

О применении в России стандартных технологий активного локального управления на перекрестке, *в т.ч. с управлением движением по отдельным направлениям*



Материалы размещены здесь:

<http://clck.ru/9vVpa>



КОНФЕРЕНЦИЯ

"ТРАНСПОРТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И
МОДЕЛИРОВАНИЕ"

26 и 27 мая 2016 г.

Санкт-Петербург

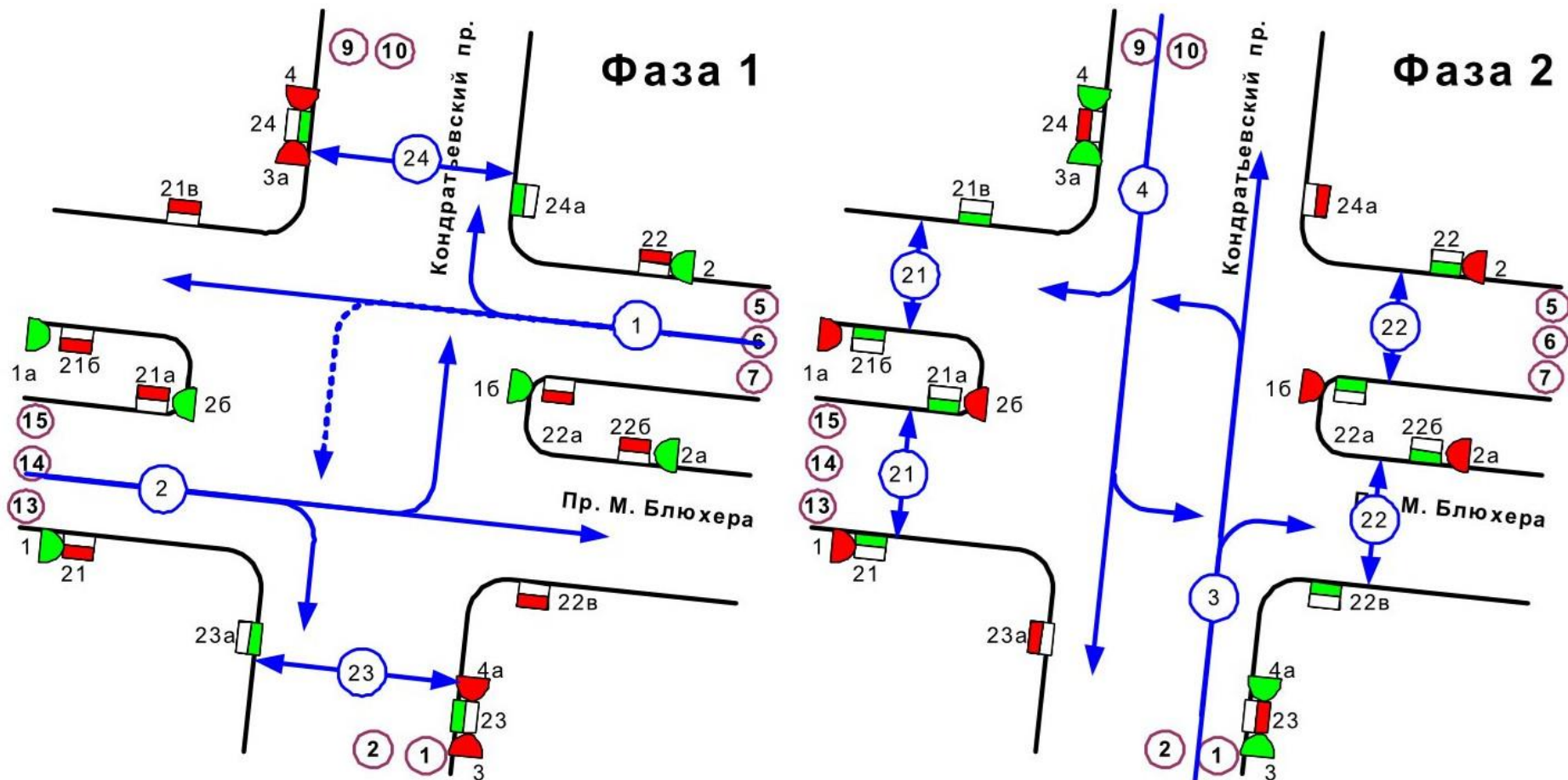




- Перекресток в Санкт-Петербурге
- Локальное адаптивное управление



- еще с 80-х, в ряде городов страны применялся алгоритм **поиска разрыва в транспортном потоке**
- модификация для координированных режимов - "**местное гибкое регулирование**" (МГР)

