

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный
исследовательский политехнический университет»

Математическое моделирование движения по круговым нерегулируемым перекресткам

Павел Сергеевич Волегов,
к.ф.-м.н., доц. каф. ММСР ПНИПУ

Проект «Одаренные дети. Математика»

Актуальность

Разработка математической модели движения автомобилей на круговом перекрестке и исследование с ее помощью различных вариантов правил проезда для выявления наиболее эффективных режимов работы перекрестка является актуальной практически-значимой задачей.



Концептуальная постановка задачи

Для решения задачи будем использовать имитационную математическую модель, описывающую движение потока автомобилей на перекрестке с круговым движением.

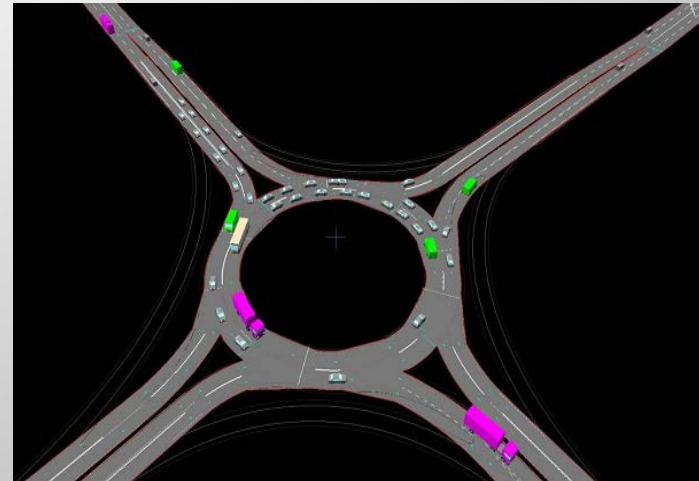


Рис. 1 Иллюстрация перекрестка

Окрестность ячейки

Клетка может находиться в трех состояниях: активном (на ней находится автомобиль), неактивном (на ней находится неисправный автомобиль) и пассивном (пустая, свободная). Пассивные клетки обозначаются белым цветом, активные – красным, неактивные – черным.

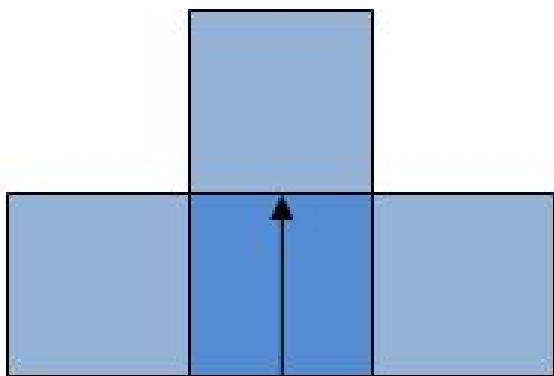
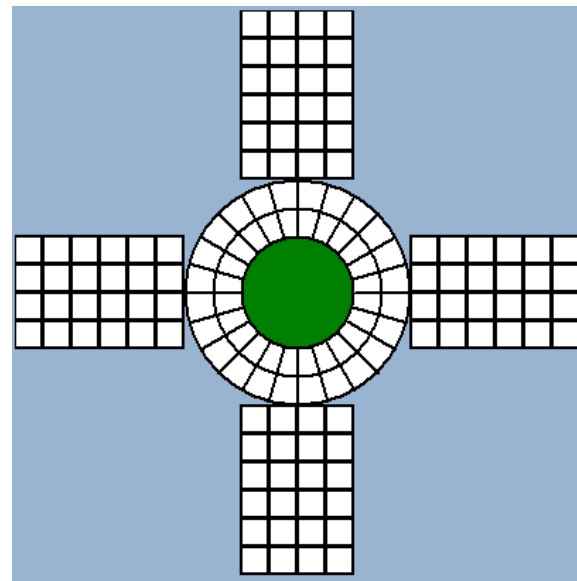
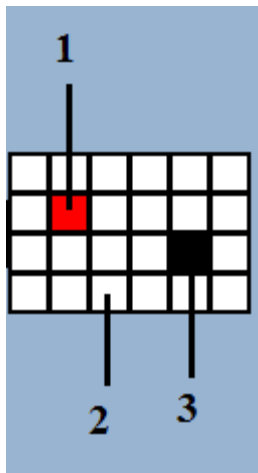


Рис. 2 Окрестность клетки



Круговой перекресток «европейского» типа

Круговой нерегулируемый перекресток является главным по отношению к примыкающим дорогам. В этом случае водители автомобилей, которые двигаются по кольцу, имеют преимущество в движении.

