

Лекция 6

Система управления состоянием и улучшения функционирования автомобильных дорог путем повышения их транспортно- эксплуатационных качеств

План:

1. Система управления состоянием автомобильных дорог
2. Системный подход в решении задач повышения транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог

1. Система управления состоянием автомобильных дорог

Систему управления состоянием автомобильных дорог можно рассматривать как ряд последовательных этапов или действий, направленных на достижение конечных целей и задач управления (рис. 1.).

Рассмотрим систему управления состоянием дорог на примере сети автомобильных дорог федерального значения Российской Федерации.

Целью системы управления состоянием автомобильных дорог общего пользования федерального значения является обеспечение безопасного, непрерывного и эффективного пропуска транспортных средств.

Одной из основных задач, позволяющих достичь указанную цель, является формирование среднесрочного трехлетнего опорного плана дорожно-ремонтных работ автомобильных дорог федерального значения на основе результатов их диагностики.

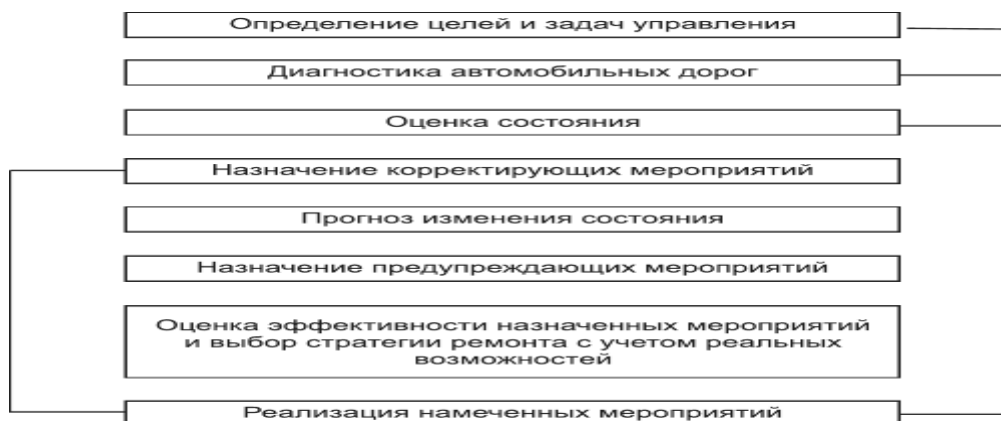


Рис. 1. Блок-схема управления состоянием дорог

Работы по диагностике и оценке состояния дорог выполняют специализированные организации, оснащенные соответствующими передвижными лабораториями, приборами и оборудованием.

При проведении диагностики автомобильных дорог используется стандартное, унифицированное, метрологически аттестованное оборудование. Перед проведением обследований выполняется калибровка измерительных приборов.

Диагностика автомобильных дорог включает четыре последовательно выполняемых этапа:

- 1) подготовительные работы;
- 2) полевые обследования;
- 3) камеральная обработка полученной информации;
- 4) обновление отраслевого банка дорожных данных АБДД «Дорога».

После занесения результатов диагностики автомобильных дорог в отраслевой банк дорожных данных АБДД «Дорога» в автоматическом режиме производятся расчеты по оценке состояния обследованных дорог. Фактические показатели сравниваются с требуемыми, оценивается загрузка участков дорог движением, определяются участки концентрации ДТП, определяются коэффициенты расчетной скорости и т.д.

Диагностика и оценка состояния автомобильных дорог обычно выполняются одновременно и позволяют перейти к третьему этапу управления — планированию ремонтных работ, т.е. назначению мероприятий по устранению выявленных повреждений и доведению параметров до требуемых значений. Для этого на основе результатов диагностики автомобильных дорог выполняют оценку потребности в ремонтных работах. При этом определяют все необходимые работы с указанием точных адресов и укрупненной стоимости каждой работы. После этого, ориентируясь на заданный годовой лимит денежных средств, направляемых на ремонт и капитальный ремонт автомобильных дорог федерального значения, и используя методы планирования при дефиците денежных средств, определяют перечень наиболее приоритетных работ на следующий после проведения диагностики дорог год, оформляя его в виде опорного плана ремонтных работ.

После этого, опираясь на опорный план ремонтных работ, учитывая средства, планируемые для ремонтных работ на следующие два года, а также спрогнозировав изменение основных транспортно- эксплуатационных характеристик автомобильных дорог, определяют перечень ремонтных работ на второй и третий год после проведения диагностики дорог. Таким образом, формируется среднесрочная трехлетняя программа ремонтных работ на сети автомобильных дорог федерального значения. При этом выбор работ на каждый из трех лет производится с учетом их экономической эффективности.