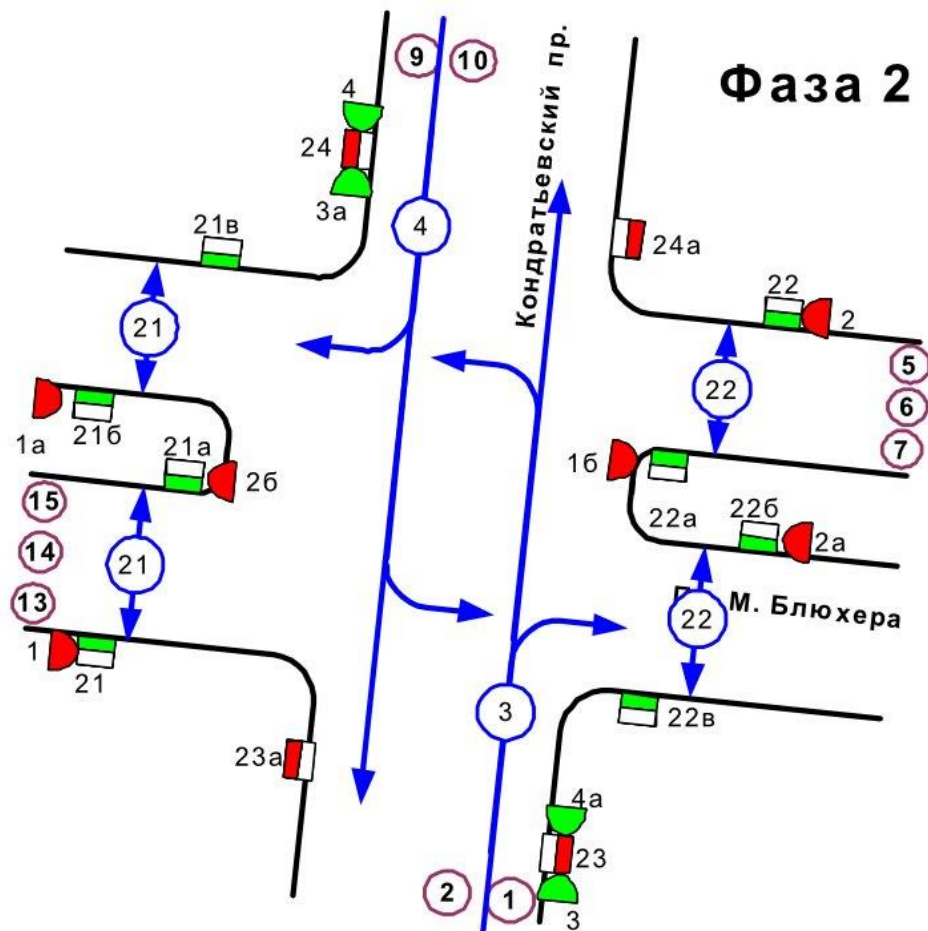


“+” - эффективность метода по сравнению с жесткими режимами, но с другой

“-” - наличие ряда ограничений в рамках существующих парадигм проектирования

Ряд положений существующих методик требует принципиального пересмотра!

Ряд положений существующих методик требует принципиального пересмотра!



- Отсутствие отечественного оборудования, способного работать на уровне отдельных направлений вместо пофазного регулирования;
- Отсутствие общепринятых методик проектирования адаптивных перекрестков;
- Путаница в терминологии в существующих отечественных документах, разночтения терминологии в отечественной и зарубежной практике, отсутствие адекватного перевода для рядов терминов;
- Отсутствие утвержденной нормативной базы для согласования проектов с элементами адаптивного управления.



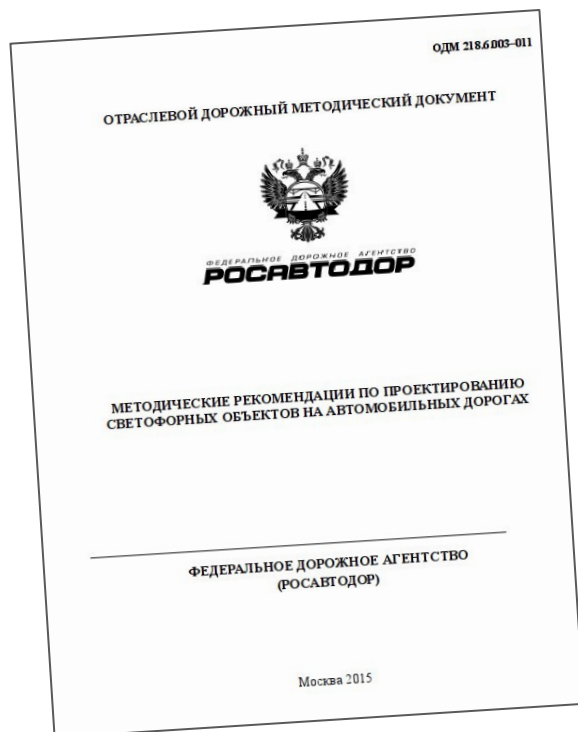


Существующие проекты СОД и расчета режимов выполняются в России, преимущественно на базе методик, изложенных в учебнике Кременец Ю.А., Печерский М.П., Афанасьев М.Б. Технические средства организации дорожного движения, 2005.

В 2011 году -

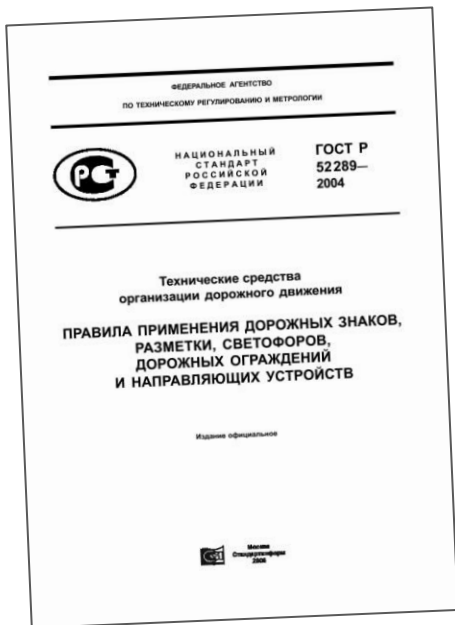
ОДМ 218.6.003-2011 - отраслевой дорожный методический документ "Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах".

Этот документ рекомендован к применению ФДА "Росавтодор"



- адаптивное управление и регулирование по отдельным направлениям движения - лишь упоминается, как некая перспективная техника (В ОДМ - только пофазный способ организации движения)
- отсутствуют разделы, описывающие организацию активного адаптивного регулирования в части:
 - обоснование выбора той или иной техники для разных условий
 - четких и применимых рекомендаций по схеме размещения детекторов, по расчету параметров адаптивных алгоритмов
- расчет промежуточных тактов ориентирован только на жесткий порядок чередования и жесткий состав фаз (нет IGM)
- в отрасли широко используемая терминология изрядно запутана (фазы, основной и промежуточный такты ...)





В начале 2014 года - вступили в силу изменения нормативного документа по ОДД - ГОСТ Р 52289-2004

ГОСТ был дополнен коротким пунктом 7.1.2 со словами *«Не допускается пересечение транспортных и пешеходных потоков в одной фазе световорного цикла регулирования»*.