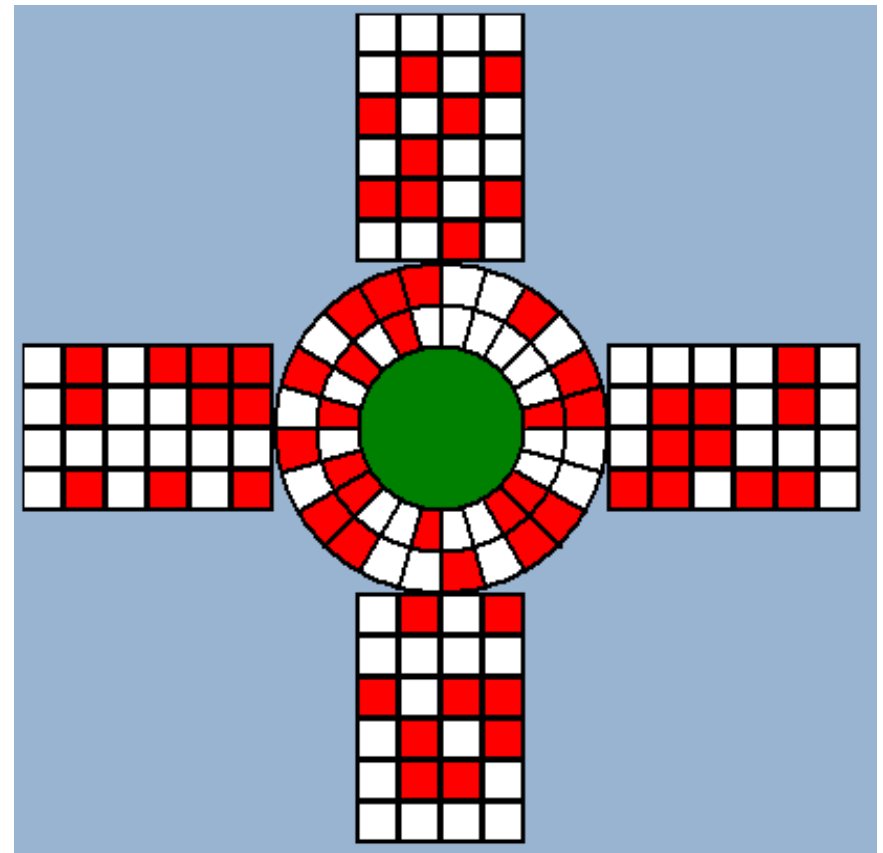


Рис. 3 Перекресток «европейского» типа в произвольный момент времени

Круговой перекресток «российского» типа

Круговой перекресток равнозначных дорог. В этом случае действует правило «помеха справа», согласно которому водитель обязан пропустить другое транспортное средство, находящееся справа. Об этом необходимо помнить водителям, движущимся по кольцу, т.к. в этом случае приоритетом обладают транспортные средства, въезжающие на круговой перекресток.

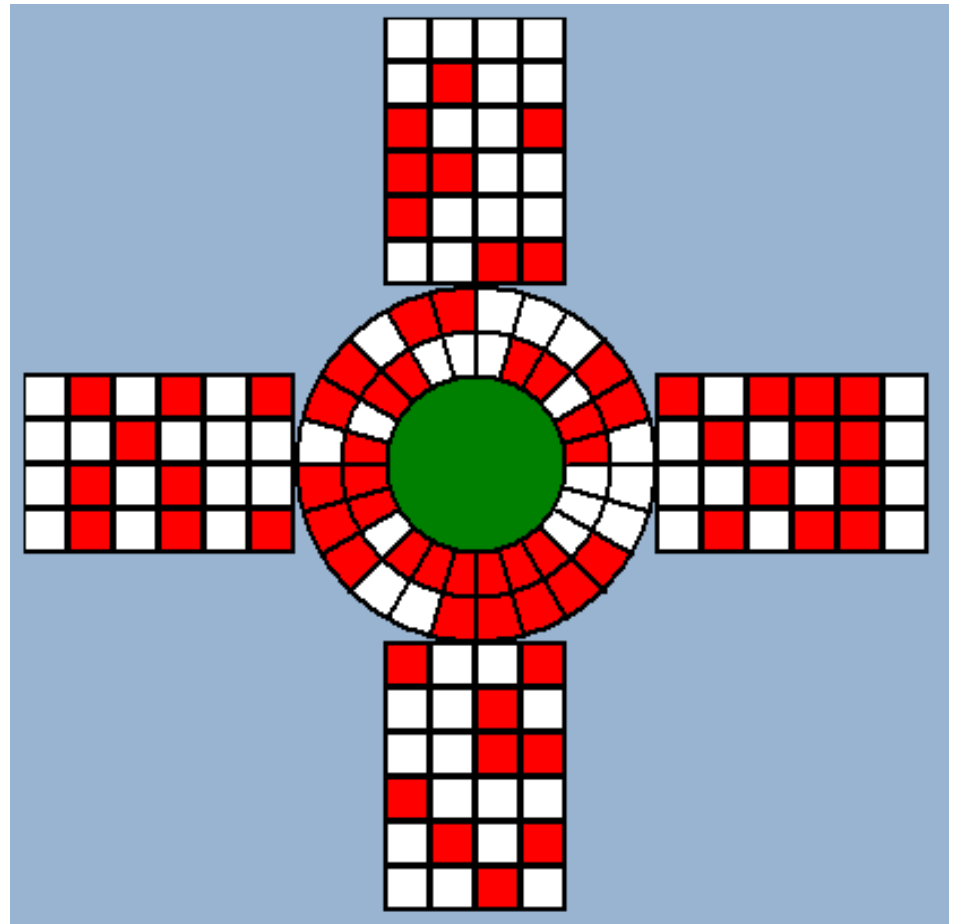


Рис. 4 Перекресток «российского» типа в произвольный момент времени

Результаты моделирования

Заторы на прямолинейной двух- и трех – полосной магистрали

По оси ординат отмечено отношение количества автомобилей, стоящих в «пробке», к общему количеству клеток на полосе, умноженное на 100% (z), по оси абсцисс – расстояние между препятствиями (d).

