решения типовых задач
- единая аппаратная платформа на базе отечественных процессоров Эльбрус и Комдив
- унифицированные конструктивные исполнения
- единая система подготовки кадров



Интегратор и кооперация

САПР

- удаленный доступ к новым средствам проектирования на базе доверенной инфраструктуры
- адаптированные библиотеки и комплекты средств проектирования (КСП, PDK)
- типовые маршруты (reference flow)
- техническая поддержка

Платформа АСУ

- унифицированный комплект разработчика для проектирования АСУ (РКД, ПД)
- отечественная ЭКБ (Багет, Эльбрус)
- интерфейсы и протоколы взаимодействия с MES
- техническая поддержка

Интегратор, Базовый центр подготовки кадров для микроэлектроники, университеты и научные организации

- удаленный доступ к САПР и библиотекам для университетов и научных организаций
- тестовые стенды с АСУ
- образовательные программы для студентов и специалистов
- внедрение технологических сервисов (MPW) в образовательный процесс

Дизайн-центры

- сравнение характеристик отечественных и зарубежных САПР
- пилотные внедрения отечественных САПР
- плавная миграция на отечественные маршруты
- обратная связь от производства в едином информационном пространстве

Разработчики СТО, микроэлектронные производства

- внедрение единых подходов к автоматизации СТО
- технологические линии на основе отечественного СТО
- сбор данных и производственная аналитика