

УДК: 656.256.3:625.162.4.3.013

Е. Н. ТРОЙНИКОВА, канд. экон. наук, доцент кафедры «Финансы»

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, г. Харьков

## СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

*Проблема энергосбережения возникает при оборудовании мест пересечений транспортных потоков в одном уровне. В данной публикации рассматривается статистическая модель, позволяющая определить оптимальное оснащение того или иного места пересечения на основе показателей экономической эффективности*

*Проблема енергозбереження виникає при обладнанні місць перетину транспортних потоків в одному рівні. У даній публікації розглядається статистична модель, що дозволяє визначити оптимальне оснащення того або іншого місця перетину на основі показників економічної ефективності*

### Введение

После 2000 года, энергоёмкость ВВП Украины не только не уменьшилась, но и возросла. В кризис экономика Украины вошла с наибольшим в Европе потреблением газа (до 70 млрд кубометров в год), низкими КПД выработки электроэнергии (менее 23 %) и тепла (менее 80 %), потерями в электрических сетях, доходящими до 26 % [1]. Тем не менее существуют отдельные предприятия разных отраслей, которые планомерно занимаются снижением энергоёмкости производимой продукции (услуг) путем реализации энергосберегающих технологий. Одним из них является железнодорожный транспорт, на производствах которого за время независимости, реализуя крупные инвестиционные энергосберегающие проекты, удалось добиться снижения энергопотребления [1]. На железнодорожном транспорте энергоресурсы используются во всех производственных процессах. Это в первую очередь обеспечение самого перевозочного процесса, поддержание жизнеспособности всей железнодорожной инфраструктуры, производственных и социальных железнодорожных объектов и др.

Доля стоимости энергоносителей в себестоимости железнодорожных перевозок на сегодня составляет 18,2%, при этом по электроэнергии – 8,1 %, по дизтопливу – 9,4 %, по газу – 0,3 %. То есть почти 1/5 всех расходов железной дороги приходится на топливно-энергетическую составляющую. Поэтому в уменьшении потребления именно этих энергоносителей сконцентрирован потенциал для оптимизации и повышения экономической эффективности функционирования железнодорожного транспорта. Учитывая характер и виды используемых энергоресурсов, основной энергосбережения на железнодорожном транспорте является оптимизация потребления печного топлива (энергообеспечение), дизельного топлива (машины и механизмы), электроэнергии (производство, тяга), электроэнергии и дизтоплива (тяга). Основная доля расходов на энергоресурсы приходится на обеспечение тяги подвижного состава – 84–86 % электроэнергии и порядка 90 % дизельного топлива. Именно этим направлениям экономии энергоресурсов отдается приоритетное значение. Наиболее важным фактором экономии энергоресурсов на железнодорожном транспорте является внедрение электрической тяги. Перевод участков на электротягу окупается за 5–6 лет. Переход поездов с дизтоплива на электроэнергию дает экономию ресурсов в 6 раз. Реализация проектов электрификации достаточно капиталоемкая, однако экономический эффект от них дает прибыли в 6 раз больше, чем понесенные на ее реализацию затраты [1].

### Постановка проблемы

Проблема энергосбережения учитывается при оборудовании мест пересечений транспортных потоков в одном уровне. Эти объекты железнодорожной инфраструктуры

относятся к категории особо опасных, потому их оснащение должно быть тщательно обосновано. В публикации рассматривается статистическая модель, позволяющая определить оптимальное оснащение того или иного места пересечения на основе показателей экономической эффективности.

### Основная часть

Основными существующими способами реализации математической модели, и в последствии разрабатываемой на её основе статистической, при исследовании процессов в том числе и транспортных являются:

- аналитический;
- численный;
- способ статистического моделирования.

Использование двух первых способов затруднено по причине зависимости показателей экономической эффективности и исходных данных от множества факторов, имеющих случайный характер, а также из-за отсутствия данных по вновь разработанным и перспективным устройствам ограждения мест пересечений

В связи с этим, интерес представляет способ статистического моделирования, поскольку он позволяет с помощью компьютерных программ воспроизвести процесс транспортного обслуживания с сохранением его логической структуры и временных параметров. Таким образом, этот способ позволяет моделировать процесс в широком диапазоне изменения различных параметров и на основе этого получать, как недостающие статистические данные для моделирования, так и показатели экономической эффективности любых технических средств устройств ограждения, включая перспективные. При построении и оценки прогностической модели невозможно осуществить прямую проверку соответствия модели и оригинала, так как проверка должна относиться к будущим состояниям объекта. В настоящий же момент либо не существует самого объекта (прогнозируемое состояние условий безопасности движения), либо он существует, но не известно, какие изменения могут с ним произойти к заданному моменту времени. В связи с этим для статистического моделирования указанного процесса разработан специальный моделирующий алгоритм, на основе построения структурно-логической схемы, которая отражает основные логические связи между отдельными программными модулями и массивами памяти. В соответствии с задачей исследования необходимо, чтобы была возможность определять показатели экономической эффективности устройств ограждения мест пересечений, для каждого технического устройства в отдельности, и для множества совокупностей технических устройств в соответствии с определённой последовательностью [2]. При использовании алгоритма для моделирования процесса эксплуатации в рассматриваемых местах должна быть предусмотрена возможность задания параметров моделирования в диапазоне их изменений в реальных условиях.