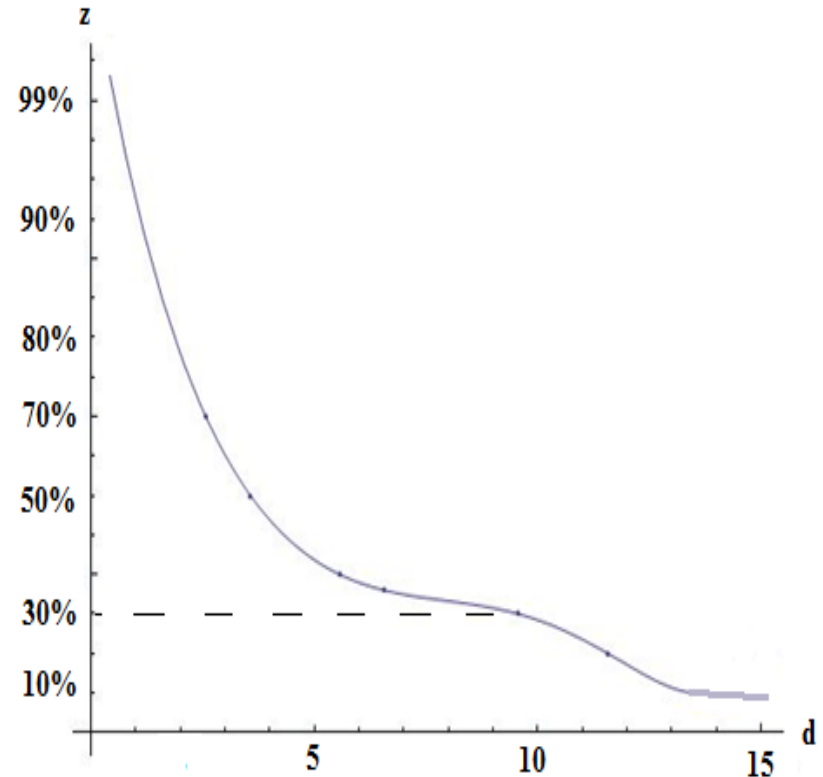
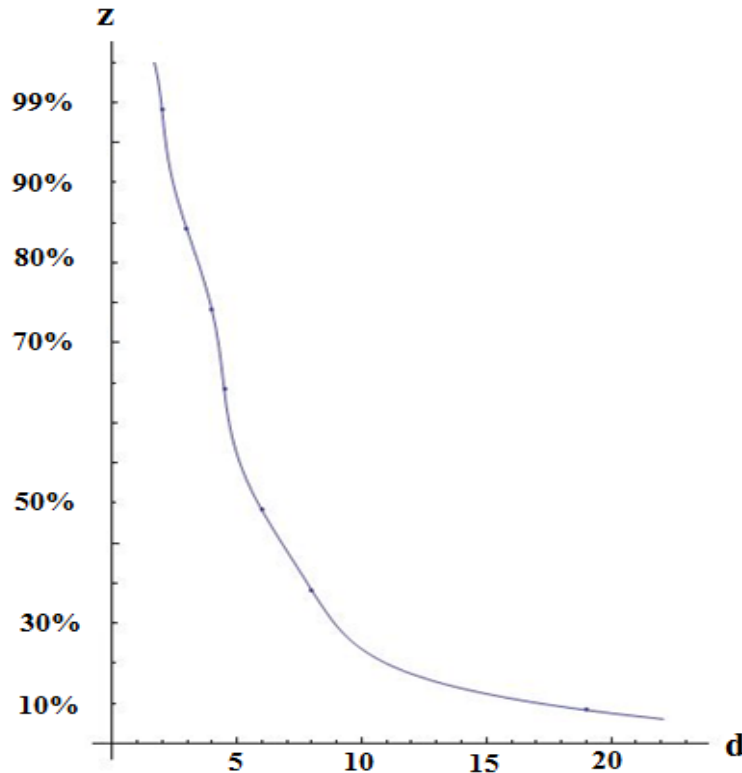


Рис.5 Сравнение двух- и трех – полосной магистрали

Анализ результатов

На графике по оси абсцисс откладывается отношение количества автомобилей, стоящих в «пробке», к общему количеству клеток, умноженное на 100%; по оси ординат – интенсивность входящего потока в процентах.

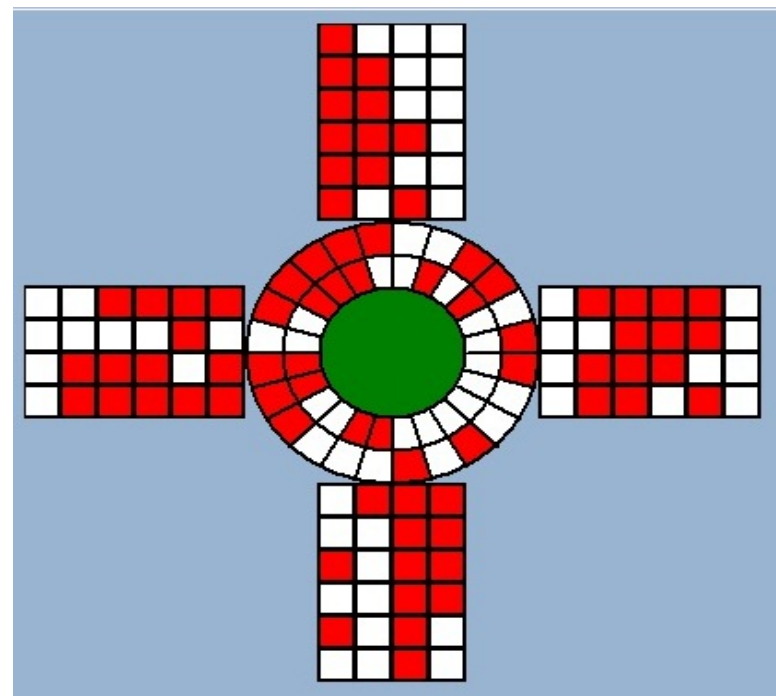
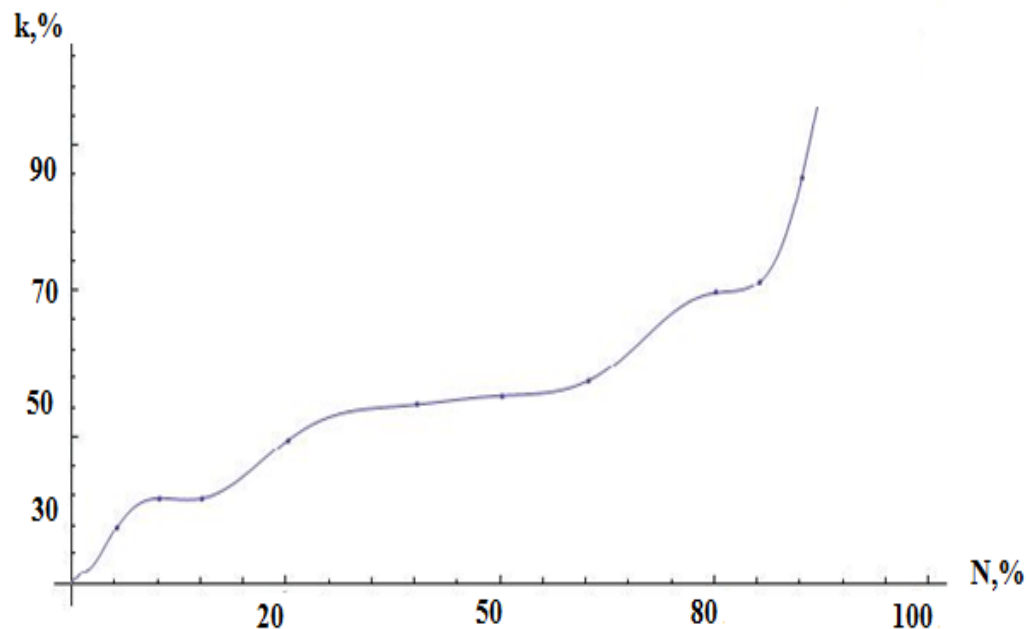