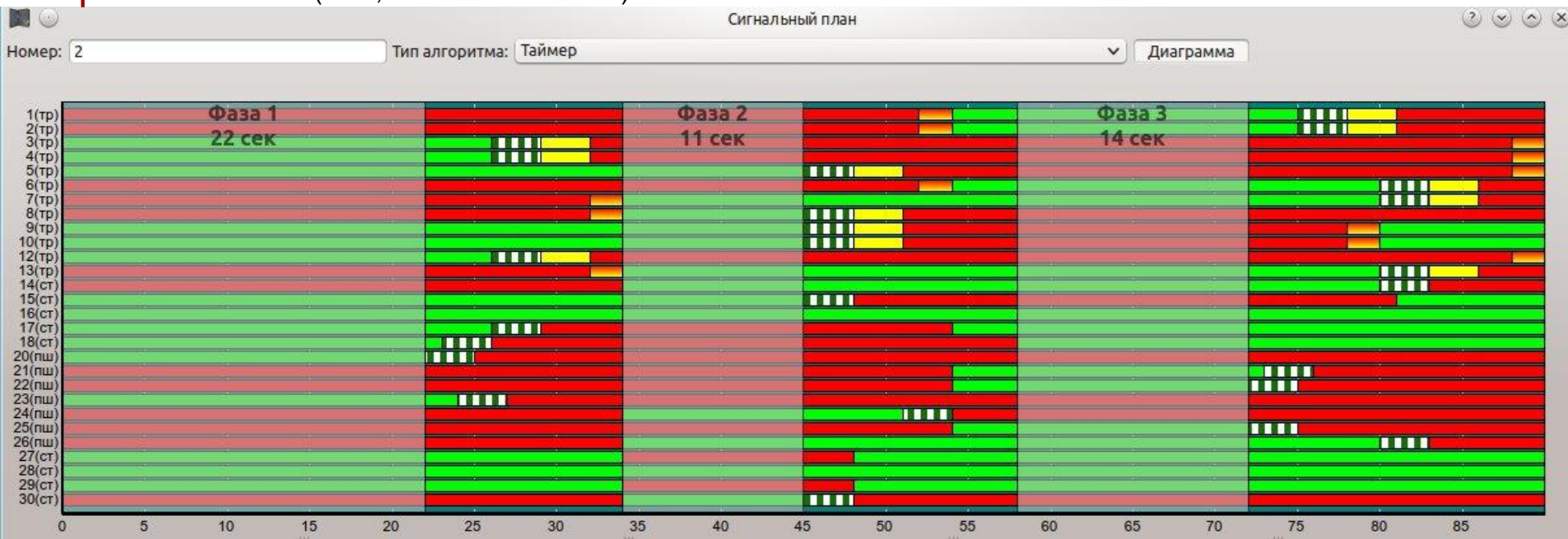
что сделало недействительным нормы, по которым построено подавляющее большинство существующих в стране регулируемых перекрестков.

Вместе с тем, ни термина "фаза", ни термина "световорный цикл" - ни в этом документе, ни в тех документах, на которые есть ссылки из ГОСТ - найти не удаётся.

Можно утверждать, что и в других методических документах и учебниках - нет достаточно полного определения этого термина, а имеющаяся версия - содержит противоречия:

“Во время промежуточного такта выезд на перекресток запрещен, осуществляется движение транспортных средств, водители которых не смогли своевременно остановиться у стоп-линии на подходе к перекрестку”

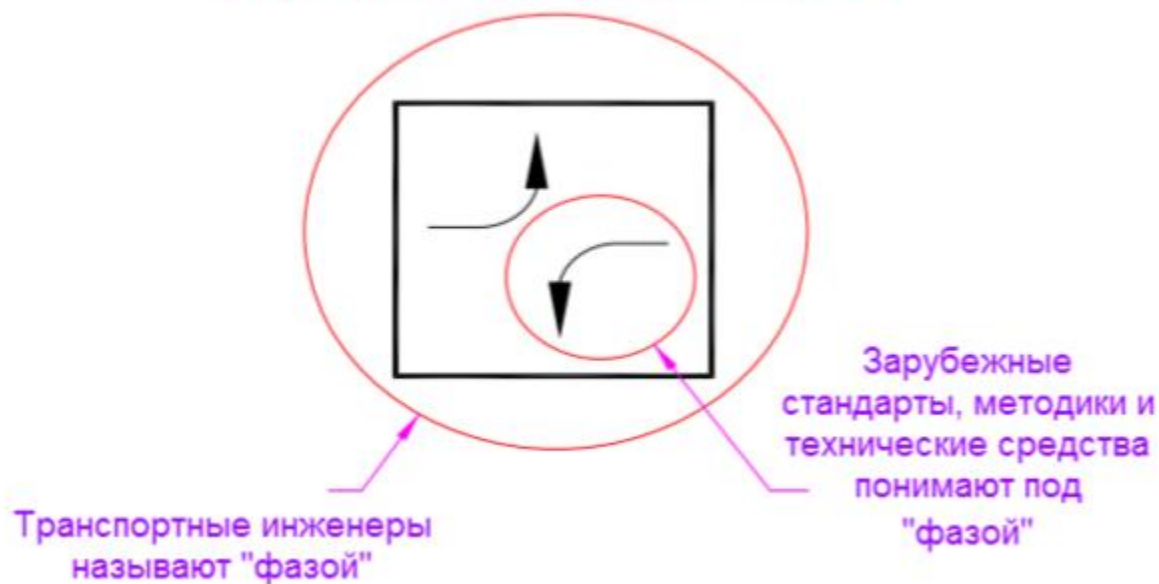
В реальности: (СПб, Светлановская пл.)



Такая путаница - характерна не только для нашей страны:

"Ввиду того, что транспортные инженеры и технические специалисты понимают термин фаза несколько по-разному, имеет место неразбериха. Так, технические специалисты обычно подразумевают под фазой отдельное направление движения на перекрестке, в то время как транспортные инженеры понимают под фазой целый набор направлений"

Дуализм термина "фаза"



- фазы могут относиться друг к другу как конфликтные (**conflicted**),
- а могут быть конкурентными (**concurency**) -> т.е. на одном и том же перекрестке несколько фаз могут выполняться одновременно!
- Да и цикл на этом перекрестке может работать не один, а сразу несколько, при использовании подхода multi-ring.

