

ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ПРОЕЗДА ПЕРЕКРЕСТКОВ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

П.С. Медведев, А.Т. Садыкова, Г.Л. Нуруллина, А.Л. Нуруллина (Альметьевск)

При поездке на автомобиле самым неприятным является сама остановка и ожидание на светофорах. Казалось бы, переключение сигналов светофора(ов) происходит в короткий промежуток времени, но при ожидании именно зеленого сигнала светофора, нам это так не кажется. Иногда складывается впечатление, что на светофоре никогда не загорится зеленый цвет.

Не все светофоры равнозначны по своей работе. В определенных случаях и особенно на сложных перекрестках часто очень создаются большие проблемы по движению автомобилей и, происходит это из-за конкретной работы самих светофоров. Чаще это происходит тогда, когда такую дорогу пересекает сразу несколько других центральных улиц населённого пункта. Поэтому хотелось бы чтобы транспортные средства тратили меньше времени на проезд перекрестка. Именно такие, проблемные места я постарался взять к рассмотрению и их оптимизации в системе имитационного моделирования Anylogic.

Система – это совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которая образует определенную целостность, единство.

Интерес к имитационному моделированию систем на современном этапе развития человечества обусловлен ежедневно возрастающим числом различных систем. Под этим подразумевается рост числа не только всевозможных информационных систем, но и систем массового обслуживания, систем предоставления услуг, систем производства. Каждая из этих сложных систем, как правило, уникальна, а существующие аналоги заметно отличаются друг от друга. Следствием из этого является невозможность разработки универсальных алгоритмов расчета при их проектировании. Аналитические расчеты часто не позволяют учесть корреляционные воздействия элементов системы, не говоря уже о самой сложности таких расчетов для сложных систем, которые год от года лишь усложняются.

Целью данной работы является минимизация времени проезда перекрестков, предотвращение ДТП и конфликтных ситуаций на дороге. Именно на повышение производительности и нацелена оптимизация систем: определение того, какие именно изменения и куда можно внести, разработка нескольких вариантов подобных изменений, расчет всевозможных рисков и издержек, включая и потерю времени на перекрестке, а затем выбор оптимального варианта. Методика и методы анализа подобных сложных систем представлены в работах.

Использование средств имитационного моделирования для оптимизации систем позволяет снизить затраты на расчет вариантов оптимизации и выбор оптимального варианта. Актуальной задачей является также моделирование систем безопасности с предметной областью, представленной в работе.

В представленной работе рассматривается оптимизация времени проезда перекрестков Ленина-Тукая, Фахретдина-Ленина средствами среды имитационного моделирования AnyLogic.

Описание системы работы перекрестка. Машины подъезжая к перекрестку останавливаются перед стоп-линией, если горит запрещающий сигнал светофора(при этом на светофоре перекрестка Ленина-Фахретдина установлены дополнительные секции светофора, разрешающие поворот направо с крайней правой полосы), как только загорается зеленый сигнал машины продолжают движение.

Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

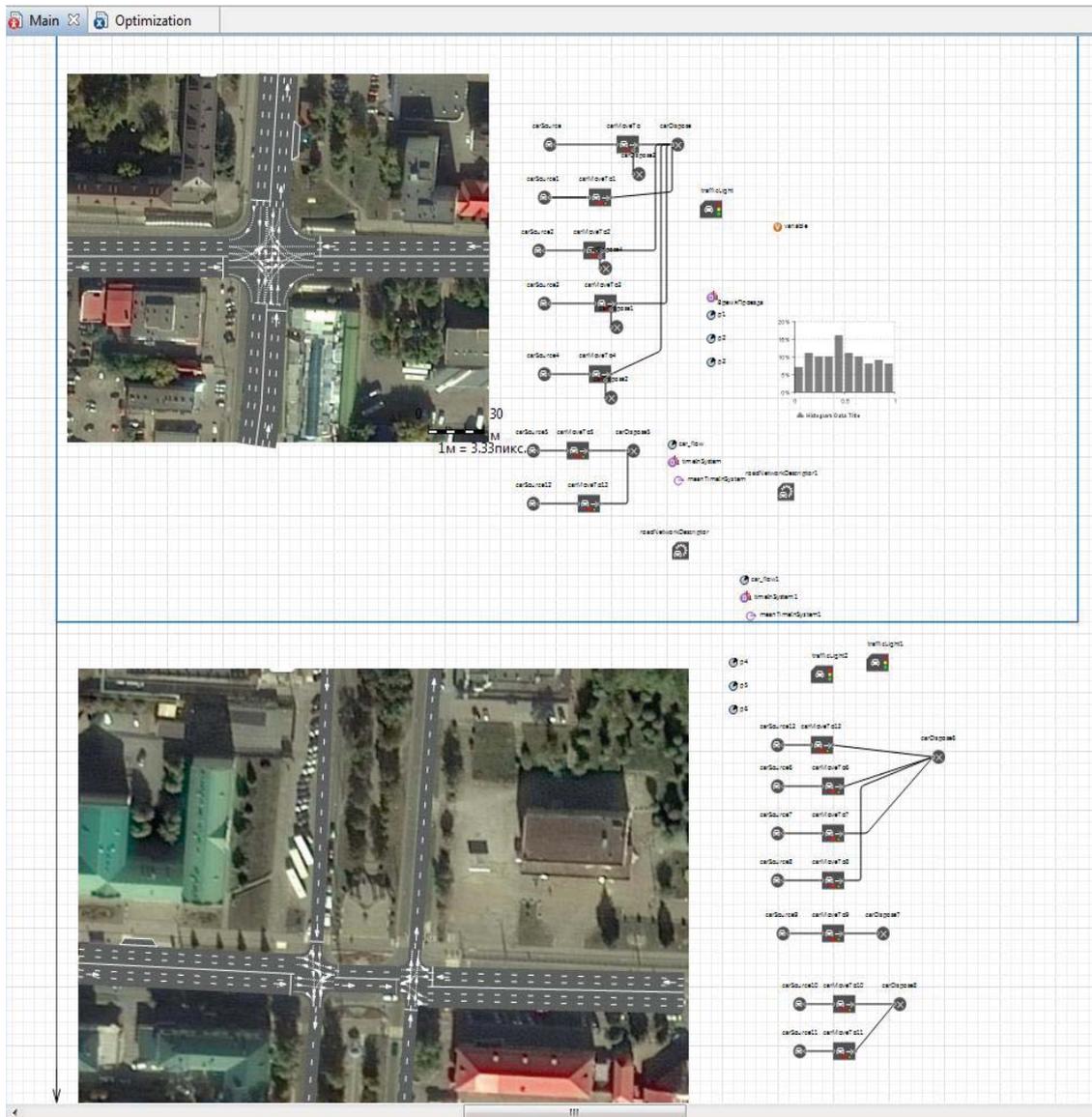


Рис.1 - Модель работы перекрестков в системе AnyLogic

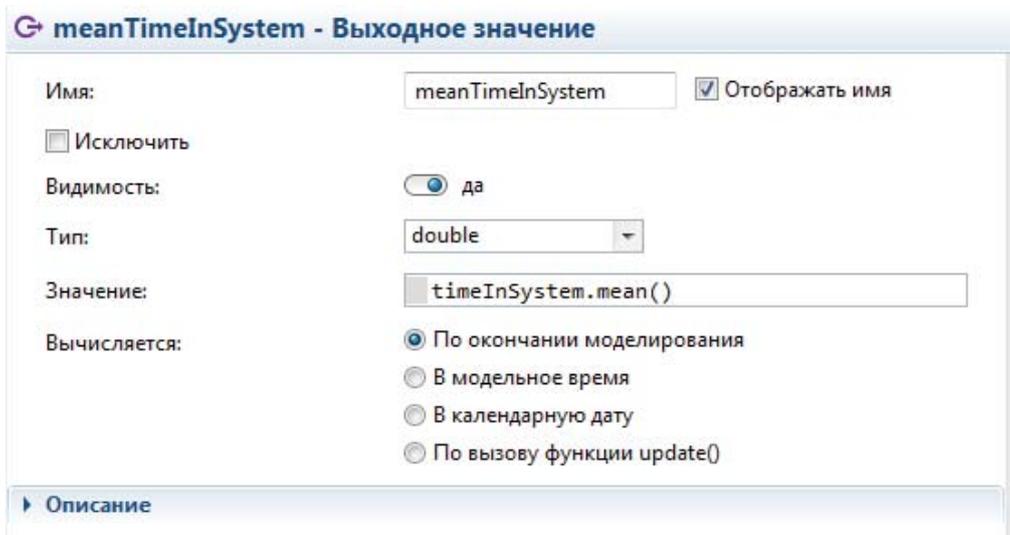


Рис. 2 – Свойства meanTimeInSystem

Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

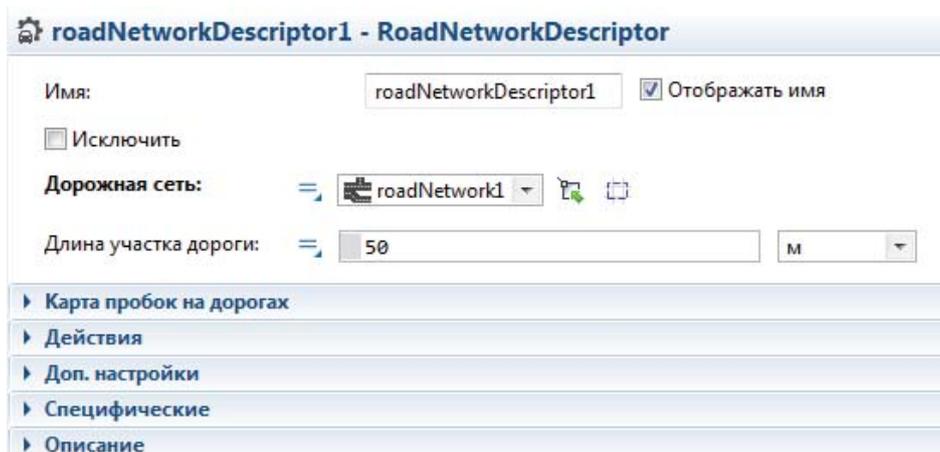


Рис. 3 – Свойства roadNetworkDescriptor

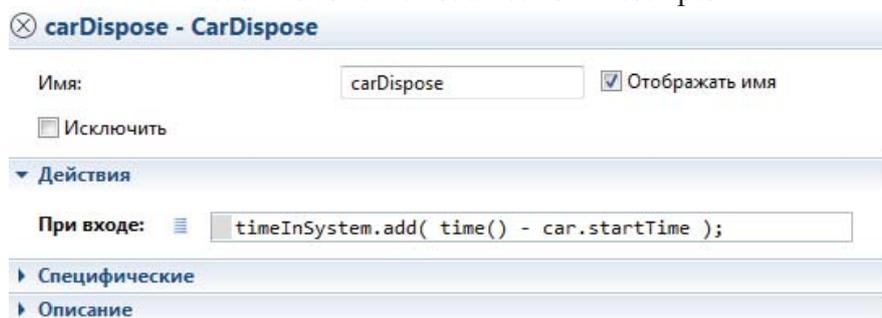


Рис. 4 – Свойства CarDispose

Для каждого CarDispose была создана переменная, которая служит для счетчика времени проезда перекрестка машин.



Рис.5 – Свойства переменной startTime

Время моделирования и оптимизация данной модели составляло 60 минут. Результаты оптимизации представлены в таблице [1,2]. Проводилась оптимизация перекрестков по времени проезда перекрестков. В результате такой оптимизации время светофора снизилось с 60 секунд (исходная модель) до 58 секунд, с 20 (исходная модель) до 14.