Рис.6 Пропускная способность «европейского» типа перекрестка

Анализ результатов

На графике по оси абсцисс откладывается отношение количества автомобилей, стоящих в «пробке», к общему количеству клеток, умноженное на 100%; по оси ординат – интенсивность входящего потока в процентах.

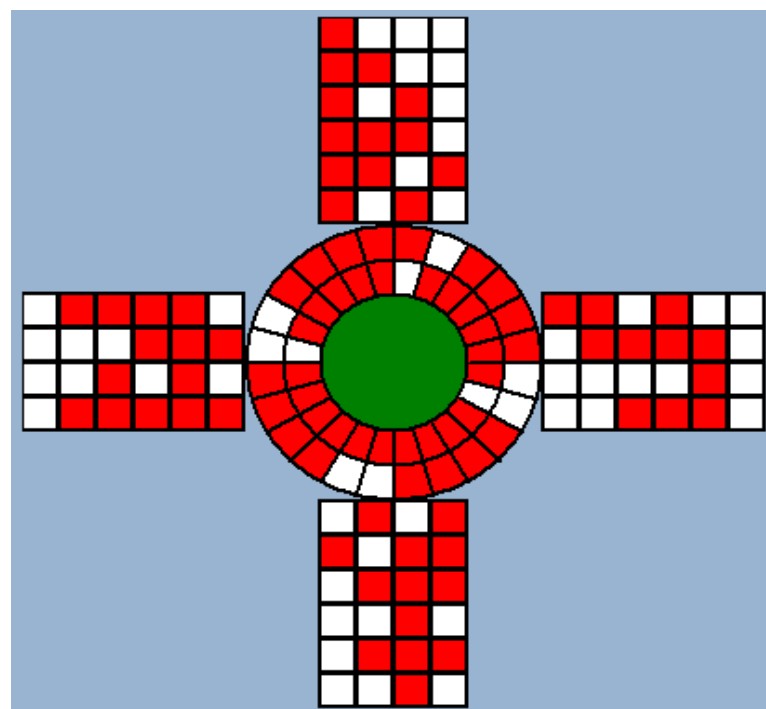
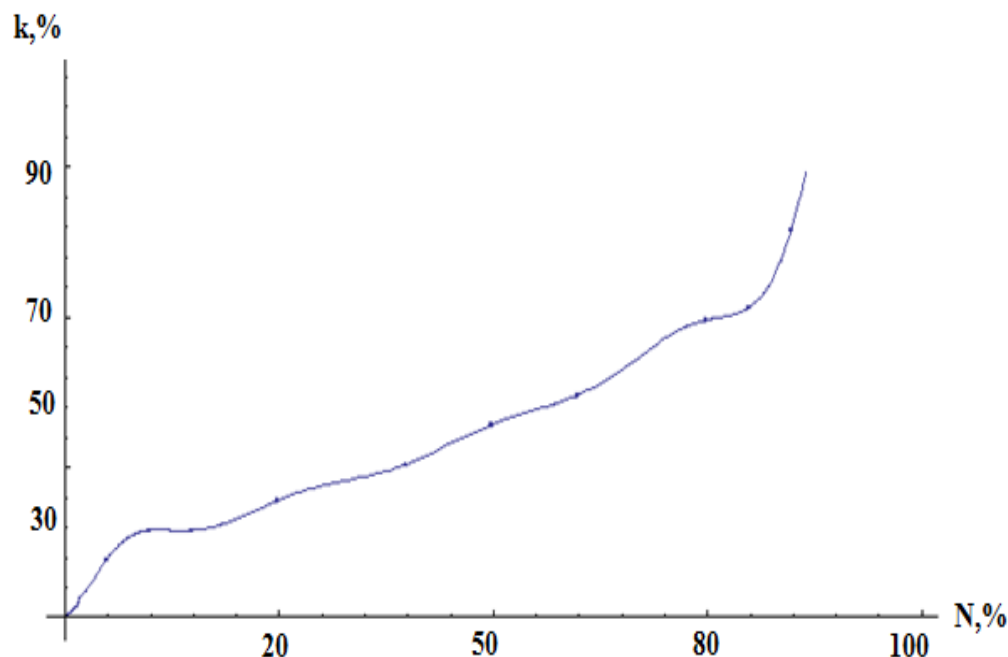
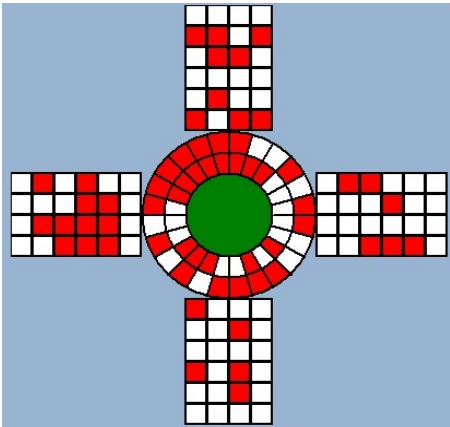
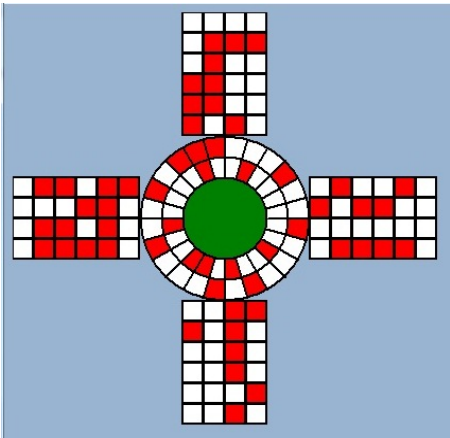
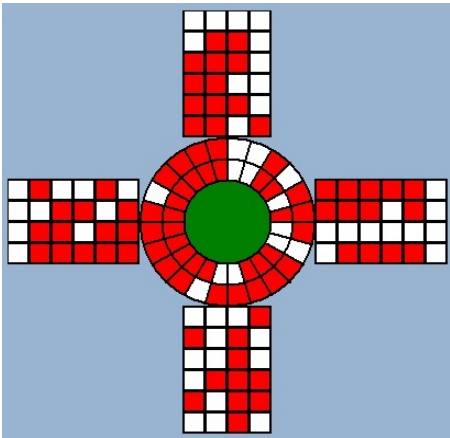
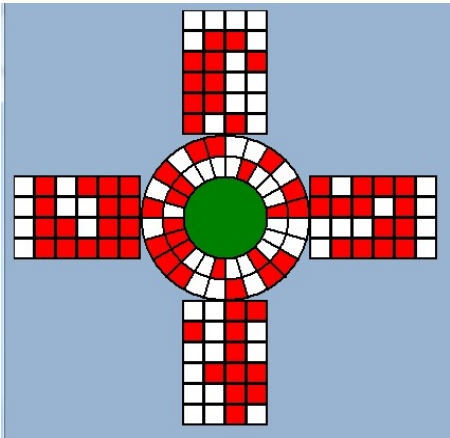