После экспертной корректировки опорного плана, на следующий год после проведения диагностики дорог происходит реализация намеченных мероприятий. Опорные планы второго и третьего года среднесрочной программы корректируют по результатам повторной диагностики в соответствующие годы. Затем трехлетний цикл повторяется. Помимо описанного основного блока системы управления состоянием автомобильных дорог федерального значения в нее входят блоки: управление состоянием искусственных сооружений, управление безопасностью дорожного движения, управление экологической безопасностью.

Описанная система управлением состоянием автомобильных дорог федерального значения, постоянно совершенствуясь, функционирует уже более двух десятков лет. В последнее время совершенствование этой системы связано в основном с активным использованием ГИС технологий. Использование электронных карт с географической привязкой объектов, построение 3D-моделей местности, возможность непрерывного спутникового слежения за производством работ. Широкое использование этих технологий позволит заметно повысить эффективность системы управления состоянием автомобильных дорог федерального значения.

2. Системный подход в решении задач повышения транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог

Вопросы повышения транспортно-эксплуатационных качеств дорог являются актуальными в течение многих лет. Последнее вызвано тем, что дорожное строительство весьма капиталоемко и возведение объектов на дальнюю перспективу требует значительных единовременных затрат. Это обуславливает необходимость использования научных подходов к

решению задач составной части автоматизированного проектирования - имитационной подсистемы, позволяющей видеть дорогу в действии, прогнозировать комплекс транспортно-эксплуатационных качеств дороги в процессе проектирования по результатам моделирования на ЭВМ движения автомобилей и автомобильных потоков. При этом ЭВМ выступает в роли полигона для испытания проектируемой дороги.

К настоящему моменту сформировались новые отрасли лесного дорожного строительства, требующие глубинных изменений в процессах проектирования, строительства и эксплуатации дорог:

– сложность, иногда взаимная противоречивость требований, которые предъявляются

к дороге (безопасность движения, снижение стоимости строительства, снижение стоимости и

энергоёмкости перевозок, экономические требования, надёжность дорожных сооружений и

т.п.);

– тенденция сокращения сроков реконструкции дорожных сооружений, вызванная

бурным ростом автомобилизации, требующая снижения сроков проектирования дороги.

Эти свойства дорожной отрасли сводят главную задачу проектировщика не только к расчету конструкции и выпуску чертежей, сколько к прогнозированию процесса функционирования, дороги как основной части автомобильного транспорта, и определению последствий проектных решений.

Решению этих проблем способствуют развивающиеся системы имитационного моделирования автомобильных лесовозных дорог.

Центральное место занимает подсистема имитации процессов функционирования дороги и без этой подсистемы невозможно оценивать и направленно формировать оптимальное проектное решение. Коренное отличие системного проектирования от эпизодического применения компьютерной техники при традиционном

проектировании заключается в том, что все подсистемы взаимосвязаны и результаты проектных разработок по одной из систем непосредственно используются в виде исходной информации для последующего проектирования без промежуточной переподготовки данных. Эти результаты, кроме того, могут выдаваться на экран монитора в виде цифровой или графической информации, которая при необходимости непосредственно корректируется инженером проектировщиком. Таким образом, осуществляется диалог инженера с компьютером.

Разработка систем имитационного моделирования является прогрессивным направлением повышения качества проектных решений.

Важнейшее место занимает система имитационного моделирования процессов функционирования проектируемой дороги, которая позволяет производить оценку транспортно-эксплуатационных качеств пути на стадии применения проектных решений. Среди оригинальных работ в этом направлении необходимо выделить моделирование движения автомобилей с использованием результатов теории массового обслуживания работы В.В. Сильянова и исследователей МАДИ по имитационному моделированию

Одним из направлений оценки транспортно-эксплуатационных качеств АЛД в САПР является построение эпюр (скорости движения по Н.Ф. Хорошилову, Е.А. Бельскому, К.А. Хавкину, В.В. Сильянову; коэффициентов аварийности и коэффициентов безопасности движения по В.Ф. Бабкову; пропускной способности и уровня загрузки по В.В. Сильянову отдельных показателей).