Время проезда перекрестка Ленина-Тукая уменьшилось. Время моделирования и оптимизация также составляло 60 минут. Последовательность этапов оптимизации была аналогична вышеуказанной. В результате оптимизации. При этом время светофора изменилось с 60 секунд (исх. модель) до 24 секунд.

Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

на конференцию : Optimization

| | Текущее | Лучшее |
|------------------|-----------|--------|
| Итерация: | 500 | 222 |
| Функционал ↓ | 27.613 | 21.207 |
| Параметры | Copy best | |
| p1 | 60 | 28 |
| p2 | 54 | 60 |
| p3 | 52 | 20 |
| car_flow | 440 | 450 |

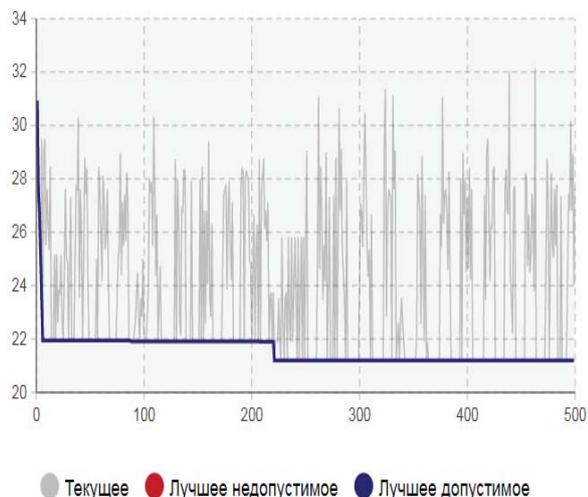


Рис.6 – Оптимизация исходной модели по времени проезда перекрестка Ленина-Фахретдина в системе AnyLogic

на конференцию : Optimization 1

| | Текущее | Лучшее |
|------------------|-----------|--------|
| Итерация: | 500 | 170 |
| Функционал ↓ | 23.92 | 22.424 |
| Параметры | Copy best | |
| p1 | 28 | 28 |
| p2 | 58 | 58 |
| p3 | 14 | 14 |
| car_flow | 384 | 360 |
| p4 | 54 | 24 |
| p5 | 58 | 40 |
| p6 | 26 | 54 |