Рис.7 Пропускная способность «русского» типа перекрестка

Сравнение пропускной способности перекрестков

	Перекресток «российского» типа	Перекресток «европейского» типа
Средняя интенсив- ность		
Высокая интенсив- ность		

Сравнение пропускной способности перекрестков

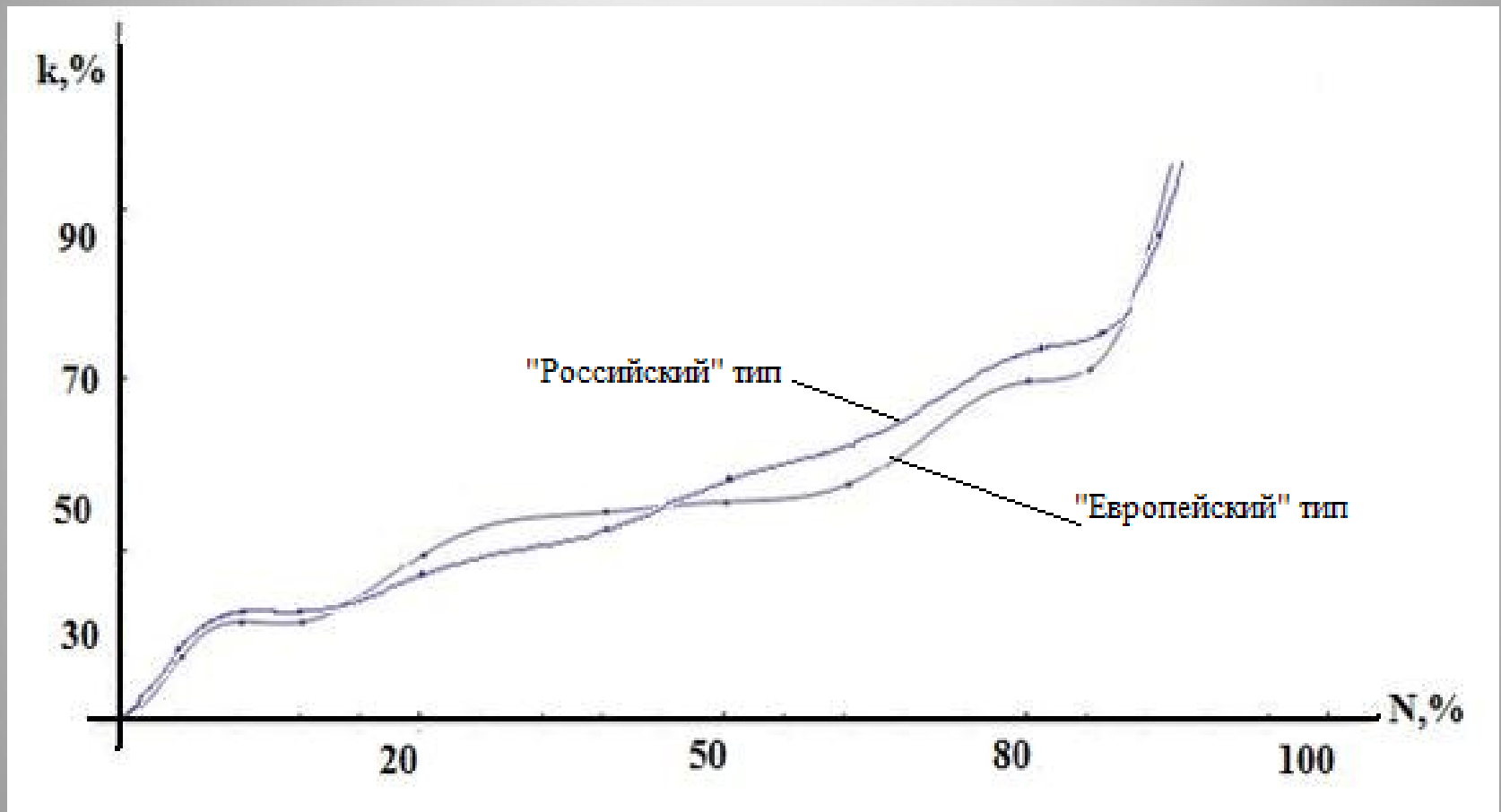


Рис.8 Наглядное сравнение графиков

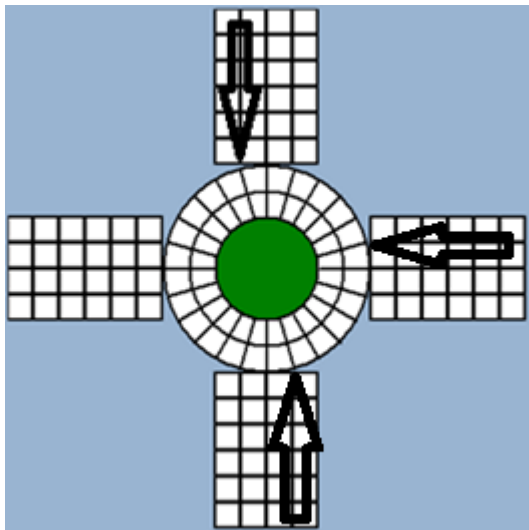
Решения проблемы

Варианты улучшения пропускной способности кругового нерегулируемого перекрестка:

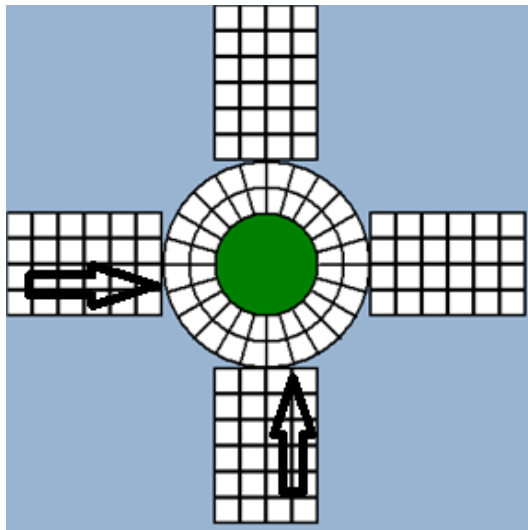
- Перестройка существующих перекрестков
- Смена правил проезда перекрестка с «российского» на «европейский» тип
- Использование режима работы «карусель»:
 - а) Установка светофоров на въездах на перекресток
 - б) Использование разных режимов включения/выключения светофоров

Режим работы «карусель»

Первый тип «карусели»



Второй тип «карусели»



Третий тип «карусели»

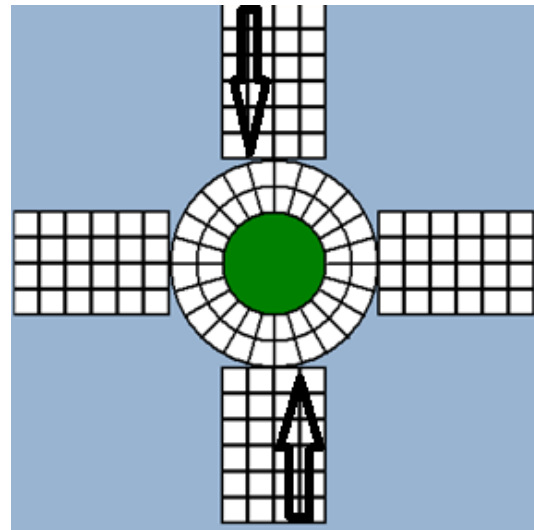
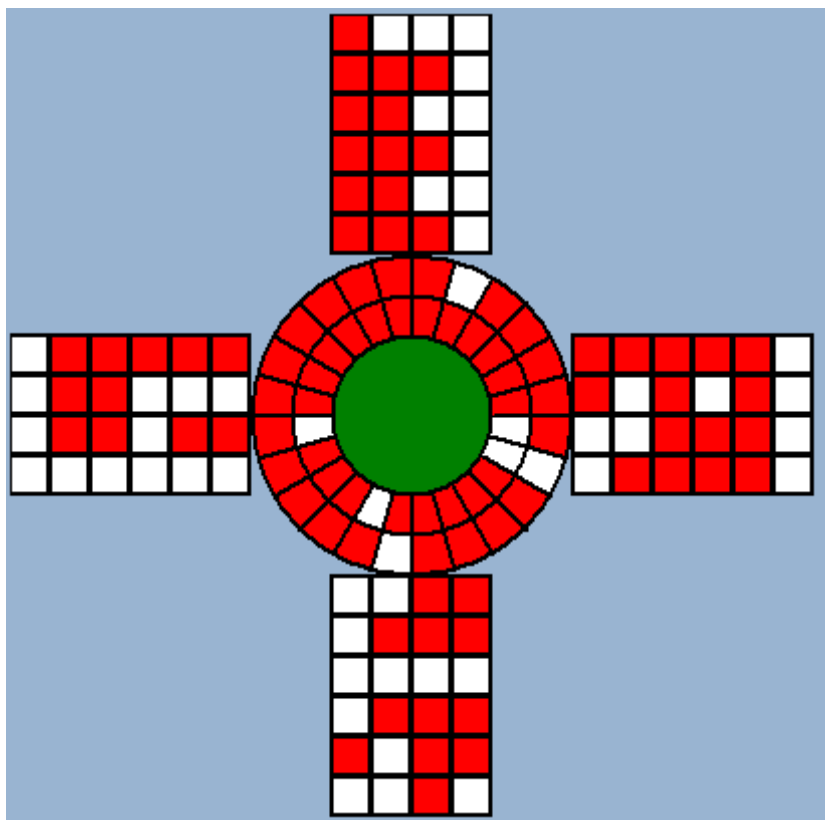


Рис.9 Типы «Карусели»

Режим «карусель»

Первый тип исследований: один въезд стоит, остальные движутся

Стандартный перекресток



Перекресток «Карусель»

