

ПОСТРОЕНИЕ МАТРИЦЫ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ВЫБОРА МАРШРУТА ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ В РАЙОНЕ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКИ ПО УЛ. ГАГАРИНА И УЛ. 1-Й РАБОЧЕЙ В ГОРОДЕ АРТЁМ

Юдин П.В., к.э.н., доцент,
Соколов О.О., студент магистратуры,
Журавлёв Н.А., специалист,
ВВГУ, г. Владивосток, Россия

Аннотация. В данной работе описывается разработка имитационной модели дорожного движения на перекрестке ул. Гагарина и ул. 1-й Рабочей в Артеме. Рассматривается поведение участников дорожного движения в районе развязки. Получены вероятности выбора водителем конечной точки выезда.

Ключевые слова: имитационное моделирование, дорожное движение, перекрёстки, компьютерная модель.

Имитационное моделирование стало важным инструментом для анализа и оптимизации поведения сложных систем[3]. Варианты использования имитационного моделирования охватывают различные области, к примеру, такие как моделирование воздушных потоков, производство железобетонных свай, птицеводство, сфера дорожного движения и многие другие [1]. Применительно к сфере дорожного движения, имитационные модели позволяют исследовать различные сценарии работы систем, учитывая случайные факторы и динамическое поведение участников дорожного движения [2]. В настоящее время наблюдается быстрое увеличение числа автомобилей в городах, что приносит как положительные результаты для экономики и социального развития, так и создает ряд проблем.

Целью данного исследования является описание процесса разработки имитационной модели дорожного движения. Задача заключается в сборе данных дорожной инфраструктуре и участниках дорожного

движения, построении имитационной модели дорожного движения с получением в процессе моделирования таблицы итоговых вероятностей.

Для создания имитационной модели дорожного движения требуется программное обеспечение, способное реализовать движение автомобилей в системе. Принимая во внимания данные требования, была выбрана среда AnyLogic. AnyLogic обладает широким набором инструментов, позволяющих воспроизвести дорожную сеть с необходимым уровнем модельной детализации.

Для рассмотрения был взят перекрёсток транспортной развязки с посёлка Угловое и перекрёста 1-й рабочей в городе Артём.

Пересечение ул. 1-я Рабочая – ул. Гагарина представляет собой регулируемый Т-образный перекресток. Заезд с ул. Гагарина и выезд с 1-ой Рабочей осуществляется через дороги-дублиеры под эстакадой ул. Гагарина. На узле расположено 3 проезда под эстакадой для разворотных потоков, которые регулируются светофорными объектами. Для создания схемы дорожного движения был использован спутниковый снимок. Карта дорожной сети представлена на рисунке 1

