



ИТОПК

**ЯЛТА
2018**

www.itopk.ru



Тема доклада:

Требования к системам планирования производства в контексте концепции «Индустрия 4.0»

Докладчик:

Архангельский В. Е.

Индустрия 4.0

Требования рынка

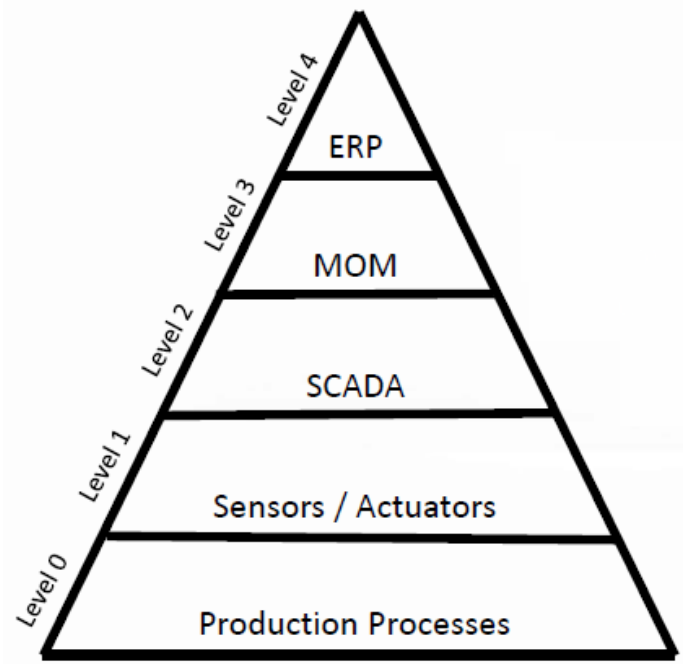
1. сокращение времени:
 - принятия решения,
 - исполнения решения,
 - вывода продукции на рынок.
2. Кастомизация продукта.
3. Заказной продукт по цене массового.
4. Исключение человека, где возможно.

Отражение требований в средствах планирования ERP, MES, APS для предприятий Концерна.



«Планирование и расписание работ» в традиционной архитектуре

ГОСТ Р МЭК 62264-1-2014 (ISA 95)

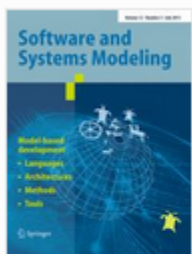


| Уровень управления | Роль |
|--|--|
| <p>Level 4</p> <p>Business Planning & Logistics Plan Production Scheduling Operational Management, ect.</p> | <p>Level 4 Establishing the basic plant schedule for production, material use, delivery, shipping, determining inventory levels, operational management, etc. Time Frame Months, weeks, days</p> |
| <p>Level 3</p> <p>Manufacturing Operation Management Dispatching Production, Derailed Production, Scheduling, Reliability Assurance, ect.</p> | <p>Level 3 Work flow / recipe control to produce the desired end products. Maintaining records and optimizing the production process, dispatching production, detailed production scheduling, reliability assurance, etc. Time Frame Days, shifts, hours, minutes, seconds</p> |
| <p>Level 2</p> <p>Batch control Continuous control Discrete control</p> | <p>Level 2 Monitoring, supervisory control and automated control of the production process Time Frame Hours, minutes, seconds, subseconds</p> |
| <p>Level 1</p> | <p>Level 1 Sensing and manipulating the production process</p> |
| <p>Level 0</p> | <p>Level 0 The actual production process</p> |

- PPS – Production Planning & Scheduling

Проблема Semantic Integration

- PSL = Process Specification Language
- NIST - Национальный институт стандартов и технологий США — (англ. The National Institute of Standards and Technology)
- Как пример: Translating from IDEF3 to ILOG using PSL
- ISO 18629
- ГОСТ Р ИСО 18629-1-2010 Системы промышленной автоматизации и интеграция. Язык спецификаций процесса. Часть 1. Обзор и основные принципы



[Software & Systems Modeling](#)

May 2005, Volume 4, [Issue 2](#), pp 209–231 | [Cite as](#)