Информационно-логическая схема (рис. 1) содержит структурные элементы следующего назначения:

1. Программный модуль ПМ1 предназначен для ввода исходных данных, необходимых на весь период моделирования, которые вводятся в массив памяти П1.

2. Программный модуль ПМ2 служит для формирования общего потока заявок высшего приоритета (железнодорожных составов, Ж) в течение одной реализации (одних суток). Процедура формирования общего потока заключается в моделировании моментов появления поездов нечётного и чётного направлений и выстраивании их в общую последовательность. Общий поток заявок записывается в массив памяти П2 в виде моментов ( $t_{ж j}^H$ ) появления заявок общего потока.

3. Программный модуль ПМ3 используется для формирования параметров обслуживания общего потока заявок Ж в течение одной реализации. Процедура формирования параметров обслуживания этих заявок заключается в моделировании времени

обслуживания Ж<sub>ж</sub>-ой заявки ( $\tau_{жж}^o$ ) и определения момента окончания её обслуживания ( $t_{жж}^k$ ).

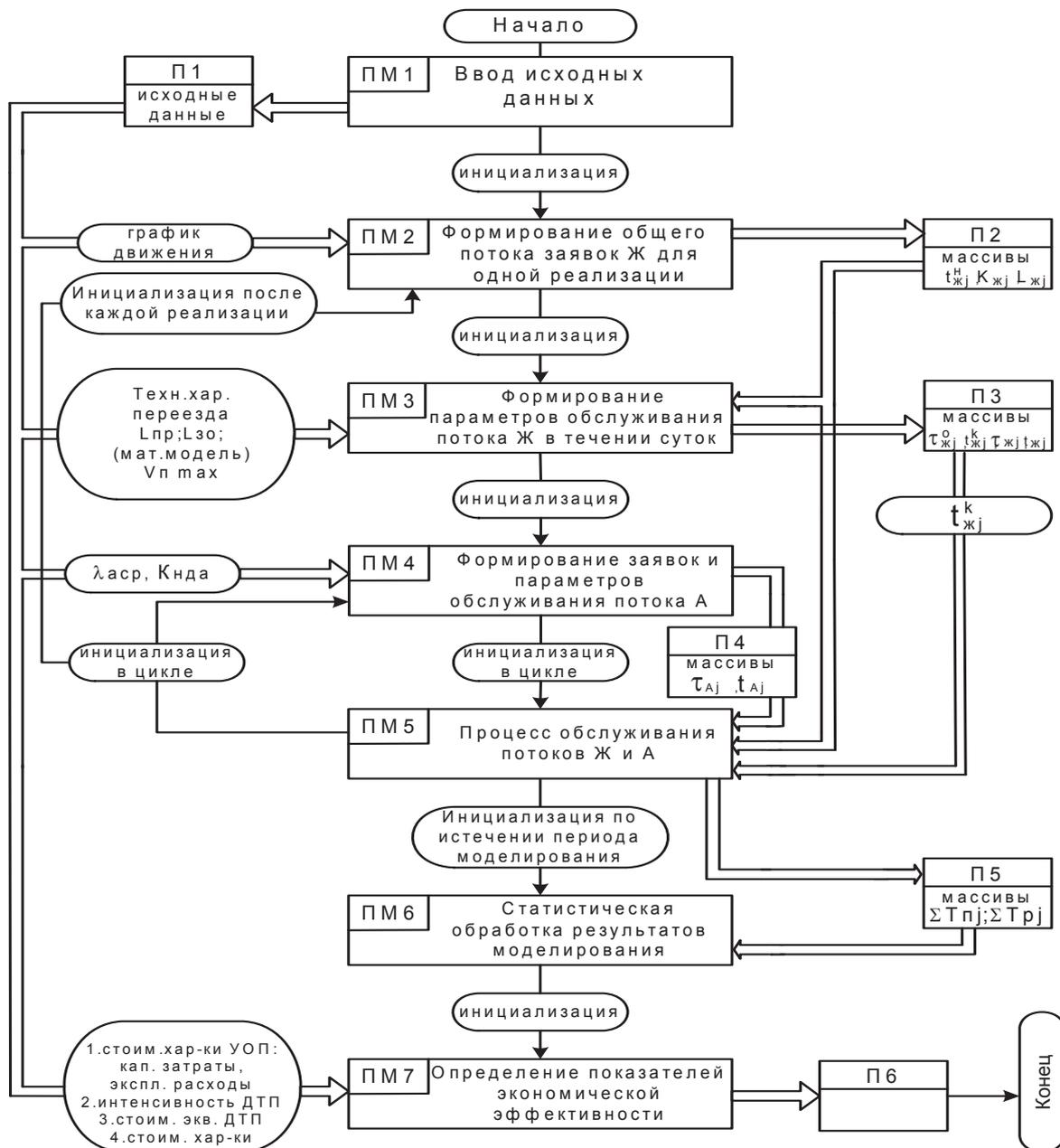


Рис. 1. Информационно-логическая схема

4. Программные модули ПМ4 и ПМ5 служат для моделирования процесса обслуживания заявок низшего приоритета (автомобильный транспорт, А). При этом, программный модуль ПМ4 формирует параметры потока заявок приоритета А: моменты появления А ( $t_{A_i}$ ) и время обслуживания ( $\tau_{A_i}^o$ ), а программный модуль ПМ5 моделирует суммарные потери времени от простоев автотранспорта в условиях очереди заявок приоритета А ( $\sum T_j^A$ ), образовавшейся в виде обслуживания заявки высшего приоритета Ж. Значения  $\sum T_j^A$  суммируется в виде общих потерь времени от простоев автотранспорта в

течение одной реализации ( $\sum T_{IP}^A$ ).

5. Программный модуль ПМ6 предназначен для обработки результатов моделирования процесса транспортного обслуживания методами математической статистики по истечении периода моделирования с целью получения характеристик технико-эксплуатационной эффективности.

6. Программный модуль ПМ7 завершает работу моделирующего алгоритма. На основании характеристик технико-эксплуатационной эффективности модуль ПМ7 определяет показатели экономической эффективности устройств ограждения переезда для заданных условий эксплуатации.

