

А.Ю. Любавский

(Академия ГПС МЧС России; e-mail: nelezopassno@mail.ru)

О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДОВ ЭКОНОМЕТРИКИ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ НАДЁЖНОСТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Предлагается применить методы эконометрики, совместно с классическими методами оценки надёжности, для комплексной оценки надёжности вычислительных систем. Материал может быть полезен при решении проблем техносферной безопасности.

Ключевые слова: надёжность, производительность.

A.Yu. Lyubavsky

ABOUT APPLICATION OF METHODS OF ECONOMETRICS FOR THE COMPLEX ASSESSMENT OF RELIABILITY COMPUTING SYSTEMS

It is proposed to apply the methods of econometrics in conjunction with classical methods of reliability evaluation of integrated assessment of the reliability of computing systems. The material can be helpful in solving the problems of technosphere safety.

Key words: reliability, production rate.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 3 декабря 2014 г.

Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП) начали широко применяться с появлением первых микропроцессоров и вычислительных систем. С развитием вычислительной техники и программных комплексов и систем поддержки принятия решений роль человека-оператора в АСУТП свелась к минимальной – выбору одного из предлагаемых вычислительной системой сценариев с использованием программных диалоговых форм.

Поэтому задачи по обеспечению надёжности функционирования АСУТП продолжают оставаться актуальными.

Автором разработана методика самодиагностики вычислительной системы, анализа накапливаемых данных, прогноза отказов системы, формирования решений для человека-оператора по снижению вероятностей отказов.

Как известно, большая часть вычислительных систем строится на классических принципах Фон-Неймана. Фон-Неймановские принципы позволяют вычислительным системам быть более доступными, минимизировать время при ремонте и обслуживании. Вместе с тем, современные вычислительные системы по-прежнему строятся на базе логических элементов, которые стали лишь более компактными.

Проведём параллель между производительностью вычислительной системы и её надёжностью. При снижении производительности вычислительной системы, ввиду сбоя одного из её узлов, нагрузка на работоспособные узлы увеличивается, рабочая температура узлов повышается. Возможно и другое утверждение: при повышении температуры воздуха, при которой функционирует вычислительная система, несмотря на стабильное функционирование всех узлов, производительность понижается.

Ранее в статье [1] приводился метод, позволяющий прогнозировать отказ вычислительной системы путём анализа времени наработки на отказ в зависимости от температуры воздуха, при которой функционируют узлы вычислительной системы. Данный метод позволяет лишь частично прогнозировать отказ вычислительной системы, только исходя из наработки узлов, фактически констатируя возможность отказа через расчётный промежуток времени.

Следует отметить, что разрабатываемая вычислительная система не должна быть ресурсоёмкой, поэтому необходим рациональный и минимальный набор вычислительных методов. В статье [1] в основу была положена теория распределения Вейбула, так как процессы, связанные с повышением температуры функционирования вычислительной системы, случайны. Проанализировав процессы изменения производительности вычислительных систем, автор заметил, что данные процессы носят случайный характер, что в эконометрике для прогнозирования сезонных колебаний существует обширный набор методов моделирования [5]. Ниже будет показано использование аддитивной и мультипликативной моделей временного ряда. Выбор связан с необходимостью прогнозирования данных. Метод моделирования временных рядов является наиболее подходящим по причине:

- данных, характеризующих один объект за ряд последовательных моментов (периодов) времени;
- прогнозирование применимо к любым систематическим колебаниям;
- цикл колебаний может изменяться (как в большую, так и в меньшую сторону);
- величина сезона может быть различной и колебаться от одной недели до десяти лет и более;
- применение полиномиального тренда, вместо линейного, позволяет значительно сократить ошибку модели;
- метод даёт хорошую аппроксимацию.

Блок-схема системы поддержки принятия решения для ежедневной оценки и принятия решения по повышению надёжности представлена на рис. 1.