PSL: A semantic domain for flow models

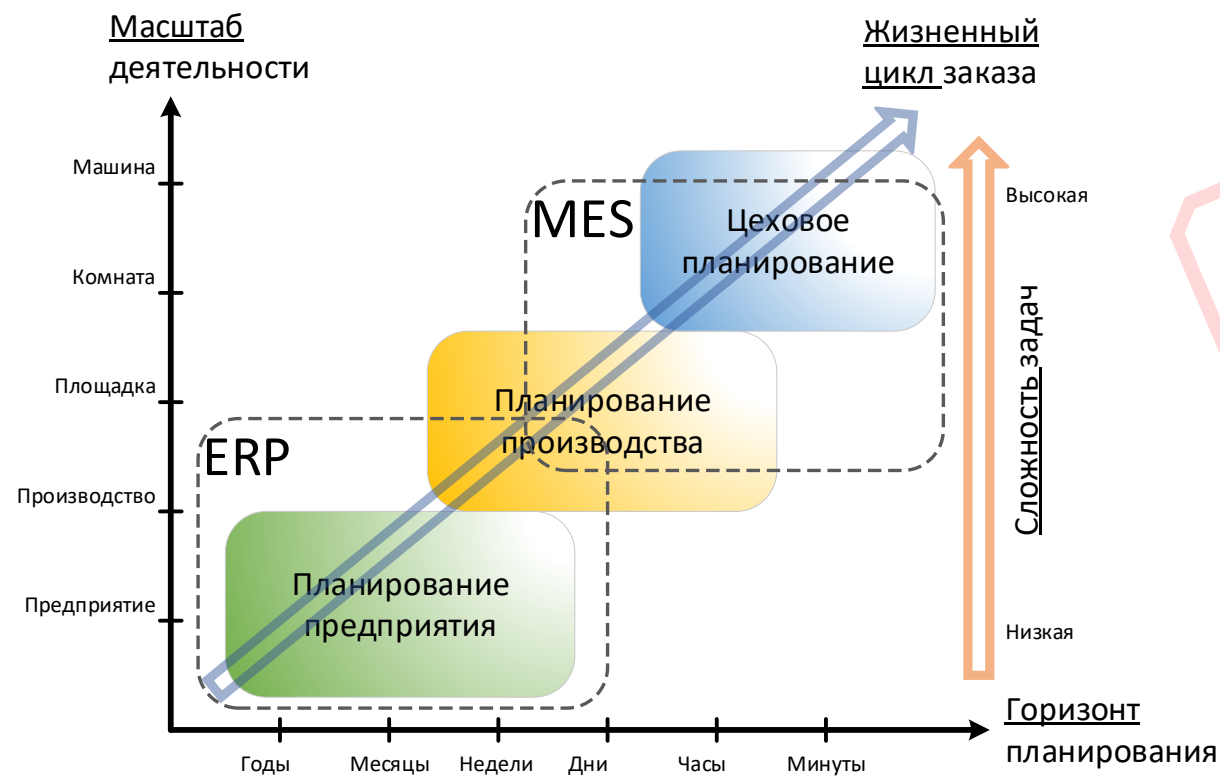
Authors

[Authors and affiliations](#)

Conrad Bock , Michael Gruninger

Тема доклада: Требования к системам планирования производства в контексте концепции «Индустрия 4.0»

Планирование – основная функция управления



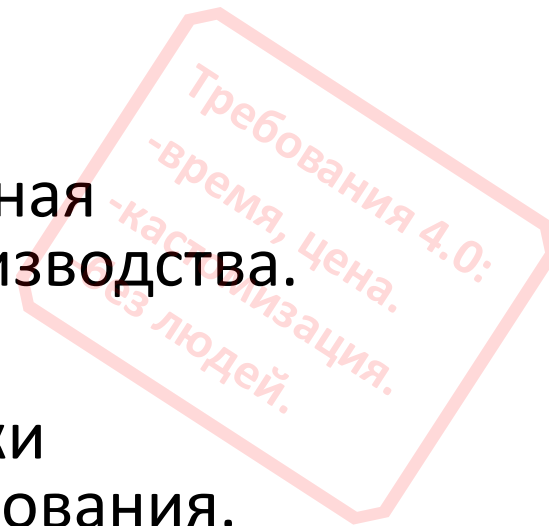
Требования 4.0:
- время, цена.
- кастомизация.
- без людей.



Принятие обязательств,
обоснованных расчетах:
Product, Qty -> Time?, Cost?