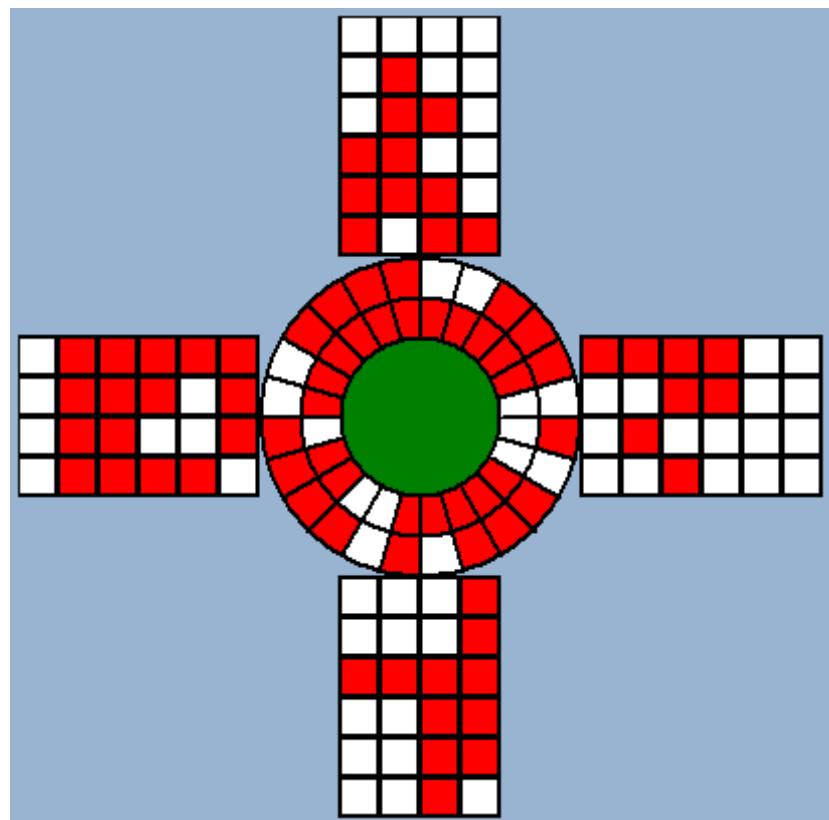
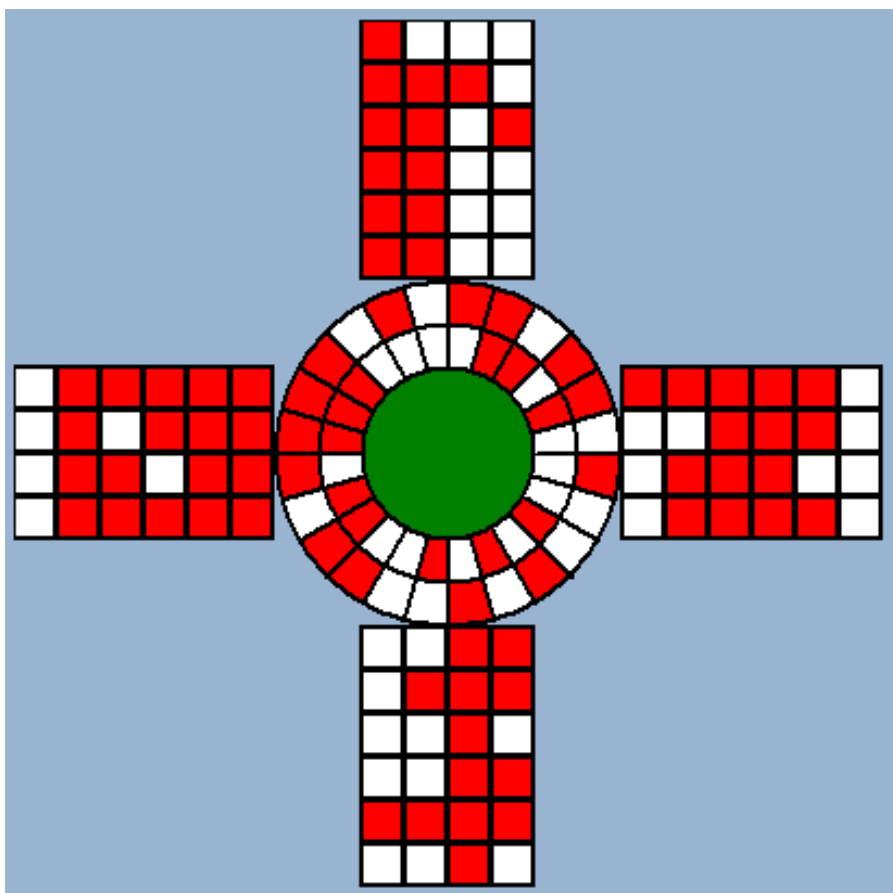


Рис.10 Сравнение режима «карусель» с обычным

Режим «карусель»

Второй тип исследований: запуск потоков с двух соседних въездов

Стандартный перекресток



Перекресток «Карусель»