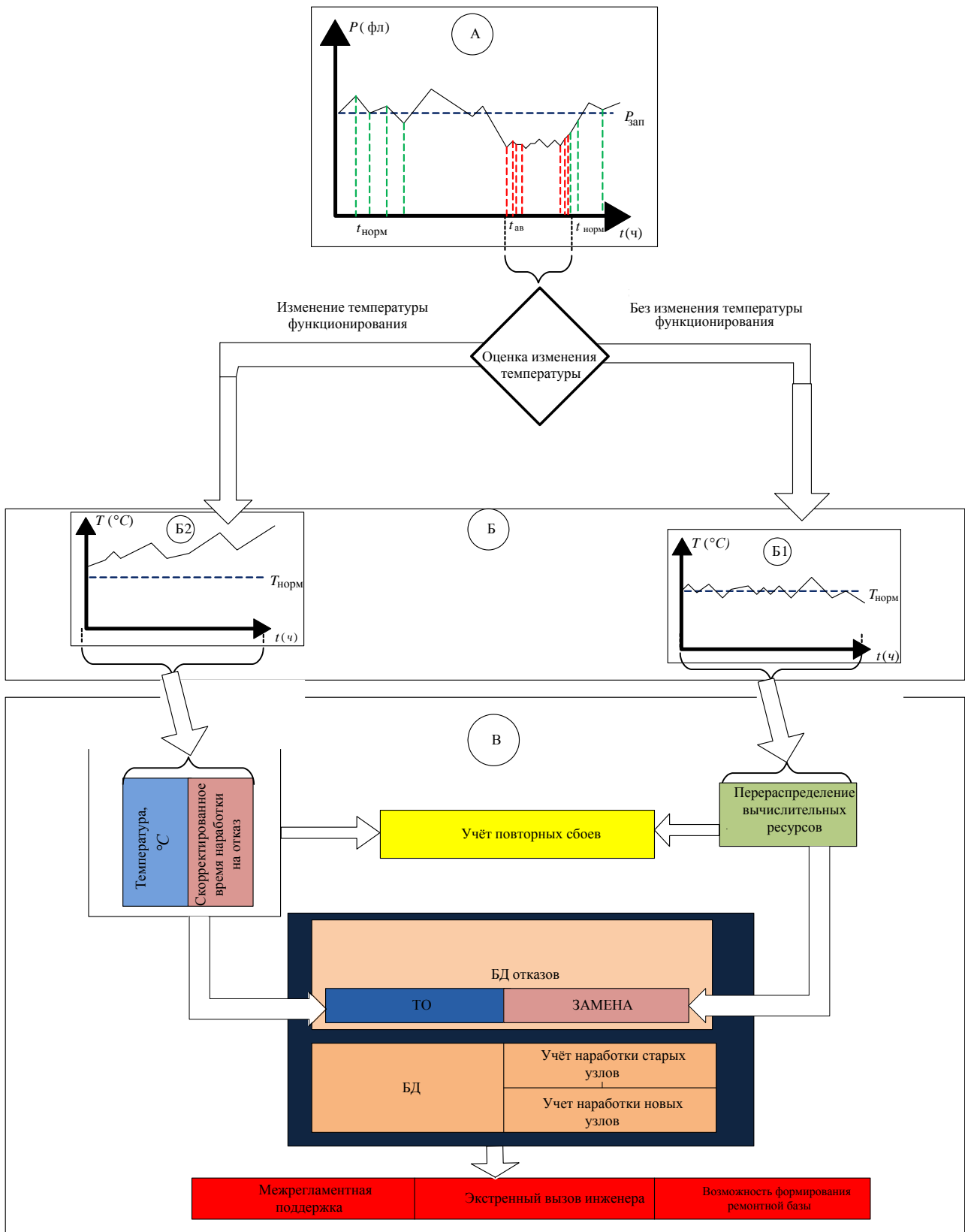


Рис. 1. Блок-схема системы поддержки принятия решения для ежедневной оценки и принятия решения по повышению надёжности

На рис. 1: "А" – блок оценки производительности ключевых узлов вычислительной машины;

P – шкала учёта производительности узлов;

$P_{\text{зап}}$ – производительность узлов на начальном этапе запуска модуля;

$t_{\text{норм}}$ – временные интервалы мониторинга производительности при минимальном отклонении от производительности;

$t_{\text{ав}}$ – временные интервалы мониторинга производительности при резком отклонении от показателей производительности на начальном этапе запуска.

Модуль "Б" запускается в момент резкого снижения производительности. Содержит в себе два модуля оценки температурных показателей с различными сценариями перехода к модулю поддержки решения оператора "В". В случае сценария "Б1" система не фиксирует резких изменений температуры узлов, что позволяет сделать вывод об отказе (как полном так и временном). Происходит перераспределение вычислительных ресурсов. В случае запуска сценария "Б2" при резком изменении температуры производится комплексная оценка температуры всех функционирующих узлов. В случае повышения температуры функционирования всех узлов, производится оценка наработки на отказ.