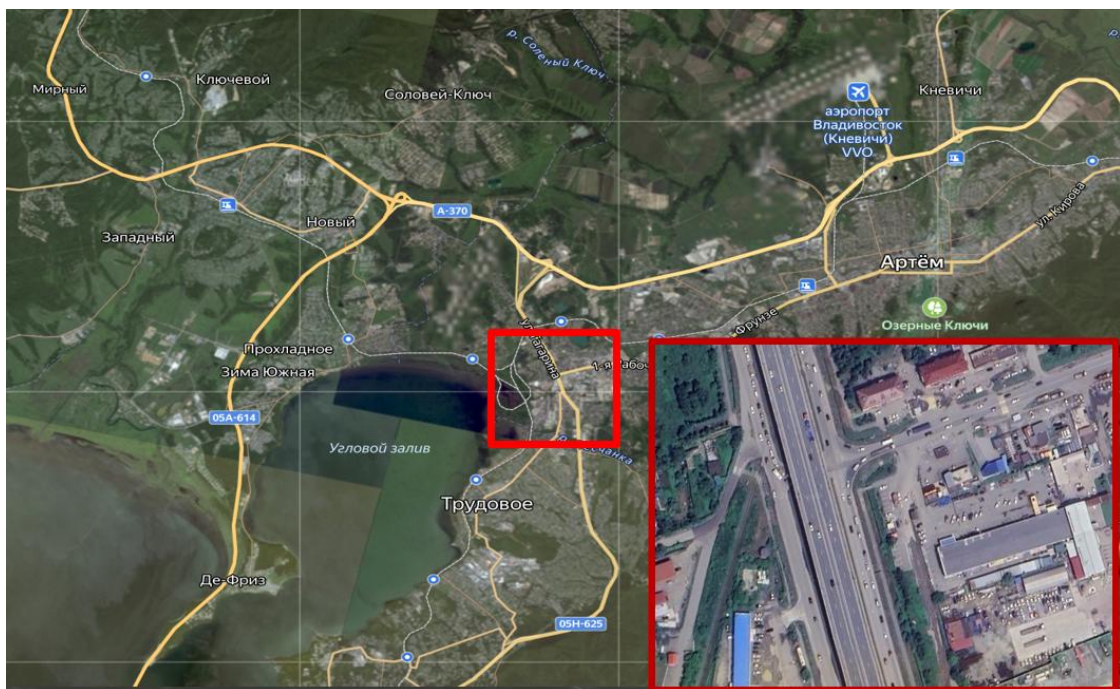


Рисунок 1. Спутниковый снимок на пересечении ул. 1-я Рабочая – ул. Гагарина

В процессе изучения дорожной инфраструктуры была получена информация о расположении и характере поворотов на основных магистралях. Проведен анализ размещения светофоров в ключевых точках дорожной сети, включая временные режимы работы и циклы переключения сигналов.

В результате натуральных наблюдений для каждого перекрестка были получены вероятности проезда потока машин в каждом направлении. Наблюдения проводились в час-пик с 7 до 9 часов утра в течении нескольких дней. На рисунке 2 представлены вероятности проезда машин и входящего потока на перекрёстке с каждой стороны.

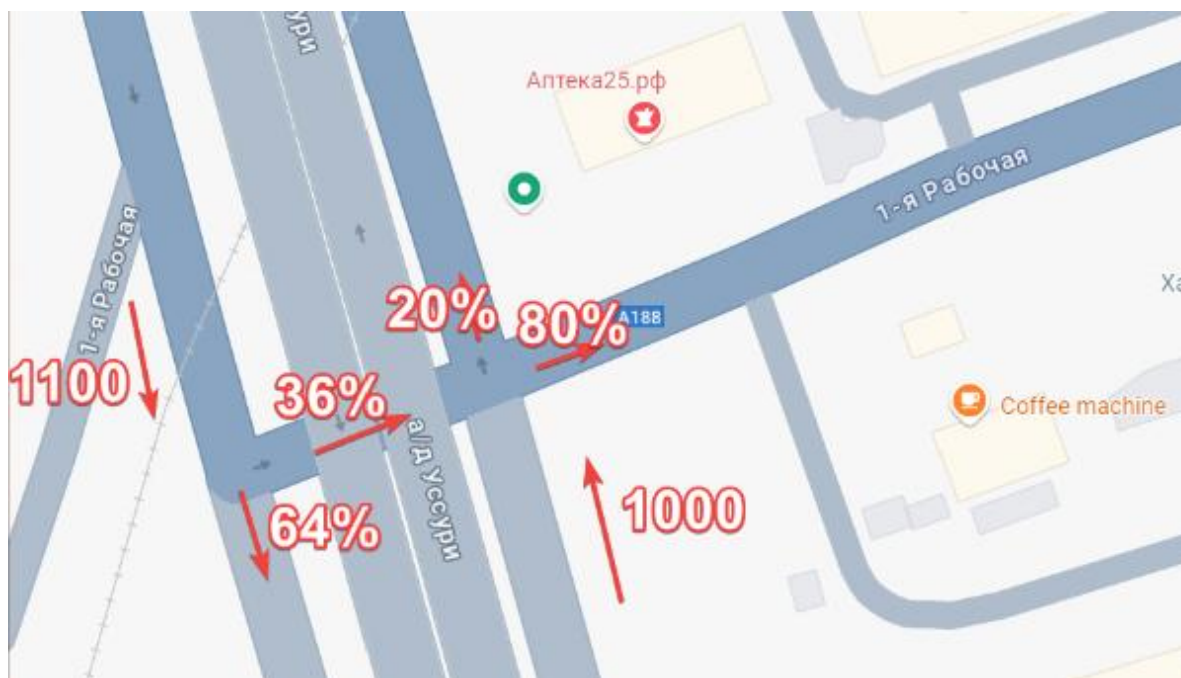


Рисунок 2. Вероятности проезда потока машин в каждом направлении

Из анализа существующей дорожно-транспортной ситуации можно сделать вывод, что пропускная способность ул. 1-я Рабочая (2-х полосная дорога) не справляется с сложившейся интенсивностью движения. Выезд с ул. 1-я Рабочая осуществляется только направо, водителям транспортных средств, движущимся по направлению в город Владивосток, необходимо выполнить разворот через проезд под эстакадой в створе ул. Сахалинская. Очередь автомобилей, поворачивающих на ул. 1-я Рабочая с ул. Гагарина от

Уссурийска, растягивается до проезда под эстакадой, создавая эффект «замкнутого кольца».