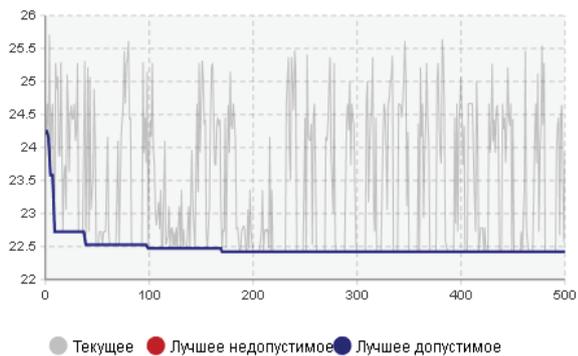


Рис.7– Оптимизация исходной модели по времени проезда перекрестка Тукая-Ленина в системе AnyLogic

Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

Таблица 1 – Результаты оптимизации модели перекрестка Ленина-Фахретдина.

| Значение параметра | Исходная модель | Оптимизация исходной модели по времени проезда перекрестка | Оптимизация исходной модели по загруженности | Оптимизация исходной модели по загруженности | Оптимизация модели с повышением нагрузки по времени обработки паллет | Оптимизация модели с повышением нагрузки по загруженности |
|---|-----------------|--|--|--|--|---|
| Общее количество проехавших машин | 1,364 | 2,071 | 2 005 | 1 992 | 1800 | 1900 |
| Среднее время нахождения машин на перекрестке | 35,211 | 34,576 | 37,408 | 40,418 | 819,36 | 852,03 |
| Минимальное время нахождения машин на складе | 11,377 | 23,997 | 25,934 | 26,17 | 31,882 | 33,986 |
| Максимальное время нахождения машин на складе | 179,014 | 188,387 | 64,535 | 68,803 | 6 141,196 | 6 162,21 |
| Среднеквадратическое отклонение | 28,217 | 27,921 | 5,467 | 6,261 | 704,954 | 745,417 |
| Доверительный интервал для среднего | 1,497 | 1,317 | 0,239 | 0,275 | 29,007 | 31,107 |

Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

Таблица 2 – Результаты оптимизации перекрестка Ленина-Тукая.

| Значение параметра | Исходная модель | Оптимизация исходной модели по времени проезда перекрестка | Оптимизация исходной модели по загруженности | Оптимизация исходной модели по загруженности | Оптимизация модели с повышением нагрузки по времени обработки паллет | Оптимизация модели с повышением нагрузки по загруженности |
|---|-----------------|--|--|--|--|---|
| Общее количество проехавших машин | 738 | 2,209 | 2 005 | 1 992 | 1800 | 1900 |
| Среднее время нахождения машин на перекрестке | 156,202 | 46,305 | 37,408 | 40,418 | 819,36 | 852,03 |
| Минимальное время нахождения машин на складе | 62,383 | 16,939 | 25,934 | 26,17 | 31,882 | 33,986 |
| Максимальное время нахождения машин на складе | 300,475 | 215,547 | 64,535 | 68,803 | 6 141,1 | 6 162,21 |
| Среднеквадратическое отклонение | 45,785 | 46,305 | 5,467 | 6,261 | 704,95 | 745,417 |
| Доверительный интервал для среднего | 3,303 | 1,931 | 0,239 | 0,275 | 29,007 | 31,107 |

Выводы

В процессе моделирования была осуществлена разработка структурной модели перекрестков Ленина-Тукая, Фахретдина-Ленина г.Альметьевск.

Проведена оптимизация имитационной модели работы перекрестков и оптимизация их время проезда. Предложенный алгоритм оптимизации позволяет быстрее проезжать перекресток (с незначительными отклонениями) время нахождения машин на перекрестке, уменьшив при этом дорожные конфликты, ДТП(дорожно-транспортные происшествия), и тем самым снизим затраты на бензин, так как машины не будут задерживаться на перекрестке. Данная оптимизация может так же применяться и на других перекрестках, участках дорог.

Литература

1. Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Якимов И.М., Захарова З.Х. // Вестник Технологического университета. 2017. 20, 18, 120-126.
2. Р.В.Родина. Имитационное моделирование как средство оптимизации процессов производства // Научные достижения и открытия современной молодежи: сборник статей Международной научно-практической конференции в 2 ч. Ч.1. – Пенза:МЦНС«Наука и Просвещение». – 2017. С.75-77
3. Мокшин В.В., Якимов И.М., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М., Вестник Технологического университета, 20, 19, 75-81 (2017).

Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

4. Родина Р.В. Имитационное моделирование как средство оптимизации процессов производства // Научные достижения и открытия современной молодежи: сборник статей Международной научно-практической конференции в 2 ч. Ч.1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2017. С.75-77
5. Тутубалин П.И., Кирпичников А.П., Вестник Казанского технологического университета. 2017. 20, 10, 94-99.