Планирование: портфельное, балансировка мощностей, цепочки поставок.

Включающие и пограничные системы: ERP, MES, APS, MOM, PLM



Текущее состояние:

- Укрупненное планирование, недостаточная балансировка плана по мощностям производства.
- Разнородная среда ПО.
- Отсутствие метрик для априорной оценки применимости ПО оперативного планирования.

При этом

- Новые проекты автоматизации

Тактика:

- Трансформация требований на фоне идущих проектов

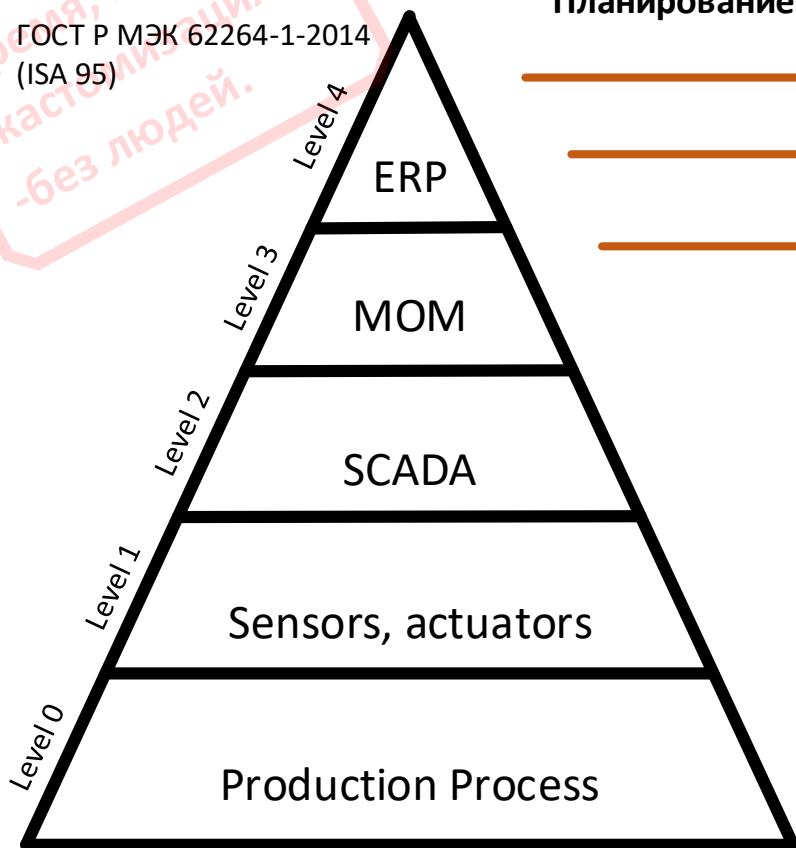
Риски

- Итоговое несоответствие требованиям 4.0

Решение: Предлагается новый компонент архитектуры и универсальный язык описания ОУ, пригодный для планирования

Требования 4.0:
- время, цена.
- кастомизация.
- без людей.

ГОСТ Р МЭК 62264-1-2014
(ISA 95)