- В таком прочтении, можно совсем иначе трактовать требования п.п. 7.1.2 ГОСТ Р 52289!



=> существующие в России методики - устарели и не соответствуют современным реалиям.

Требуется актуализация в части:

терминологии;

создания более эффективных способов описания промежуточных тактов при помощи матрицы переходных интервалов;

дополнения разделов по организации адаптивного управления;

создания унифицированных способов описания базовых общепринятых алгоритмов;

создания унифицированных требований к архитектуре отечественных управляющих контроллеров и унифицированных протоколов взаимодействия этих контроллеров с управляющими системами.

см.: <http://clck.ru/9vVpa>



Без осуществления мер по унификации и без принятия единых национальных стандартов - невозможно гармонизировать разработки различных отечественных производителей дорожных контроллеров.

Совместимость:

- изделий разных производителей HW между собой
- между подходами, применяемыми транспортными инженерами при проектировании (+ САПР)
- между методиками, применяемыми транспортными инженерами-проектировщиками и существующим оборудованием



Проблема:

- Работа по отдельным направлениям - ?
- Задание промтактов с помощью матрицы переходов - ?

-> разработка качественно нового алгоритма и его воплощение в аппаратуре дорожного контроллера

Отечественных методик нет, есть ли зарубежные?



..есть ли зарубежные?

Изучено на примере:

Европейская практика

- открытые европейские спецификации (RiLSA)
- техническая документация по трем европейским контроллерам (+стендовое изучение экземпляров и их технологического ПО) - SWARCO ITC-2 (“Стрелка”, “КДП”), Imtech EC-2, CROSS RS-4 (“РусКон”)
- САПР для расчета режимов и конфигурирования

Американская практика

- руководство по пропускной способности дорог (Highway Capacity Manual) и ряд сопутствующих методических документов
- описания и технологическое ПО двух контроллеров



Европейская практика

- “-” - Низкая пригодность спецификаций для реализации в собственной отечественной продукции и для унификации описания параметров адаптивных алгоритмов.
- “-” - Отсутствие единых нормативных спецификаций в Европе, высокая степень ориентированности на локальные национальные стандарты и проприетарные решения.
- “+” - во всех рассмотренных европейских контроллерах используется гибкое описание промежуточных тактов при помощи матрицы переходных интервалов (InterGreen).



Американская практика:

- “+” Высокая степень полноты описаний и унификации используемых алгоритмов, контроллерных архитектур, структур для параметризации адаптивных алгоритмов.
- “+” Весь набор документов гармонично связан, документы дополняют друг друга в самых разных аспектах - содержат как фундаментальные описания, так и детальные унифицирующие требования к модулям управляющего контроллера, рекомендации по практическому использованию, учебные пособия, готовые курсы.
- “+” Алгоритм абстрагирован от конкретных аппаратных реализаций и использования каких-либо проприетарных модулей, закрытых библиотек ПО, проприетарных языков описания сценариев работы. **Эта особенность отличает материалы американских руководств от аналогов.**
- “-” Матрицы безопасности не используются, а задержка включения той или иной сигнальной группы задается единственным параметром и жестко -> **неэффективный промтакт.**



Американская практика:

В целом, подход к унификации решений на национальном уровне, последовательно реализуемый с 60-х годов прошлого столетия в американской практике - выглядит достойным подражания.

В рамках такого подхода, создается не только единая база научных знаний для накопления опыта и открытого доступа участников, но и создаются единые шаблоны проектирования, типовые национальные подходы к решению задач, единые протоколы, единые архитектурные требования к оборудованию.

Созданные в таком подходе контроллеры разных производителей - совместимы между собой, и даже допускают по-модульную взаимозаменяемость (например, модуль центрального процессора, силовой модуль и детекторы - выполненные разными производителями).



Унифицированные и полные описания -> быстрая разработка аппаратной реализации

В короткие сроки нами был разработан дорожный контроллер на базе ОС Linux, реализующий алгоритмическую концепцию из HCM



Периферийный контроллер светофоров “СПЕКТР-II”

- **Linux** -> гибкое расширение функций, использование компонент ОС, возможность подключения стороннего кода
- **API** -> скрипты JavaScript (любые пользовательские алгоритмы)
- **Унифицированная объектная модель TLC** -> готова к стандартизации! Термины. Методики.
- **Открытые межсистемные интерфейсы**
- **IGM**, управление по сигнальным группам вместо фаз - DUAL RING, приоритетный пропуск ПТ, полностью активное управление...
- **Программное ядро TLC** - не зависит от HW (программно-аппаратная симуляция ПАМ-> Обучение. Создание методик)



ConCon (Controller Configurator)

Пример: создание конфигурации для дорожного контроллера

1 (Тестовый виртуальный контроллер - Пионерская), spectrii 0.1

Сигнальные группы

Номер	Имя	Тип	Назначенные ключи	пешеходы
2		Транспортная	0,1,2	j2j13_8...
4		Транспортная	3,4,5	j2j15_8...
6		Транспортная	6,7,8	j3j2_3_f...
8		Транспортная	9,10,11	j1j2_4_f...
120		Пешеходная	12,13	cw_j2j1...
140		Пешеходная	14,15	cw_j2j1...
160		Пешеходная	16,17	cw_j3j2...
180		Пешеходная	18,19	cw_j1j2...
121		Пешеходная	20,21	cw_j2j1...
141		Пешеходная	22,23	cw_j2j1...
161		Пешеходная	24,25	cw_j3j2...
181		Пешеходная	26,27	cw_j1j2...
122		Пешеходная	28,29	cw_j2j1...
162		Пешеходная	30,31	cw_j3j2...
5		Стрелка	32	j2j13_7...
7		Стрелка	33	j2j15_6...
1		Стрелка	34	j3j2_5_f...
3		Стрелка	35	j1j2_5_f...
202	Tram2	Стрелка	36	j2j13_6...
206	Tram6	Стрелка	37	j3j2_6_f...