Модуль "В" включается при отработке одного из сценариев блока "Б". Данный модуль производит оценку наработки на отказ, либо перераспределяет вычислительные ресурсы. При изменении температуры узел заносится в базу данных с пометкой о необходимости технического обслуживания, при отказе без изменения температуры узел выключается из общей вычислительной системы и заносится в раздел базы данных узлов на замену. Кроме того модель производит учёт наработки на отказ как вновь установленных узлов, так и узлов, прошедших техническое обслуживание без замены.

Построение временного ряда происходит в каждом блоке только в случае отклонения анализируемого параметра от заданных нормальных показателей функционирования. Далее производится нахождение значения тренда и значения прогноза на следующий период. Впоследствии база реальных значений в процессе работы модели расширяется и значения прогноза на следующий период заменяется значениями тренда на текущий период. Таким образом, предлагаемая модель, с течением времени "самосовершенствуется" непрерывным обновлением показателей.

Описанный выше подход к оценке надёжности системы с последующим формированием решения для человека-оператора отрабатывается по следующему алгоритму:

1. Нахождение итога за период колебаний при отклонении от нормы.
2. Расчёт скользящих средних.
3. Нахождение центрированных скользящих средних.
4. Оценка сезонной компоненты.

5. Подведение итогов за n -й период и за все время функционирования вычислительной системы.
6. Расчёт средней оценки сезонной компоненты.
7. В случае нулевого значения сезонной компоненты, определение корректирующего коэффициента.
8. Исключение влияния сезонной компоненты.
9. Выстраивание линейного тренда по полученному ряду.
10. Нахождение значений уровней ряда.
11. Расчёт ошибок.
12. Возведение в квадрат абсолютных ошибок.
13. Для оценки ошибки качества модели суммирование квадратов ошибок.
14. Выведение компоненты общей оценки качества.
15. Получение прогноза, оценивающего общую вариацию уровней.

Отметим, что для блока "А" при построении тренда следует исключать сезонную компоненту. Кроме того, при построении трендов при отклонении одного из показателей от нормы присущи несколько типов сезонов. При формировании отчета и прогноза в межрегламентные периоды прогноз формируется ежемесячно и сезон будет составлять 4 недели, для годового прогноза сезон будет составлять 4 квартала. Предлагаемая модель будет функционировать в соответствии с нормами регламентов обслуживания, установленными на предприятии.

Блок-схема алгоритма работы прогнозирующей системы приведена на рис. 2.

Предлагаемая авторами методика позволяет:

1. Производить мониторинг производительности и надёжности вычислительной системы.
2. Используя предлагаемые методы и модели делать прогноз отказа вычислительной системы.
3. Используя полученные ранее закономерности модель обрабатывает только один сценарий при отказе, либо перераспределяя вычислительные ресурсы, либо оценивает возможный отказ, уведомляя об этом человека-оператора.
4. Интеграция модели с базой знаний позволит с каждым новым отказом повышать точность прогноза, сведя количество отказов к минимуму.
5. Формирование базы знаний со статистикой отказов узлов вычислительной системы и их причин позволит, во-первых, формировать готовое решение по повышению производительности и надёжности системы, во-вторых, сформировать ежегодное техническое задание на рациональную модернизацию и техническое обслуживание вычислительной системы.

