

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

Надано опис можливостей розроблених обчислювальних засобів та їх використання для статистичного аналізу даних експлуатації рухомого складу

Дано описание возможностей разработанных вычислительных средств и их использование для статистического анализа данных эксплуатации подвижного состава.

The description of possibilities of the developed computer systems and their use for the statistic analysis of data of operation of the rolling stock is given.

### **Постановка проблемы**

Эффективная эксплуатация подвижного состава (ПС) в первую очередь обеспечивается его надежной работой. Рациональная конструкция, оптимальные параметры деталей и узлов локомотивов задаются еще при проектировании, т.е. на этапе его создания. Проведение испытаний позволяет внести свои коррективы и, после доведения характеристик до требуемых значений, локомотив готов к эксплуатации. С этого момента его техническое состояние и надежность попадают под влияние целой системы факторов, которые изменяют это состояние и как следствие снижают надежность. Эти изменения выражаются в отклонении значений параметров от заданных, то есть необходимых для эффективного функционирования.

Таким образом, отказ рассматривается как результат постепенного изменения характеристик до критических. Отсюда определяется место диагностике как рациональной форме предупреждения отказов. Диагностика состоит в установлении и изучении признаков характеризующих состояние машин и механизмов. Но, кроме технической диагностики, которая предполагает применение высокоточных дорогостоящих приборов, целесообразно проводить анализ рабочих характеристик, полученных непосредственно в процессе эксплуатации. Тем более что большинство технических систем диагностики позволяет лишь фиксировать определенные параметры, не отображая результат о состоянии объекта диагностирования.

Работа локомотивов характеризуется огромным количеством параметров, которые постоянно изменяются во времени. Поэтому для возможности их адекватной оценки необходима статистическая обработка, по результатам ко-

торой проводится анализ. Применение прикладных программ позволяет автоматизировать и повысить эффективность такой работы.

### **Анализ работ по данному направлению**

В наше время появилось достаточное количество компьютерных программ, которые можно использовать для обработки интересующих нас данных. Большинство из них рассчитаны на широкого пользователя и применимы практически во всех сферах научного и инженерного дела. Но эта универсальность составляет определенную сложность их применения для конкретных задач.

В описаниях таких продуктов, как MathCad, Excel, Statistica приводится достаточный перечень функций и надстроек, которые базируются на методах математической статистики и теории вероятностей [1 – 3]. Исходя из этих возможностей, необходимо создавать программные продукты прикладного характера для автоматизации расчетов и анализа данных при эксплуатации и испытании ПС.

### **Основной материал**

Данные, полученные в ходе испытаний или в эксплуатации, представляют собой определенный массив значений, имеющих случайный характер. В ряде случаев возникает необходимость в установлении закономерностей в распределении этих значений, чтобы в дальнейшем при анализе сопоставить их с условиями испытаний (эксплуатации). В таких случаях возникают две основные задачи: определение вида вероятностного закона, которому подчиняется исследуемый процесс, т.е. аппроксимация экспериментальной информации каким-

либо законом распределения, и проверка пригодности, т.е. адекватности этого закона экспериментальным данным.

Алгоритм реализации этих задач представлен на рис. 1.

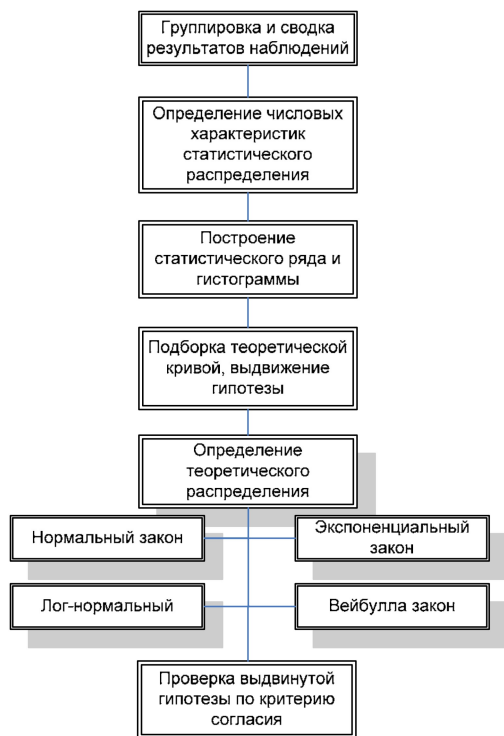


Рис. 1. Алгоритм определения вероятностного закона распределения

В результате программа выдает значения основных характеристик распределения исследуемой выборки.

Построение гистограммы производится с учетом рассчитанных величин интервалов группирования. Далее производится расчет меры расхождения  $\chi^2$  и число степеней свободы, на основании чего по критерию согласия определяется вероятность согласованности эмпирического распределения принятому теоретическому.

Так, для данных, полученных в ходе испытаний электронных регуляторов, была произведена статистическая обработка с получением основных параметров и вероятностного закона распределения. Данные представляли собой массив значений удельных расходов топлива на единицу работы локомотивами за единицу времени эксплуатации.

В результате были просчитаны значения среднего расхода топлива за период наблюде-

ний, который составил  $25,9 \text{ кг}/10^4 \text{ т-км}$ , дисперсия – 0,32, коэффициент вариации – 0,12. По виду распределения, представленного на рис. 2, выдвинута гипотеза о лог-нормальном законе распределения и получена мера расхождения, составляющая 4,56 по критерию Пирсона и 0,2 по критерию Романовского.

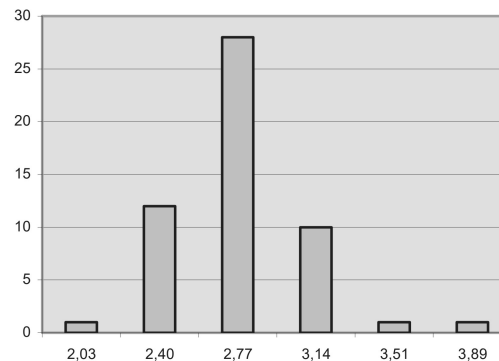


Рис. 2. Плотность распределения значений расхода топлива

## Выводы

1. Разработана модель определения закона распределения данных эксплуатации и испытания ПС, которая является составляющей программного комплекса по определению характеристик и систем обслуживания локомотивов.

2. Получены результаты обработки данных расхода топлива тепловозами с электронным регулятором дизеля.

3. Подтверждена необходимость создания комплекса прикладных программ для анализа данных эксплуатации и испытания ПС.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калугина, О. Б. Работа с электронными таблицами Microsoft Office Excel 2003 [Текст] / О. Б. Калугина, В. С. Люцарев. – М.: Интернет-ун-т информ. техн., 2006. – 222 с.
2. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст]. – изд. 6-е, стер. / В. Е. Гмурман. – М.: Высш. шк., 1997. – 479 с.
3. Херхагер, М. MathCad 2000: полное руководство [Текст] / М. Херхагер, Х. Партоллер. – 1999. – 412 с.

Поступила в редколлегию 25.11.2008.