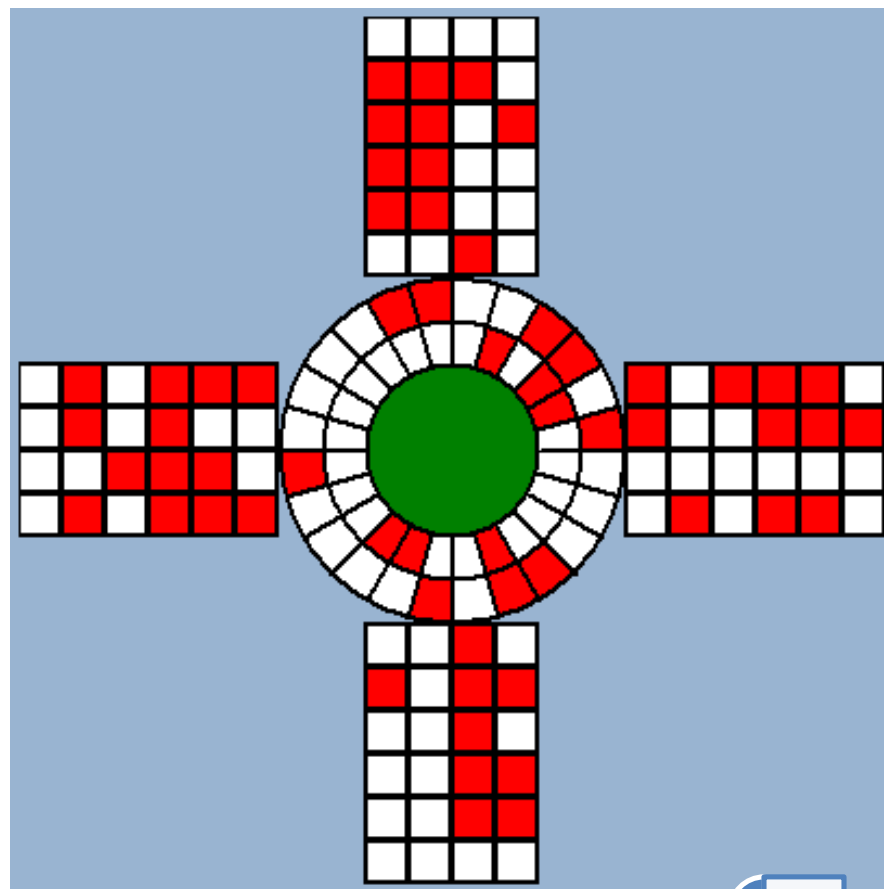
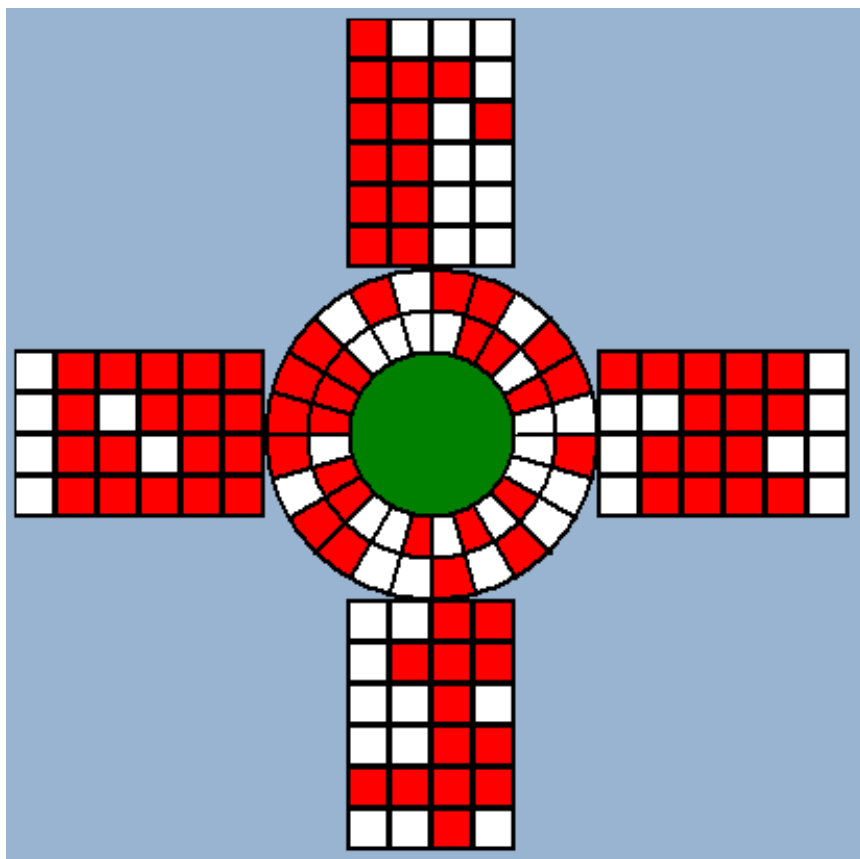


Рис.11 Сравнение режима «карусель» с обычным

Режим «карусель»

Третий тип исследований: запуск автомобилей с противоположных въездов

Стандартный перекресток



Перекресток «Карусель»

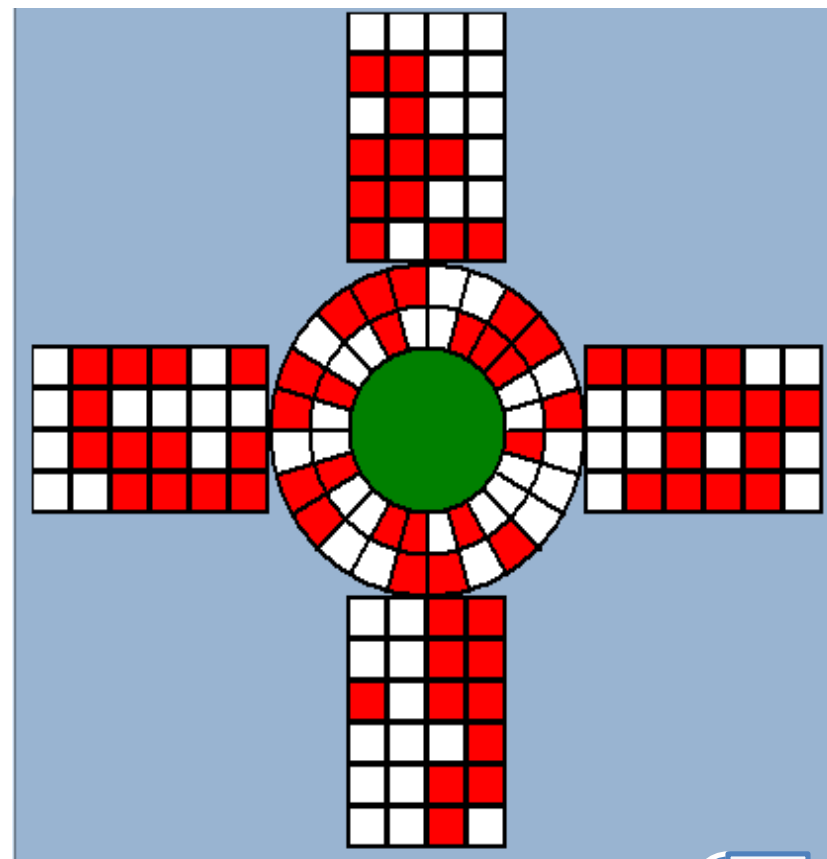


Рис.12 Сравнение режима «карусель» с обычным

Заключение

Выявлено, что из двух существующих типов круговых нерегулируемых перекрестков наилучшей пропускной способностью обладает перекресток «европейского» типа

- Разработан оптимальный режим работы рассматриваемого перекрестка – «карусель»