Дерево объектов

- Объект
 - j2j15_7_b->j1j2_7_b Соедин...
 - j2j15_7_b_startline Стоп-л...
 - Разделители
 - j2j15_8_b Полоса
 - j2j15_9_b Полоса
 - Стоп-линии
 - j2j15_9_b_stoptone Стоп-л...
 - Соединения
 - j2j15_9_b->j2j13_2_f Соедин...
 - j2j15_9_b_startline Стоп-л...
 - Разделители
 - j2j15_10_b Полоса
 - j16j17 Ребро
 - j17j18 Ребро
 - j18j19 Ребро
 - Пешеходные переходы
 - cw_j1j23_5_b_j1j23_7_b Пешех...
 - cw_j1j23_2_f_j1j23_4_f Пешех...
 - cw_j1j2_6_b_j1j2_9_b Пешех...
 - cw_j1j2_2_f_j1j2_5_f Пешех...
 - cw_j7j1_5_b_j7j1_7_b Пешех...
 - cw_j7j1_2_f_j7j1_4_f Пешех...
 - cw_n4j1_7_b_n4j1_10_b Пешех...
 - cw_n4j1_2_f_n4j1_6_f Пешех...
 - cw_j1j2_2_f_j1j2_5_f Пешех...
 - cw_j1j2_6_b_j1j2_9_b Пешех...
 - cw_j2j15_6_b_j2j15_9_b Пешех...
 - cw_j2j15_2_f_j2j15_5_f Пешех...
 - cw_j3j2_2_f_j3j2_5_f Пешех...
 - cw_j2j13_7_b_j2j13_10_b Пешех...

Свойства объекта

Объект	Значение	Тип
Имя	j2j15_7_b->j1j...	строка
авто к...	☒	логический
Имя с...	4	строка
длина	106.96370065...	дробное число

задание режима работы светофорной сигнализации

+ описание УДС

= система централизованного учета

Источ... Де... Ма... Соста... Сигн... Фазы Сигналь...

СОД



ConCon (Controller Configurator)

Пример: создание конфигурации для дорожного контроллера

Матрица 2 для 2х фаз

Номер: 2 Имя: для 2х фаз

☐ Использовать матрицу конфликтов ☒ Из геометрии

	2	4	6	8	120	140	160	180	121	141	161
2		5,74	5,33	7,09	3,05						8,27
4	6,43					3,23					
6		8,24		5			2,9		7,93		
8	4,85		6,49							8,23	
120	5,77										
140		5,77									
160			5,77								
180											
121			4,33								
141				5,77							
161	4,75										
181											
122											
162											
5		5,44		8,6	6,32				6,24		

Прикладная задача
(пример):
автоматический расчет
промежуточных тактов
по геометрии.

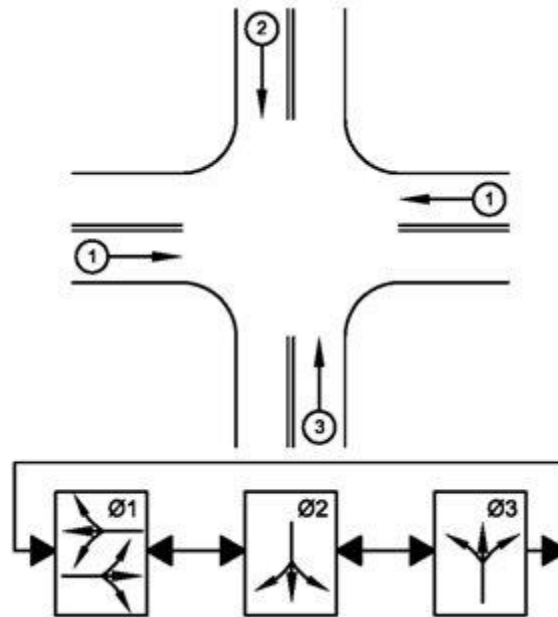
- описание модели - открытое для смежных систем! ...



Возможности по улучшению управления на локальном перекрестке

В значительной мере, образование затора на перекрестках определяется неэффективной схемой пофазного разъезда, а также жесткой группировкой разрешенных направлений внутри фаз. Такое ограничение определяется типом и возможностями используемого в настоящее время периферийного светофорного контроллера:

Сейчас - так:



Такая схема работает не очень эффективно, когда существенно меняются доли разных потоков, обслуживаемых в одной жесткой группе.

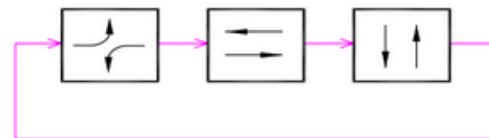
Более эффективно использовать время цикла можно уменьшив непроизводительное горение зеленого сигнала в отдельных направлениях.

Возможности по улучшению управления на локальном перекрестке

упрощенный пример
цикла с тремя жесткими
фазовыми наборами



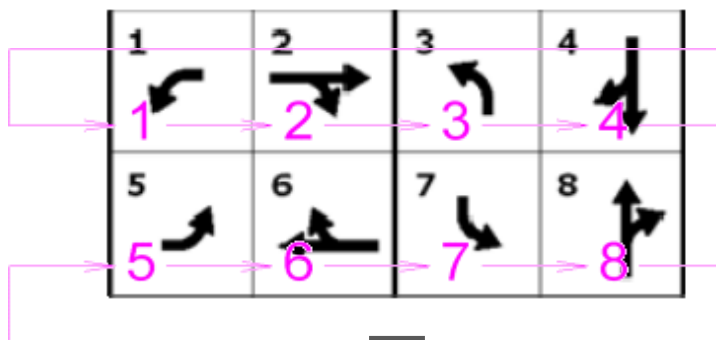
цикл регулирования



цикл = 1 замкнутый круг



Если рассматривать отдельные
направления, можно
пронумеровать их следующим
образом