Для построения имитационной модели необходимо иметь вероятности выбора водителем, въехавшим в район транспортной развязки, конечной точки выезда. Чтобы получить данные вероятности необходимо осуществить наблюдения за каждым автомобилем на каждом въезде в район транспортной развязки и выезде из него. Это можно осуществить путём одновременной сквозной записи номеров автотранспорта в установленных точках контроля для точного определения точек входа и выхода каждой единицы транспорта.

Имеется два способа для решения этой задачи:

- установка видеокамер в каждой точке наблюдения и видеофиксация процесса дорожного движения;

- привлечение значительного количества наблюдателей для осуществления единовременного экспериментального наблюдения во всех точках контроля дорожного движения.

Последующая обработка полученных данных также представляет собой нетривиальную задачу, что делает данный способ формирования вероятностных функций предпочтений движения водителя дорогостоящим в исполнении.

В настоящем исследовании, на основе синтеза данных о наблюдениях трафика на каждом перекрёстке рассматриваемой транспортной развязки, нами сделана попытка получения итоговых вероятностных функций предпочтений движения водителя. Предложенный способ является менее трудозатратным и материалоемким, чем установка дополнительного наблюдения на дорожном участке или задействование значительного количества наблюдателей для единовременного контроля.

В качестве основы модели используется спутниковый снимок данного перекрёстка. Имитационная модель перекрёстка строится с помощью библиотеки дорожного движения. Данная библиотека позволяет изобразить и настроить дороги, а также задать движение машин с одной дороги на другую.

Машины не пересекаются в пространстве, что позволяет изобразить затор на дорожном участке. На рисунке 4 представлена 2D-визуализация дорожного участка и дорожная ситуация во время моделирования.



Рисунок 3.2D-визуализация дорожного участка в модели дорожная ситуация во время работы модели на пересечении ул. 1-я Рабочая – ул. Гагарина

Как и с реальной ситуацией, во время моделирования, пропускная способность ул. 1-я Рабочая не справляется с сложившейся интенсивностью движения.

Моделирование осуществлялось равномерным потоком в высоконагруженном режиме в течение 24 часов модельного времени. т. е. Интенсивность входящих автотранспортных потоков на протяжении всего периода модельных суток происходила идентично периодам пиковой нагрузки реальною перекрёстка в утренние и вечерние часы.

Автомобили не определяли вероятности выбора конечной точки, а выбирали направление на каждом перекрестке. С помощью метода Монте Карло были рассчитаны окончательные вероятности выбора маршрута.

В результате моделирования потоков движения на дублерах транспортной развязки были получены вероятности выбора водителем конечной точки выезда с развязки. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Вероятности выбора водителем конечной точки выезда

Из пункта/в пункт	В сторону Владивостока, %	В сторону Артёма, %	В сторону Хабаровска, %	В сторону Угольной, %	В сторону ТЦ, %	В сторону ж/д, %	В сторону Сахалинской, %	Итого, %
Со стороны Владивостока	2	77	10	7	1	0	3	100
Со стороны Артёма	11	14	48	13	1	1	12	100
Со стороны Хабаровска	31	29	2	31	1	4	2	100
Со стороны Угольной	3	81	10	2	1	0	3	100
Со стороны ТЦ	12	44	36	0	0	1	7	100
Со стороны ж/д	30	31	4	34	0	0	1	100
Со стороны Сахалинской	27	28	13	27	0	4	1	100

Получение вероятностей выбора дороги позволит оптимизировать транспортные потоки, улучшить проектирование инфраструктуры и повысить безопасность на дорогах. Это также поможет в разработке эффективных маршрутов, что в свою очередь приведет к более обоснованным решениям в управлении транспортной системой.

В результате исследования были собраны данные о дорожной инфраструктуре, а также предпочтения водителей в выборе направлений движения. На основе этих данных был разработан прототип имитационной модели дорожного движения. В будущем планируется при помощи данной имитационной модели оптимизировать транспортные потоки.

Литература

1 Соколов О.О., Журавлёв Н. А., Юдин П. В. Имитационная модель производства железобетонных свай // Наука без границ: студенческое научное кружковое. 2023.№ 1. С. 876 – 881.

2 Рочева О.А., Зарипова Р.С., Морозова И.Г., Хамидуллина Ф.Р. Конкурентоспособность транспортных коридоров России в системе

международных транспортных коридоров // International Journal of Advanced Studies. 2021. Т.11. № 1. С. 7 – 16.

3 Akopov A. S., Beklaryan L. A., Beklaryan A. L. Cluster-Based Optimization of an Evacuation Process Using a Parallel Bi-Objective Real-Coded Genetic Algorithm // Cybernetics and Information Technologies. 2020. Vol. 20. № 3. P. 45 – 63.