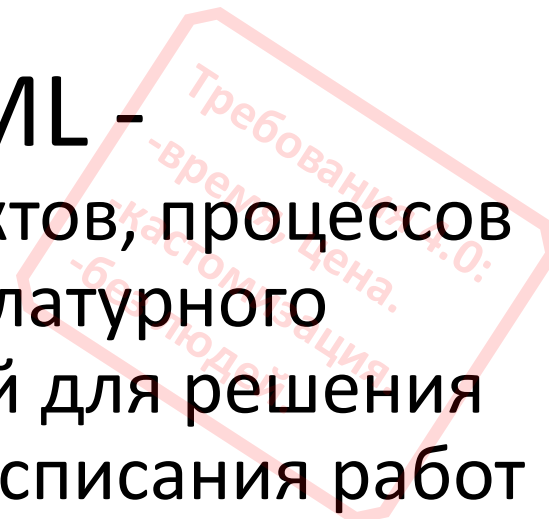
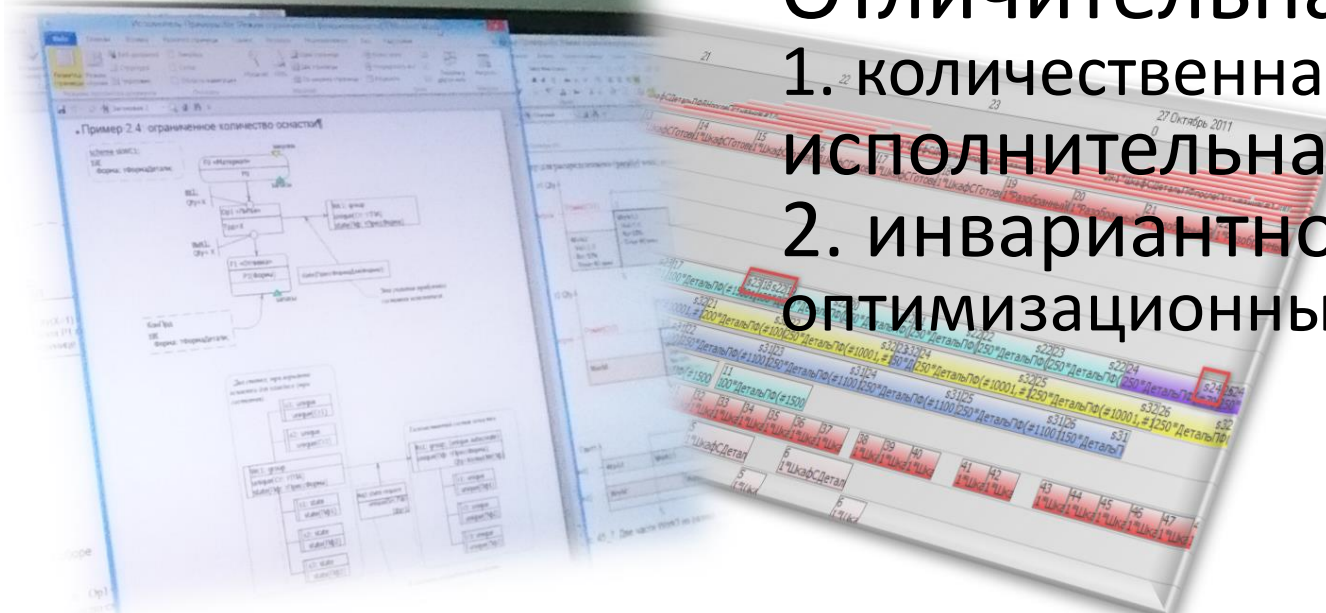
Язык DPML - обеспечивает единый способ описания ОУ любого масштаба на всем горизонте планирования (продукт-процесс-ресурс).

Отличительная черта – количественная исполнительная семантика.

Разработан **новый язык DPML** – универсальный язык описания продуктов, процессов и ресурсов позаказного многономенклатурного дискретного производства, пригодный для решения задач планирования и составления расписания работ

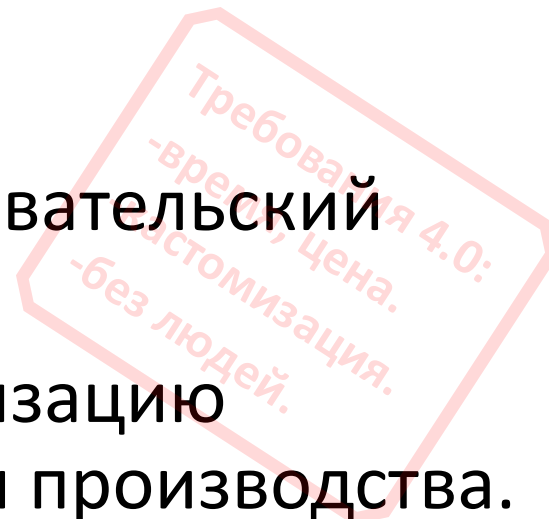
Отличительная черта языка:

1. количественная исполнительная семантика,
2. инвариантность к оптимизационным алгоритмам



Место DPML в системе -

- (1) **Язык DPML** - универсальный способ описания продуктов-процессов-ресурсов, способ моделирования производственных возможностей (того, как изготавливается все многообразие конечных продуктов);
- (2) **оптимизирующий планировщик** (движок), реализующий планирование портфеля заказов с учетом текущей загрузки производственных ресурсов, управляемый *моделью производства*;
- (3) **ERP/MES/APS система для конечного пользователя** с функциями планирования и диспетчирования, использующая *планировщик*, реализующая: систему управления заказами, учет материалов и ресурсов, ведение нормативно-справочной информации, расчет себестоимости, выпуск отчетов, work flow,