Хотя проблемы, связанные с системами управления дорожным движением, постепенно решаются путем теоретического анализа и натуральных экспериментов, при рассмотрении крупномасштабных систем не всегда легко предложить достаточно точную теорию или провести адекватные их масштабу экспериментальные исследования. Поэтому важно уметь компенсировать недостаток средств для исследования путем использования нематематических моделей. Имеются некоторые примеры использования аналоговых моделей, основанных на применении специализированных вычислительных устройств, для целей подобного нематематического моделирования обычно применяют цифровые ЭВМ, поскольку малая общность аналоговых моделей делает невыгодными капиталовложения в разработку реализующих их средств вычислительной техники. Попытки подобного применения цифровых ЭВМ для имитационного моделирования дорожного движения предпринимались достаточно давно, поскольку модель автомобиля интуитивно понятна и сравнительно просто представляется

кодами цифровой ЭВМ. Однако имитационное моделирование транспортного потока не является простым делом в связи со сложностью системы и невозможностью моделировать все факторы, воздействующие на нее. Поэтому, для того чтобы решить некоторую задачу методом моделирования, необходимо сузить как ее постановку, так и масштабы модели.

Теоретический анализ. Хотя методами моделирования были решены многие задачи, трудно представить себе универсальную программу имитационного моделирования; вместо этого имитацию обычно проводят с помощью моделей, служащих определенным конкретным целям, примерами которых могут служить:

-теоретические исследования транспортного потока (анализ интенсивности движения, задержек, обгонов, слияний, шума ускорения, потребления энергии, загрязнения окружающей среды);

-проектирование дорог (анализ пропускной способности дороги, конфигурации примыканий, въездов и съездов и т. д.);

-проектирование дорожных сетей (планирование прокладки новых дорог, прогнозирование транспортного спроса и т. д.);

-определение эффективности управления дорожным движением (оценка алгоритмов управления и схем организации движения);

-определение оптимальных управлений (поиск наборов оптимальных сдвигов);

-исследование свойств, присущих моделям дорожного движения (оценка точности, требуемой в модели для теоретического анализа или имитационного моделирования);

-оценка влияний различных типов транспортных средств.

Результаты моделирования на ЭВМ движения автомобилей в потоке при его различных режимах служат основой технико-экономического сравнения вариантов проектных решений плана и продольного профиля с оценкой показателей автомобильных потоков на участках стационарного и переходных режимов движения. Методики моделирования использованы при разработке алгоритмов и программ оценки транспортно-эксплуатационных характеристик дорог в системе автоматизированного проектирования лесовозных автомобильных дорог.

Методика. Имитационное моделирование должно планироваться в виде ряда последовательных этапов:

1. Постановка задачи.
2. Составление модели процесса (теория, измерение, сравнение, обработка).
3. Подготовка исходной информации.
4. Программирование
5. Контрольный счёт.
6. Моделирование.
7. Обработка.

Наиболее важным шагом из представленных выше является составление модели процесса. Модель, которая имитирует реальную систему, не может быть определена единственным образом, и даже очень сложная система может иногда с пользой имитироваться простой моделью с использованием техники округления и агрегирования. Это означает, что многочисленные элементы вводятся в модель в составе единственного блока. И наоборот, сложная модель может потребоваться для простой системы, если последняя должна подвергнуться детальному исследованию. Точность модели должна определяться в соответствии с целью моделирования и характеристиками имитирующей системы. С этой точки зрения мы можем разделить имитационные модели на три категории: представляющие индивидуальные транспортные средства (микроскопические модели); представляющие группы из нескольких автомобилей (макроскопические модели); рассматривающие транспортный поток как жидкость (жидкостная модель).

Еще одним фактором, влияющим на точность модели, является корректность учета случайных возмущений. Это, в первую очередь, относится к микроскопическим моделям; если ликвидировать в них элементы случайности, они начинают работать аналогично жидкостной модели. И наоборот, исследуя макроскопическую или жидкостную модель, можно до некоторой степени игнорировать случайные факторы, поскольку они уже вошли в эти модели в усредненном виде.

Далее различаются методы «продвижения» времени при имитационном моделировании, которые могут быть разделены на методы с периодическим продвижением и продвижением по событиям. При периодическом продвижении каждый автомобиль передвигается через каждый

фиксированный интервал времени Δt , и процесс моделирования переходит к анализу ситуации, происходящей в следующем интервале Δt . При продвижении по событиям время в системе изменяется только в момент, когда происходит какое-либо качественно новое событие, и процесс моделирования продолжается путем розыгрыша появления следующего события.

Теперь рассмотрим организацию памяти в процессе моделирования. Существуют два метода хранения информации об автомобилях в системах имитационного моделирования на ЭВМ.

