

На втором уровне в качестве входных потоков выступают требуемый эффект по конкретному направлению развития и ресурс, выделяемый в соответствующую подсистему транспортной системы (например, подвижной состав и инфраструктурные подсистемы).

Такая постановка задачи формирует основу для реализации процедур инновационного развития с учетом динамики, а параметры требуемого эффекта могут быть отражены в ключевых показателях эффективности.

В практике реализации задач развития региональных транспортных систем охарактеризованная выше модель должна быть максимально детализирована. Так, если в качестве региона рассматривать территориальную единицу страны (область, район, населенный пункт), то в качестве регулятора инвестиций может выступать соответствующий орган исполнительной власти (для Республики Беларусь – областной, районный, городской исполнительный комитет). Естественно, параметры требуемого эффекта при этом изменятся, как и структура модели (на первом уровне приоритет задач развития транспортной системы снизится, а задач реализации региональных эффектов – повысится).

Если детализацию модели увеличивать и далее, то в качестве регулятора инвестиций могут выступать конкретные инвесторы, которые могут иметь интересы в развитии других подсистем экономики региона.

Аналогичны изменения структуры модели при локализации задач развития отдельного вида транспорта, перевозчиков, операторов инфраструктуры. Так, для участников транспортного рынка стран ЕАЭС при реализации условий предоставления равноправного доступа перевозчиков к услугам инфраструктуры приоритет задач развития национального перевозчика и оператора инфраструктуры будет высоким, если координатором инвестиций является Министерство транспорта, и более низким, если координатором являются органы региональной исполнительной власти. В последнем случае регион может получить больший эффект с развитием национального оператора инфраструктуры и перевозчика другого государства ЕАЭС.

Еще бóльшую сложность модели создает специфика источника инвестиционного ресурса. На современном этапе, когда источником внешних инвестиций развития региональной транспортной системы всё чаще становятся представители стран, не состоящих в ЕАЭС, могут существенно возрасти приоритеты задач развития отдельных инфраструктурных проектов, обладающих, естественно, большей инвестиционной привлекательностью. При этом синергетический эффект развития региона или его транспортной системы может оказаться снижен.

По этой причине в методологии развития региональных транспортных систем, обладающих значительной сложностью связей, выбор варианта развития должен базироваться на процедуре оптимизации по критерию, характеризующему синергетический эффект для региона.

УДК 656.22.05

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОБЪЕМА ВИЗУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПОЕЗДНОГО ДИСПЕТЧЕРА

В. Г. КУЗНЕЦОВ, Д. В. ЗАХАРОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В связи с изменением характера работы оперативного персонала Центра управления процессами перевозок (ЦУП) изменилась структура информации, поступающей и перерабатываемой диспетчером, и её распределение.

В системе централизованного управления эксплуатационной работой дороги работа диспетчера связана с потоками информации, данные о которых диспетчер получает в виде информационно-справочной и аналитической информации на мониторе, значений показаний на мнемосхемах и графической модели поездной работы, и передает переработанную и необходимую для полного выяснения поездной ситуации информацию с использованием клавиатуры (и иных устройств ввода), считывает и фиксирует текстовую информацию в диспетчерских журналах, бланках, справках. Информация, которую диспетчер получает через устройства отображения состояния объектов управления и в виде письменных информационных сообщений (информационные макеты, распоряжения и т. д.), считается визуальной.

Информация в теории управления оценивается с помощью статистической теории с позиции меры неопределенности, уменьшаемой при ее получении. В этом случае она не определяет смысл передаваемой информации, т. е. ее семантическое содержание. Основное внимание в статистической теории обращается на распределение вероятностей отдельных квантов сообщений и построение на этой основе некоторых обобщенных характеристик, которые позволяют оценить количество информации в квантах.

Статистическая мера информации позволяет связать вероятность появления каждого информационного сообщения и количество информации.

Расчет зрительной информационной нагрузки может быть выполнен с использованием статистической меры информации.

В ЦУПе управление стрелками и сигналами на станциях и участках осуществляется с помощью диспетчерской централизации. Диспетчер в этом случае визуально фиксирует любое изменение поездного положения мнемосхемы участка. Диспетчерская централизация относится к системе дискретного действия, поскольку состояние любого контролируемого или управляемого объекта дискретно (открыто-закрыто, включено-выключено) и т. д. Изменение состояния контролируемых объектов может происходить как под воздействием на напольные устройства через каналы телесигнализации (визуальная фиксация занятости установленных маршрутов диспетчером, перекрытие сигналов, занятие-освобождение путей и т. д.), так и за счет посылки управляющих команд через каналы телеуправления (визуальная фиксация диспетчером установки маршрутов, открытия сигналов, отмены маршрутов).