Фазы в кольце №1 ->



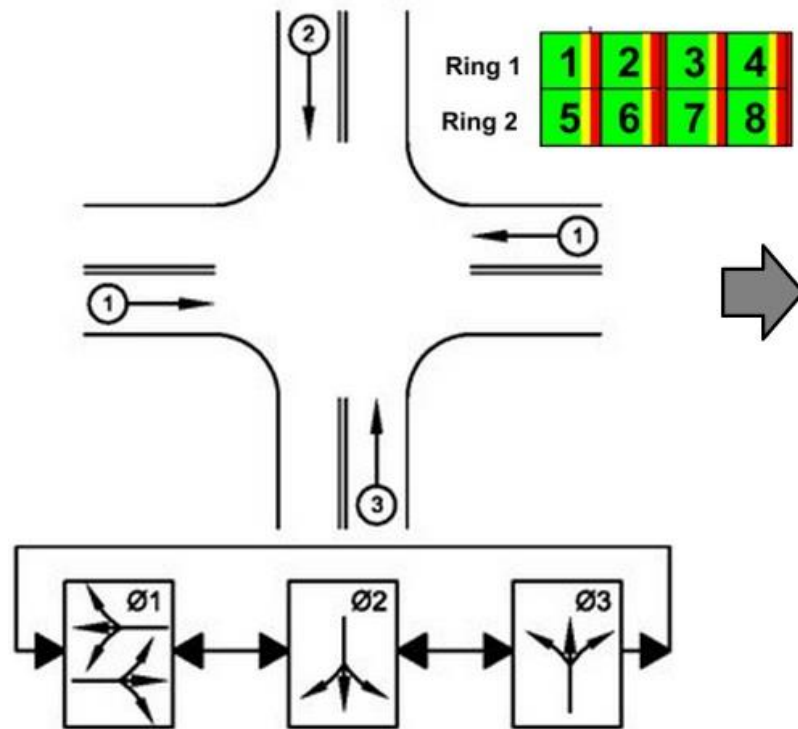
Фазы в кольце №2 ->



в концепции двухкольцевого
контроллера, можно переключать
направления последовательно в
двух кольцах, получая при этом
допустимые состояния без
жесткой связки



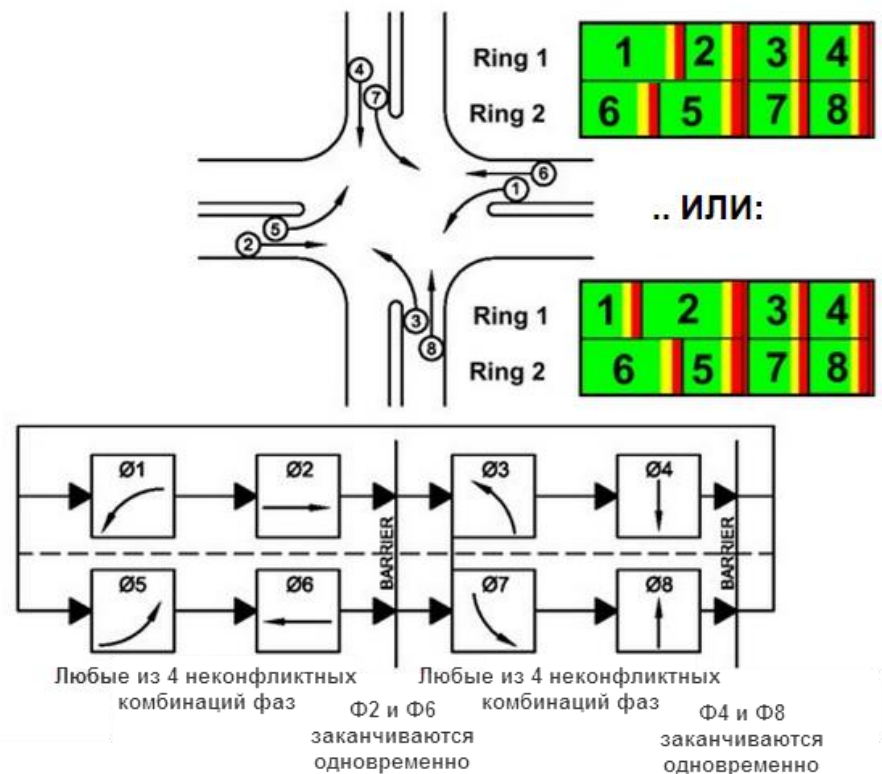
Возможности по улучшению управления на локальном перекрестке



- В такой схеме возможно неэффективное обслуживание жестко сгруппированных потоков.

Эффект применения решения может показать снижение задержки на 10-15%, что может стать достаточным для ликвидации затора в узких местах дорожной сети.

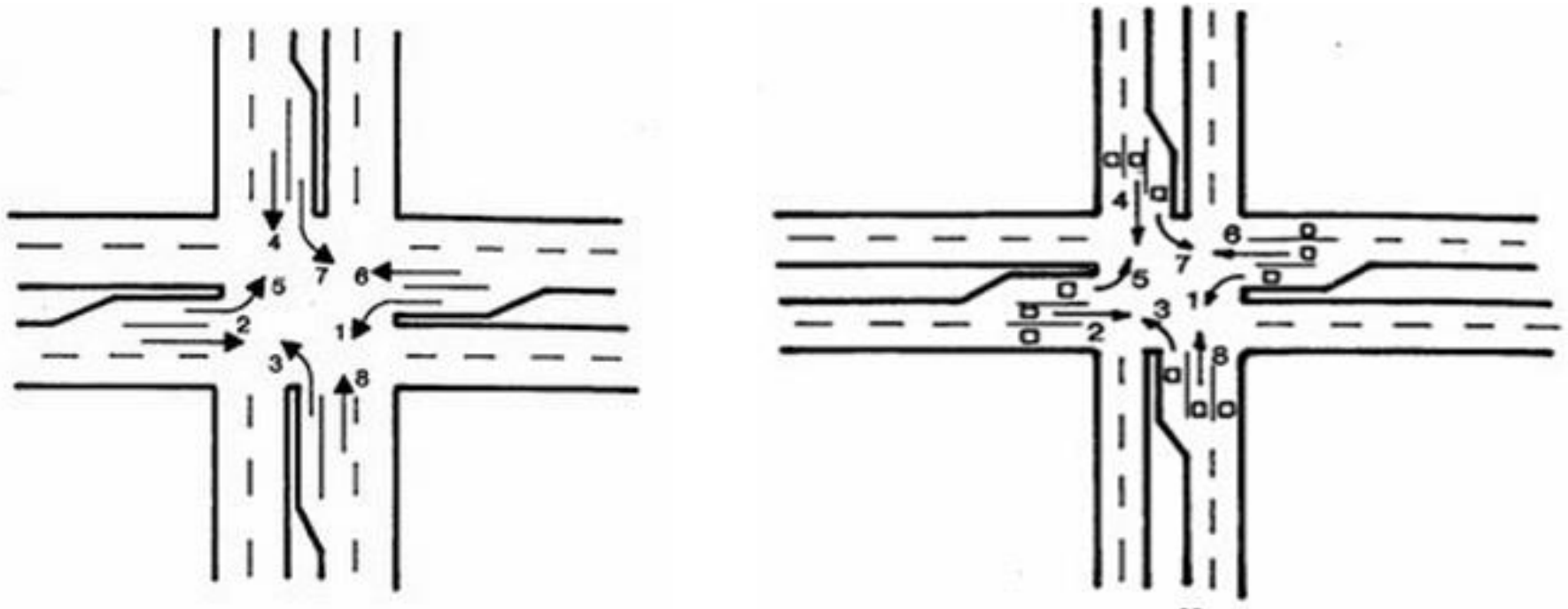
Детальные прогнозы на улучшение - можно получить подготовив и проанализировав имитационную микромодель.