Последовательность работы программных модулей в течение периода моделирования следующая. Перед началом моделирования программный модуль ПМ1 определяет начальные условия и записывает в массив памяти П1 исходные данные на весь период моделирования. После завершения работы, ПМ1 инициализирует программный модуль ПМ2, который выполнив свою программу и записав результаты в П2, инициализирует ПМ3. Программный модуль ПМ3 завершает работу по формированию и записи параметров потока заявок высшего приоритета для первой реализации и инициализирует ПМ 4. Программные модули ПМ2 и ПМ3 работают в указанной последовательности циклически – каждый раз после завершения моделирования модулями ПМ4 и ПМ5 процесса транспортного обслуживания на переезде в течение очередных суток (очередной реализации). В процессе реализации сначала работает программный модуль ПМ4, а затем инициализируется и работает ПМ5. Число циклов работы программных модулей ПМ4 и ПМ5 в каждой реализации определяется числом заявок на обслуживание потока низшего приоритета (А) в этой реализации. После выполнения последнего цикла работы последней реализации, модуль ПМ5 инициализирует программный модуль ПМ6. Последний производит статистическую обработку результатов моделирования процесса эксплуатации переезда и инициализирует модуль ПМ7. Программный модуль ПМ7 определяет требуемые показатели экономической эффективности и завершает работу алгоритма.

### Выводы

Данная статистическая модель, позволяет определять оптимальное наличие устройств ограждения в местах пересечений транспортных потоков на основе максимальных значений показателей экономической эффективности, таких как годовой экономический эффект и индекс доходности. В алгоритме расчёта годового экономического эффекта заложена энергосоставляющая, которая влияет на величину экономического эффекта.

### Список литературы

1. [http://www.mcg.com.ua/news/press/Energoseberezhenie\\_%E2%80%93\\_osnova\\_postroeniya\\_effektivnoy\\_transportnoy\\_sistemi\\_gosudarstva\\_v\\_postkrisisniy\\_period.html](http://www.mcg.com.ua/news/press/Energoseberezhenie_%E2%80%93_osnova_postroeniya_effektivnoy_transportnoy_sistemi_gosudarstva_v_postkrisisniy_period.html)
2. Тройникова Е.Н. Экономически критерий выбора технических средств безопасности в местах пересечения транспортных потоков. Изд. Харьков. – 2005.– 138 с.

## STATISTICAL MODELLING IN THE IMPLEMENTATION OF ENERGY SAVING MEASURES

E. N. TROINIKOVA, Cand. Ekon. Scie.

*The problem of energy-savings is taken into account at the equipment of places of crossings of transport streams in to one the level. A statistical model, allowing to define the optimum equipment of one or another place of crossing on the basis of indexes of economic efficiency, is examined in this publication*

Поступила в редакцию 12. 05 2011 г.