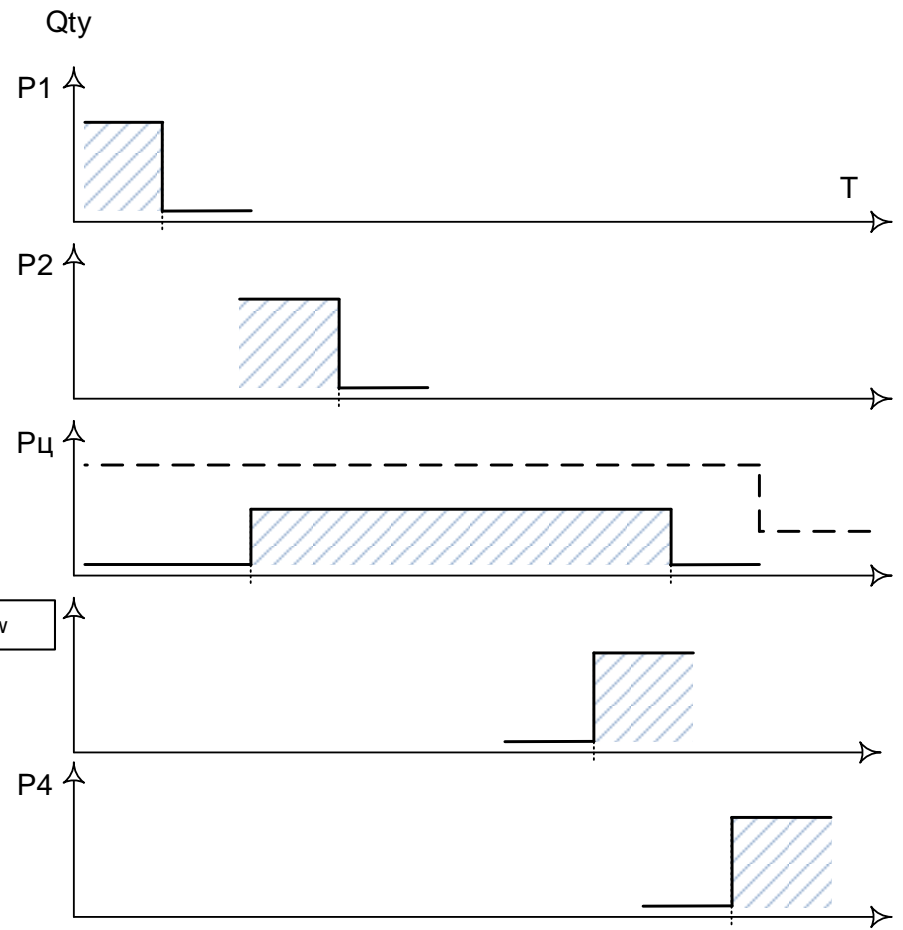
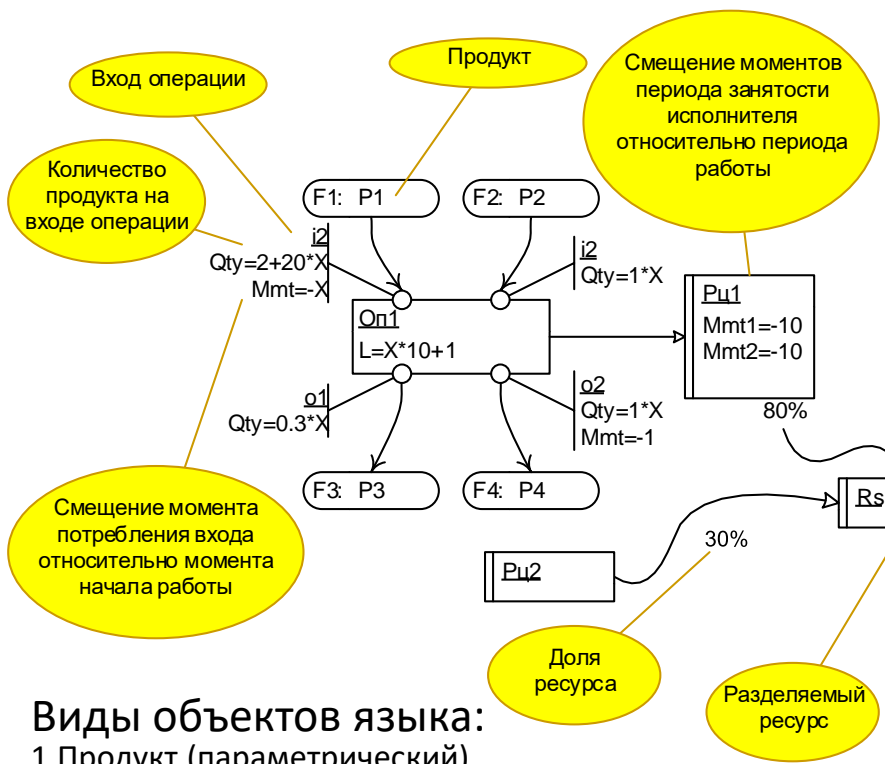
Разделение обязанностей:

- ERP/MES/APS реализуют весь пользовательский функционал, бизнес-логику.
- DPML-kit выполняет расчет и оптимизацию расписания, сопровождение модели производства.

Интерфейсы:

- ERP/MES/APS «знаком» только с DPML, ничего не знает об оптимизации.
- Движки оптимизации «знакомы» только с DPML, ничего не знают про ERP/MES/APS.

Базовый элемент языка – операция



Виды объектов языка:

1. Продукт (параметрический)
2. Операция с входами-выходами.
3. Поток: связывает операции по входам-выходам
4. Исполнитель (Pц): исполняет операцию
5. Ресурс: предоставляет свою мощность исполнителям
6. Целевое задание: получить (P,Q) к моменту T

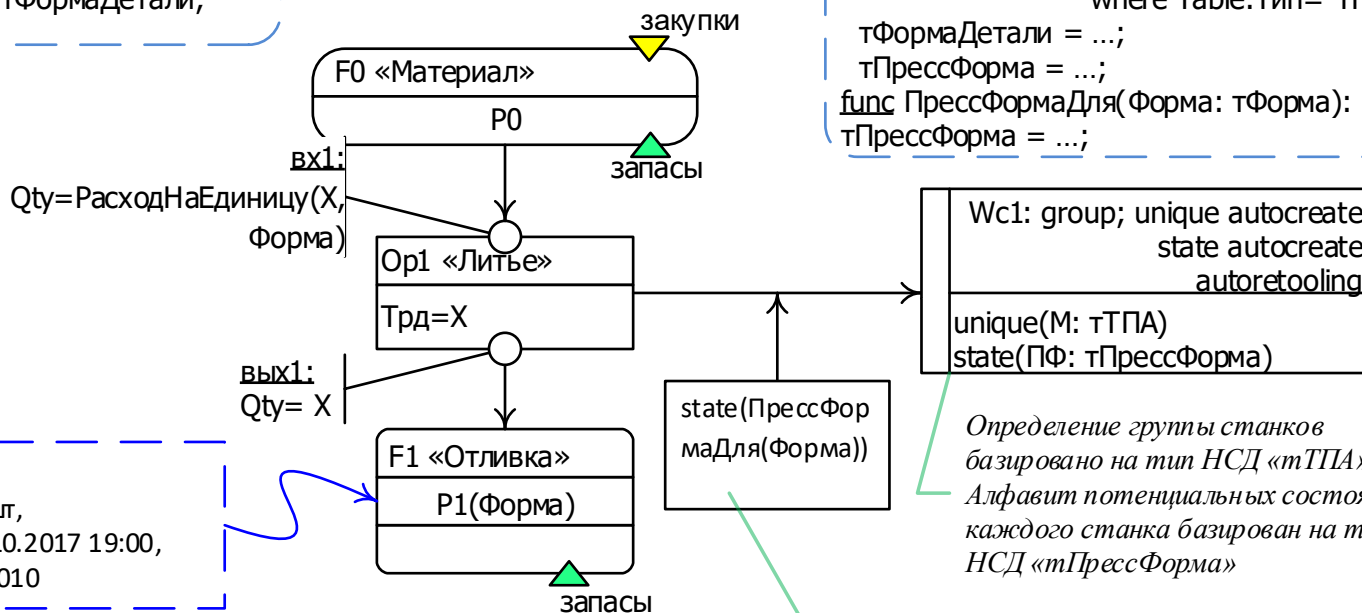
Пример: группа станков с оснасткой, переналадка

```

scheme skWC1;
var
  Форма: тФормаДетали;
  