В первом из них дорога разделяется на блоки достаточной длины и для каждого блока отводится участок памяти. Существование автомобиля (скорость и направление), если он существует в данном блоке, запоминается в участке памяти, соответствующем месту нахождения автомобиля, и движение автомобилей представляется передачей информации между участками памяти. Во втором методе для каждого автомобиля отводится участок памяти, и индивидуальные характеристики автомобиля (место нахождения, скорость), хранятся в участках. Движение автомобилей представляется изменением содержимого участков памяти.

Экспериментальная часть. Имитационная модель скоростной дороги. Моделирование скоростных дорог и других внегородских автомобильных магистралей связано со взаимодействием автомобилей в процессе движения, поэтому в данном случае используется микроскопическая модель. Когда используется физическая модель, то дорога делится на участки протяженностью, равной средней длине автомобиля, и, если игнорируется распределение длин автомобилей, то каждый автомобиль представляется двоичной единицей. Если учитывается длина автомобилей, то дорога разбивается на участки меньшей длины и каждый автомобиль представляется цепочкой единиц. Поскольку автомобили «физической» модели обычно передвигаются на основе простых логических посылок, такая модель не может быть использована для детального исследования.

В математической модели автомобиль, попадающий на дорогу на въезде или в начале дороги (возможно фиктивной), получает идентификационный номер и информация относительно места его нахождения, скорости и т. д. записывается в участок памяти, соответствующий данному номеру. Обгоны автомобилей могут представляться различными способами. Один из них состоит в использовании списочной структуры, в рамках которой вместе с информацией, относящейся к данному автомобилю, заполняются номера

автомобилей, едущих впереди и сзади него. Другой заключается в подготовке перечня номеров автомобилей,

представляющего порядок их следования. «Математическая» модель может быть использована для имитационного моделирования таких сложных ситуаций. Для проведения имитационного моделирования должны быть определены следующие данные: параметры, связанные

с индивидуальными автомобилями: делаемая скорость, тип или размер автомобиля, максимальное ускорение и т. д.; общие характеристики: характеристики следования за лидером,

характеристики обгонов и т. д.; характеристики дороги: число полос, ограничение скорости, знаки, светофоры, расположение въездов и съездов и т. д.

Выводы. Техника имитационного моделирования на ЭВМ позволяет иметь дело с более детальными моделями, чем аналитические методы, и выполнять более безопасные, дешевые и быстрые эксперименты, чем при натурном экспериментировании.

Имитационное моделирование является мощным средством решения проблем, которые невозможно решить аналитически. Оно обладает следующими свойствами:

- возможность выполнения детального анализа явлений и проникновения в сущность

исследуемого процесса, которые невозможны при обычном натурном эксперименте;

- появляется возможность выполнения таких экспериментов, которые невозможно проводить на реальных дорожных сетях, по соображениям, например, безопасности движения;

- появляется возможность прогнозирования и анализа разнообразных ситуаций, которые могут случиться в будущем, но еще не случались на практике;

- долговременные явления и процессы в реальной системе могут быть проанализированы за короткий промежуток времени;

- имитационное моделирование не так дорого, как выполнение натуральных экспериментов;

- возможность оценить важность отдельных параметров, что облегчает создание теоретических моделей;
- улучшается интуитивное восприятие системы при исследовании сложных ситуаций в дорожном движении.

Имитационное моделирование является мощным средством решения проблем, которые невозможно решить аналитически. Реализация такой методологии становится возможной, с одной стороны, вследствие насыщения более содержательными и близкими к объективной реальности математическими моделями, с другой – вследствие совершенствования интерактивных методов работы с моделями проектируемых объектов.

Список литературы

1. Автомобильные дороги. Строительство, ремонт, эксплуатация / Л.Г. Основина и др. - М.: Феникс, 2015. - 496 с.
2.
2. Науменков, Н. К. Постатейный комментарий к Федеральному Закону от 8 ноября 2007 г. № 257-ФЗ "Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты" / Н.К. Науменков. - М.: Деловой двор, 2018. - 448 с.
3. Постатейный комментарий к Федеральному закону в новой редакции "Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности". - Москва: РГГУ, 2015. - 608 с.
4. Рассел, Джесси Классификация автомобильных дорог в России / Джесси Рассел. - М.: VSD, 2016. - 945 с.
5. Садило, М. В. Автомобильные дороги. Строительство и эксплуатация / М.В. Садило, Р.М. Садило. - М.: Феникс, 2018. - 368 с.
6. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения : учебник для вузов / под ред. А.П. Васильева. М. : Транспорт, 1990. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Ч. 1. М. : Транспорт, 1987.
7. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения / под ред. И.И. Леоновича. Минск : Вышэйш. шк., 1988.