С целью количественного подсчета визуальной информации с табло (мнемосхемы) диспетчерской централизации каждое изменение контролируемого объекта рассматривается как событие конечного числа возможных его состояний. Количество такой информации может быть рассчитано по формулам

$$H_B^{\text{ин}} = H_{\text{тс}} + H_{\text{ту}}, \quad (1)$$

или

$$H_B^{\text{ин}} = -\sum_{i=1}^c n \sum_{j=1}^k P(x_j) \log_2 P(x_j) - \sum_{i=1}^y m \sum_{j=1}^k P(x_j) \log_2 P(x_j), \quad (2)$$

где $P(x_j)$ – вероятность состояния контролируемого объекта; c, y – количество контролируемых объектов телесигнализации и телеуправления соответственно; k – число возможных состояний объектов телесигнализации и телеуправления; n, m – число информационных сообщений за сутки с контролируемых объектов телесигнализации и телеуправления, которое пропорционально количеству пар поездов, обращающихся на участке, числу станций и среднему числу информационных сообщений, необходимому для пропуска по станции одной пары поездов.

Количество информации, отражающейся на мнемосхеме,

$$I_i(A) = n \log_2 \frac{X_{\max} - X_{\min}}{2\gamma}, \quad (3)$$

где $I_i(A)$ – количество информации, формируемое комплексом I внешних воздействий; n – количество измеряемых точек контроля; $(X_{\max} - X_{\min})$ – диапазон изменения контролируемых величин; γ – погрешность контроля.

Письменная информация рассчитывается по формуле

$$F_n = m_6 \sum_{i=1}^N p'(i) \log_2 p'(i), \quad (4)$$

где m_6 – число букв в сообщении; N – длина алфавита; $p'(i)$ – вероятность появления буквы.

Для расчетов в качестве единицы измерения можно использовать среднее количество визуальной информации, принимаемой и посылаемой через каналы диспетчерской централизации на один пункт за период изменения состояний деятельности в зависимости от системы диспетчерской централизации.

Пропускная способность сенсорных каналов, по которым человеку поступает визуальная информация, значительна. Органы зрения, например, имеют на два порядка большую пропускную

способность, чем органы слуха. Более 80 % информации, поступающей к диспетчеру, является зрительной. При этом пропускная способность сенсорных каналов не бесконечна, т. к. ограничена сенсорно-моторной деятельностью и потребностью переключения визуального съема информации с одного объекта на другой, а также выполнением иной моторной работы.

Существует методика, которая позволяет аналитически определить количество визуальной информации, перерабатываемой диспетчером. Однако существующая методика определения количества визуальной информации не учитывает неравномерность визуальной информационной загрузки диспетчера в различные периоды времени, риски возникновения нестандартных ситуаций различной сложности и с высокой энтропией процессов. Поэтому целесообразно производить количественную оценку информации, перерабатываемой диспетчером с использованием имитационного моделирования.

Задача может быть решена на основе подробного изучения информационных потоков, поступающих к диспетчеру визуально с учетом всех факторов, влияющих на изменение поступающей информации.

Для решения этой задачи может быть применен метод статистического моделирования, который является одним из самых универсальных математических методов. Его можно применять для расчета систем оперативного управления значительной степени сложности, при любом количестве взаимодействующих элементов и различных ограничениях, которые практически всегда существуют во взаимосвязях между этими элементами.

Для получения достоверных результатов определения визуальной загрузки поездного диспетчера необходимо иметь модель с достаточно высокой степенью детализации, в которой необходимо учитывать:

- размеры движения поездов;
- неравномерность движения поездов по участку и возможные задержки при движении поездов;
- различные скорости движения поездов;
- поступление поездов с других участков;
- время стоянок на станциях;
- технологию работы станций по приему и отправлению и др.

В результате статистического моделирования можно получить комплексный анализ объемов визуальной информации в системе оперативного управления с учетом объемов эксплуатационной работы, особенностей управления движением поездов и технического обеспечения по предоставлению визуальной информации.

УДК 656.2.003

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПУНКТОВ КОММЕРЧЕСКОГО ОСМОТРА НА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Е. В. МАЛИНОВСКИЙ, С. А. ПЕТРАЧКОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Е. Е. РЫБИЦКИЙ

Белорусская железная дорога, г. Минск

Важным элементом, способствующим обеспечению безопасности перевозочного процесса и сохранности перевозимых грузов, является операция коммерческого осмотра на пунктах коммерческого осмотра поездов, вагонов и контейнеров (далее – ПКО), организованных на станциях Белорусской железной дороги. Сегодня, в условиях обострения конкурентной борьбы за грузоотправителя, этим технологическим подразделениям с учетом их роли в обеспечении сохранности перевозимых грузов уделяется значительное внимание.

Анализ выполненных ПКО объемов работы по коммерческому осмотру показал, что максимальные объемы работы по коммерческому осмотру составов в среднем за смену характерны для станций Полоцк, Минск-Сортировочный, Барановичи-Центральные, Гомель, Молодечно, Витебск. Минимальные объемы работы по коммерческому осмотру составов приходятся на станции Орша-Восточная, Кричев, Волковыск-Центральный.