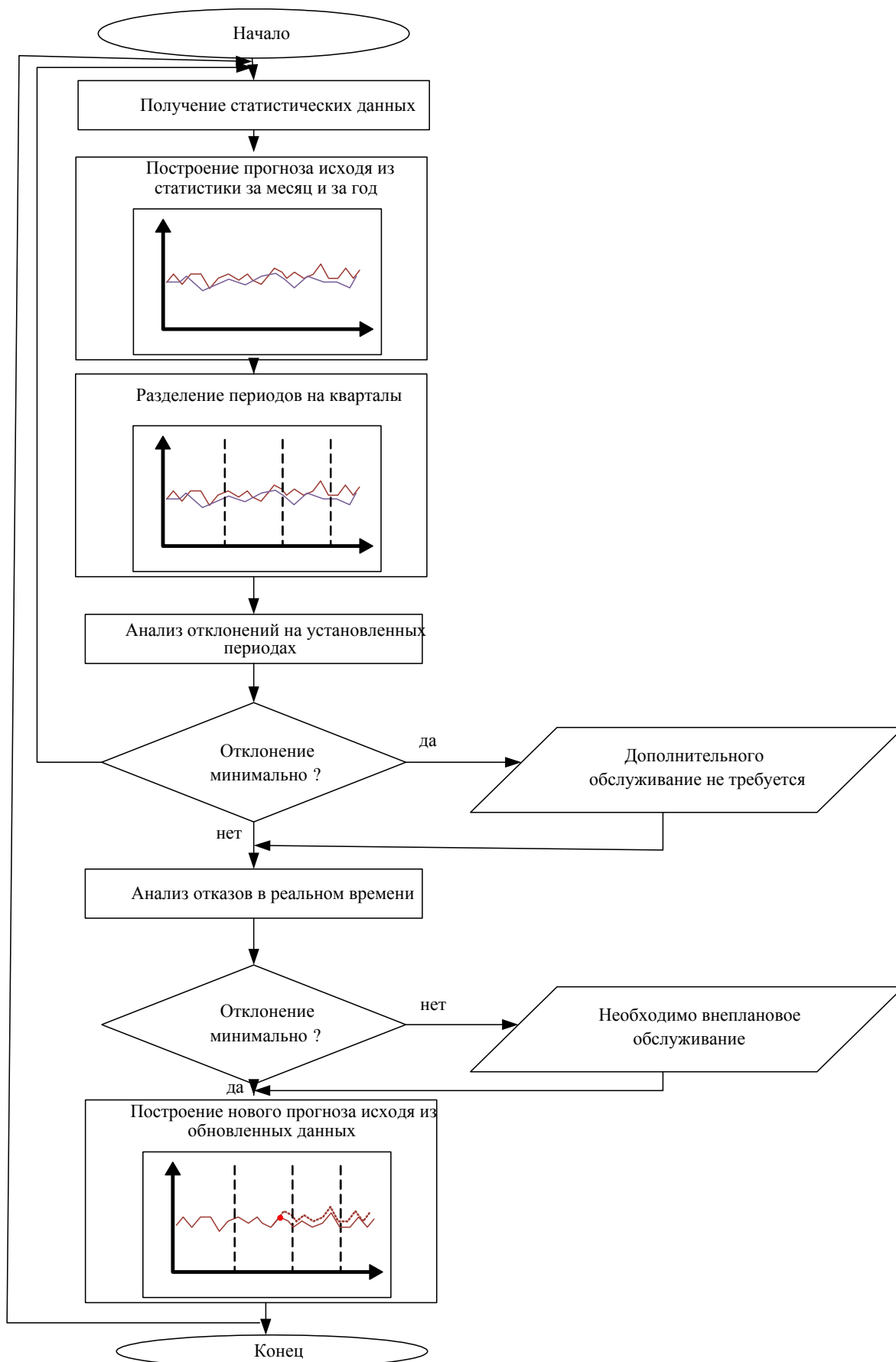


Рис. 2. Блок-схема алгоритма прогнозирования и планирования обслуживания вычислительной системы

Литература

1. **Бутузов С.Ю., Баскаков С.В., Любавский А.Ю.** Статистический анализ времени наработки на отказ накопителей информации автоматизированных систем управления // Вестник Воронежского государственного технического университета. Том 9. Воронеж: ВГТУ, 2013. С. 63-65.
2. **Бабурин В.В., Буй С.Х.** Оценка надёжности автоматической установки пожаротушения на этапе проектирования // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2013. № 1. С. 14-17.
3. **Фёдоров А.В., Семериков А.В.** Интеграция автоматизированной системы управления противопожарной защитой нефтеперерабатывающих производств // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2011. № 1. С. 50-54.
4. **Прус Ю.В., Битуев Б.Ж., Шаповалов В.М., Сомов С.А.** Информационно-технологическая база реинжиниринга и контроллинга в системе управления при ликвидации ЧС // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2010. № 1. С. 83-85.
5. **Эконометрика:** учебник / Под ред. Елисеевой И.И. М.: Финансы и статистика, 2002. 344 с.