- В такой схеме, левоповоротные потоки обслуживаются в точности с имеющимся спросом.

Возможности по улучшению управления на локальном перекрестке

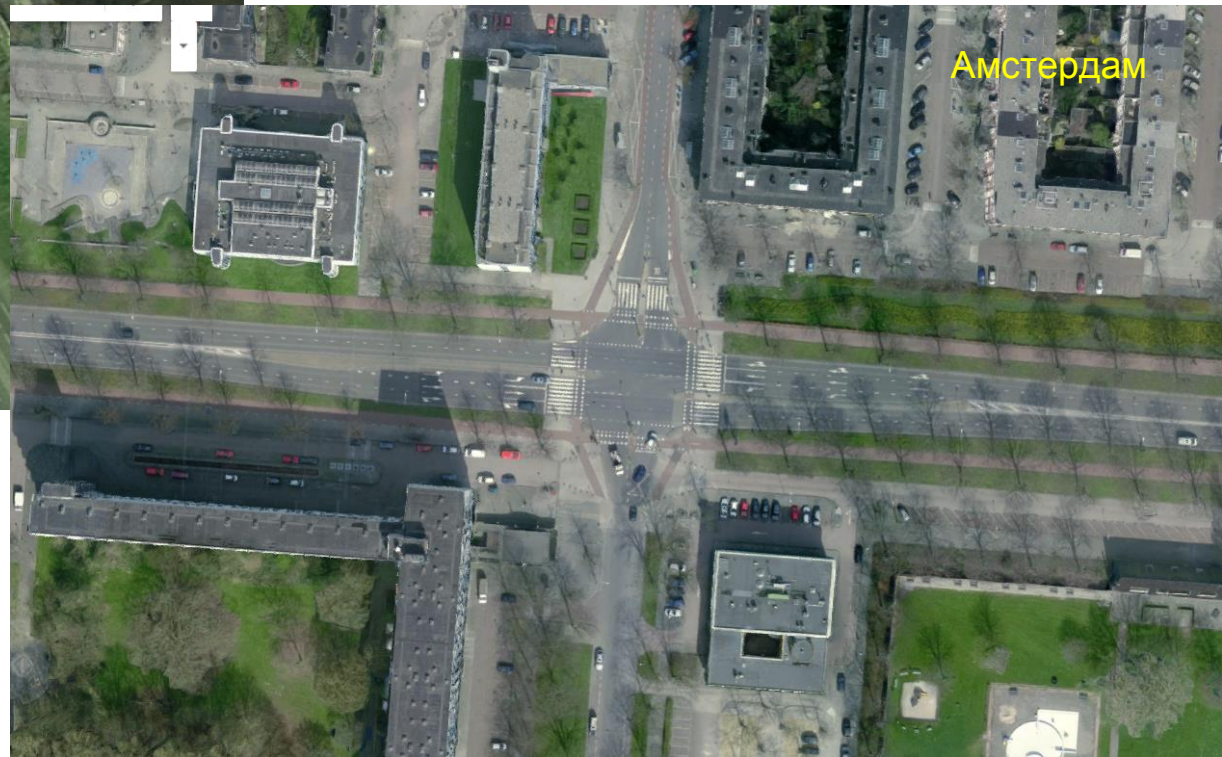
Типовая схема размещения детекторов и канализация движения по полосам приведена на рисунке:



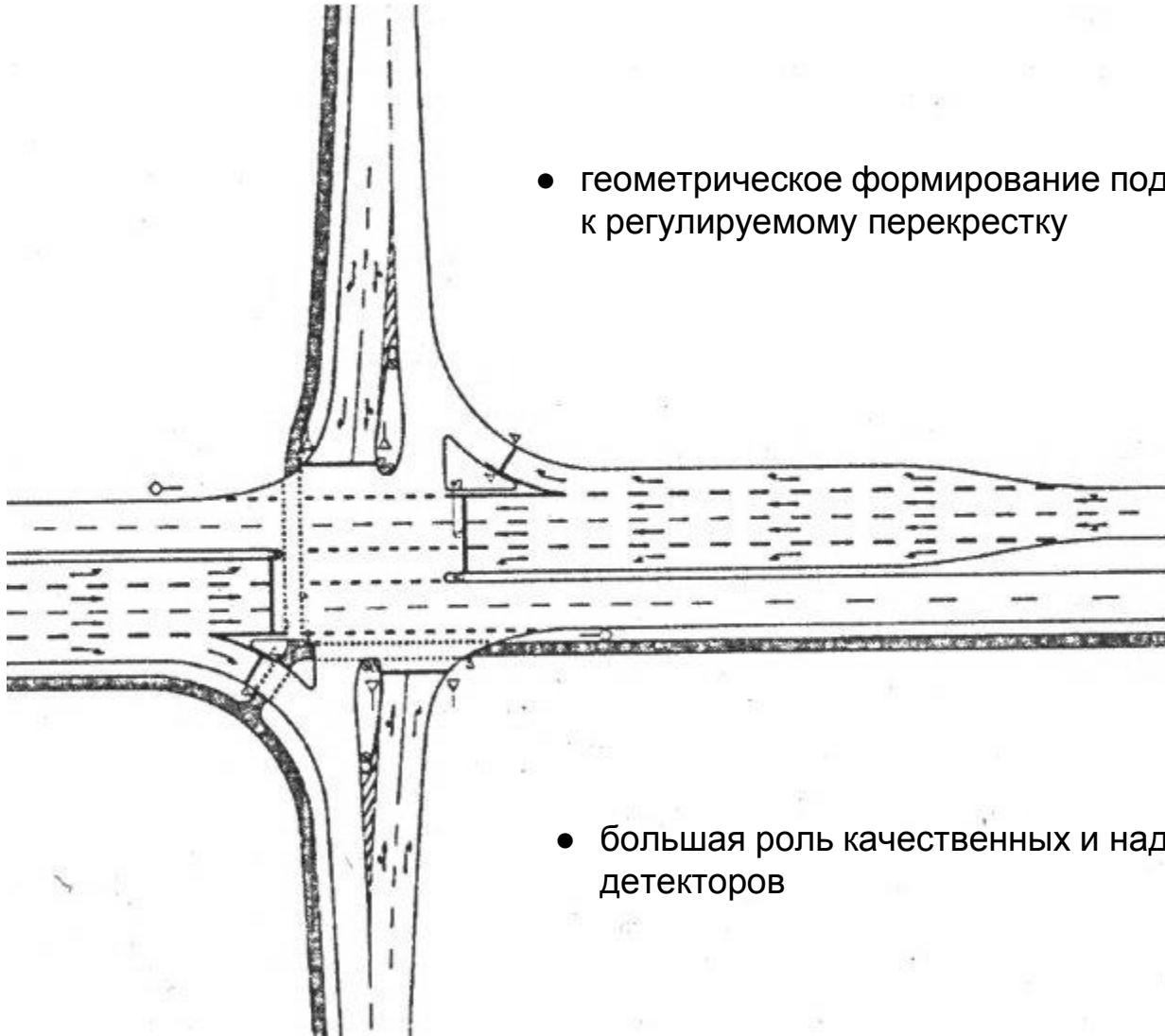
- Не только лишь алгоритм и свойства управляющего контроллера.

Но и “правильное” проектирование..

Возможности по улучшению управления на локальном перекрестке



Возможности по улучшению управления на локальном перекрестке



- геометрическое формирование подходов к регулируемому перекрестку

- большая роль качественных и надежных детекторов

Методика DUAL-RING Full Actuated Algorithm по NEMA (HCM) - полностью реализованный алгоритм в ДК СПЕКТР-II (Linux)

- на JavaScript
- тот же алгоритм, что используется в AIMSUN и др. ПО
- JSON-конфигурирование:

```
{
  "name": "Multi-Ring",
  "id": 2,
  "algorithm": {
    "type": "JavaScript",
    "script": "multi-ring.js",
    "params": {
      "phases": [
        {
          "id": 1,
          "groups": [4],
          "concurrency": [5, 6],
          "recall": "min",
          "minGreen": 10,
          "maxInitialGreen": 20,
          "maxGreen": 35,
          "passage": 8,
          "timeBeforeReduction": 10,
          "carsBeforeReduction": 2,
          "timeToReduce": 10,
          "minGap": 3,
          "dynamicMaxLimit": 50,
          "dynamicMaxStep": 2
        },
        {
          "id": 2,
          "groups": [1],
          "concurrency": [5, 6],
          "recall": "min",
          "minGreen": 15,
          "maxInitialGreen": 20,
          "maxGreen": 25
        },
        {
          "id": 3,
          "groups": [5],
          "concurrency": [7, 8],
          "maxGreen": 5
        },
        {
          "id": 4,
          "groups": [5],
          "concurrency": [7, 8],
          "maxGreen": 5
        },
        {
          "id": 5,
          "groups": [3],
          "concurrency": [1, 2],
          "recall": "min",
          "minGreen": 10,
          "maxGreen": 30
        },
        {
          "id": 6,
          "groups": [2],
          "concurrency": [1, 2],
          "recall": "min",
          "minGreen": 15,
          "maxGreen": 25
        },
        {
          "id": 7,
          "groups": [5],
          "concurrency": [3, 4],
          "maxGreen": 5
        },
        {
          "id": 8,
          "groups": [5],
          "concurrency": [3, 4],
          "maxGreen": 5
        }
      ],
      "sequence": [
        [1, 2, 3, 4],
        [5, 6, 7, 8]
      ]
    }
  }
}
```

Выводы

- Практика показала, что при наличии унифицированных методик - быстрая разработка. Легко применять.
- + Совместимость оборудования, ПО систем.
- - Отечественные разработки сейчас - разрозненны (каждый - с “нуля” и до конца)

Необходимо развитие по сходному пути, как при создании НСМ.

Создание качественных национальных стандартов, методик, руководств по применению.

- Роль АТИ в этом процессе

?



Материалы презентации
размещены по ссылке:

<http://clck.ru/9vVpa>

Текст доклада:

<http://clck.ru/9vS2h>

Подозеров Нил Евгеньевич

директор по науке

ООО"РИПАС СПб"

тел.: +7 921 59 59 528

e-mail: nil@ripas.ru



РИПАС

ООО"РИПАС СПб" - Разработка и Производство Автоматизированных Систем



КОНФЕРЕНЦИЯ

**"ТРАНСПОРТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И
МОДЕЛИРОВАНИЕ"**

26 и 27 мая 2016 г.

Санкт-Петербург