```

```

type
  тТПА = scriptSQL select ID from Table
        where Table.Тип="ТПА";
  тФормаДетали = ...;
  тПрессФорма = ...;
func ПрессФормаДля(Форма: тФорма):
  тПрессФорма = ...;
  
```



Цель 1:
Qty=100 шт,
Tmin=24.10.2017 19:00,
Форма=Ф010

Определение группы станков базировано на тип НСД «тТПА». Алфавит потенциальных состояний каждого станка базирован на тип НСД «тПрессФорма»

Это явное указание требуемого состояния

Требования к языку:

- Вид производства – позаказное, многономенклатурное, дискретное.
- **Детальность** описания процессов и ресурсов: групповые операции, переналадки, сроки годности,
- **Абстрактность**: унифицированные примитивы для разной производственной деятельности (электронная промышленность, пищевая, машиностроение, полиграфия, производство тары и упаковки, мебельное производство, ...).
- **Пригодность** для решения оптимизационных задач планирования и составления расписания работ.
- **Точное определение** количественное исполнительской семантики.
- **Независимость** от оптимизационных алгоритмов.

Решаемые задачи:

- **«принятие предприятием обязательств по изготовлению продуктов»:** построить расписание и определить срок скорейшего исполнения заказа.
- **«исполнение предприятием принятых обязательств по изготовлению продуктов»:** построить расписание при заданных директивных сроках.
- Все задачи – **портфельные**. В портфеле – смесь «исполнения» и «принятия» обязательств, приоритеты заказов.
- Обязательный **учет ограничений**, связанных с производственными ресурсами (мощности, доступность, календари).

Решаемые задачи: planning & scheduling

- **Планирование:** определение состава работ (в сети операций для заданных целевых продуктов ищется сценарий производства с учетом ресурсных ограничений).
- **Построение расписания:** оптимальное назначение времени исполнения работ (с учетом ресурсных ограничений).
- Возможно последовательное или совместное решение этих двух задач.

Детальность описания процессов:

- Групповые операции (динамические сборки): термообработка, гальваника, покраска,
- Операции в сборе.
- Сроки годности, ограничения на межоперационные времена.
- Возвратные материалы.
- Переналадки, обеспеченность оснасткой.
- Межоперационные буферы.
- ...

Модельные абстракции:

- **График количества-времени** (кусочно-линейный) для продуктов, мощности и доступности ресурсов,
- **Параметрический продукт** с количественным измерением.
- **Операция** – трансформация входных продуктов в выходные.
- **Продуктовый поток** – связывает операции друг с другом.
- **Модуль** как способ декомпозиции и повторного использования описания процесса.
- Механизм описания **динамических сборов** по произвольным признакам.
- Механизмы **связывания операций** : статический, динамический, вызов модуля.
- **Состояния** исполнителей (РЦ).
- ...

Требования 4.0:
-время, цена.
-кастомизация.
-без людей.

Требования к средствам планирования:

1. Формализация ОУ – д.б. язык описания «продукт-процесс-ресурс». Проблематика языка:

- **выразимость** – состав универсальных абстракций (кастомизация -> параметризация всего, обобщенные процессы производства, модульность и повторное использование).
- **наглядность** – наглядная коммуникативная форма.
- **оптимизация** – пригодность к оптимизации.
- **количественная исполнительная семантика** – способ изоляции алгоритмов (модель – определяет ОДЗ, алгоритмы – это поиск оптимума).
- **масштабируемость** – на всех фазах ЖЦ заказов , портфельность, учет ресурсных и прочих ограничений.

2. Поддержка проектирования СУ, имитация.

Тема доклада: Требования к системам планирования производства в контексте концепции «Индустрия 4.0»

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ:

Архангельский Владимир Евгеньевич
начальник отдела корпоративного аудита
ООО «Алмаз-Антей управленческое
консультирование»

Тел/факс: +7 (499) 940-11-12

e-mail: varkhangelsky@almazantey.ru

Требования 4.0:
-время, цена.
-кастомизация.
-без людей.

