

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ САМОПОДОБИЯ СЕТЕВОГО ТРАФИКА*Трофименко Е.Г.*

Всерьез о проблеме самоподобного телетрафика заговорили, пожалуй, с момента публикации группой американских исследователей основополагающей работы [1] в которой говорилось о «необычном» поведении сетевого трафика и неадекватности оценки агрегированного сетевого трафика как простейшего потока (Пуассоновского процесса), который не обладает памятью. Вместо этого, для описания сетевого трафика было предложено использовать фрактальные процессы, которые к тому времени уже были известны. В технической литературе вместо термина «фрактальность» зачастую используют слово «самоподобность» – перевод с английского «*self-similarity*».

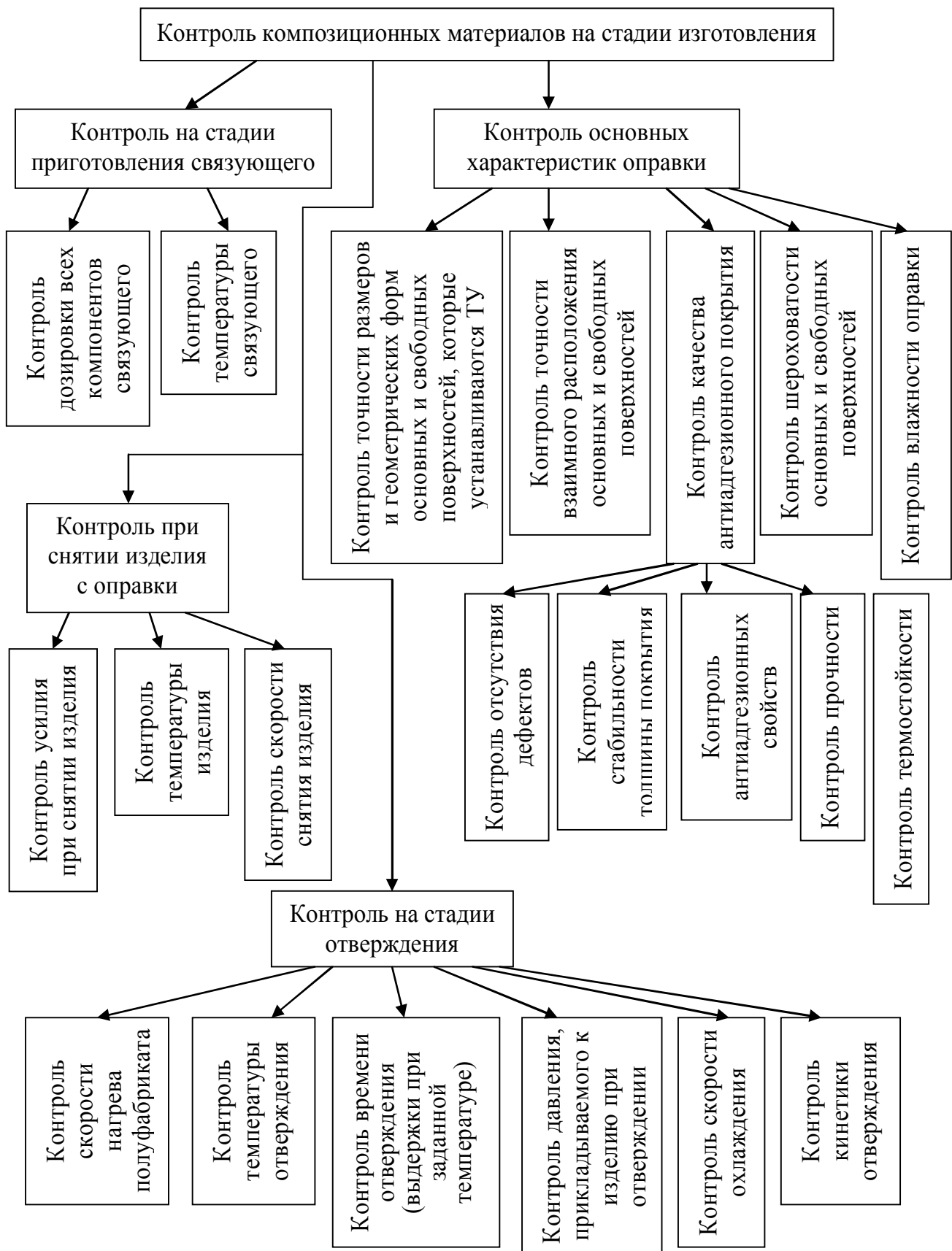


Рис. 1. Параметры, контролируемые на стадии изготовления.

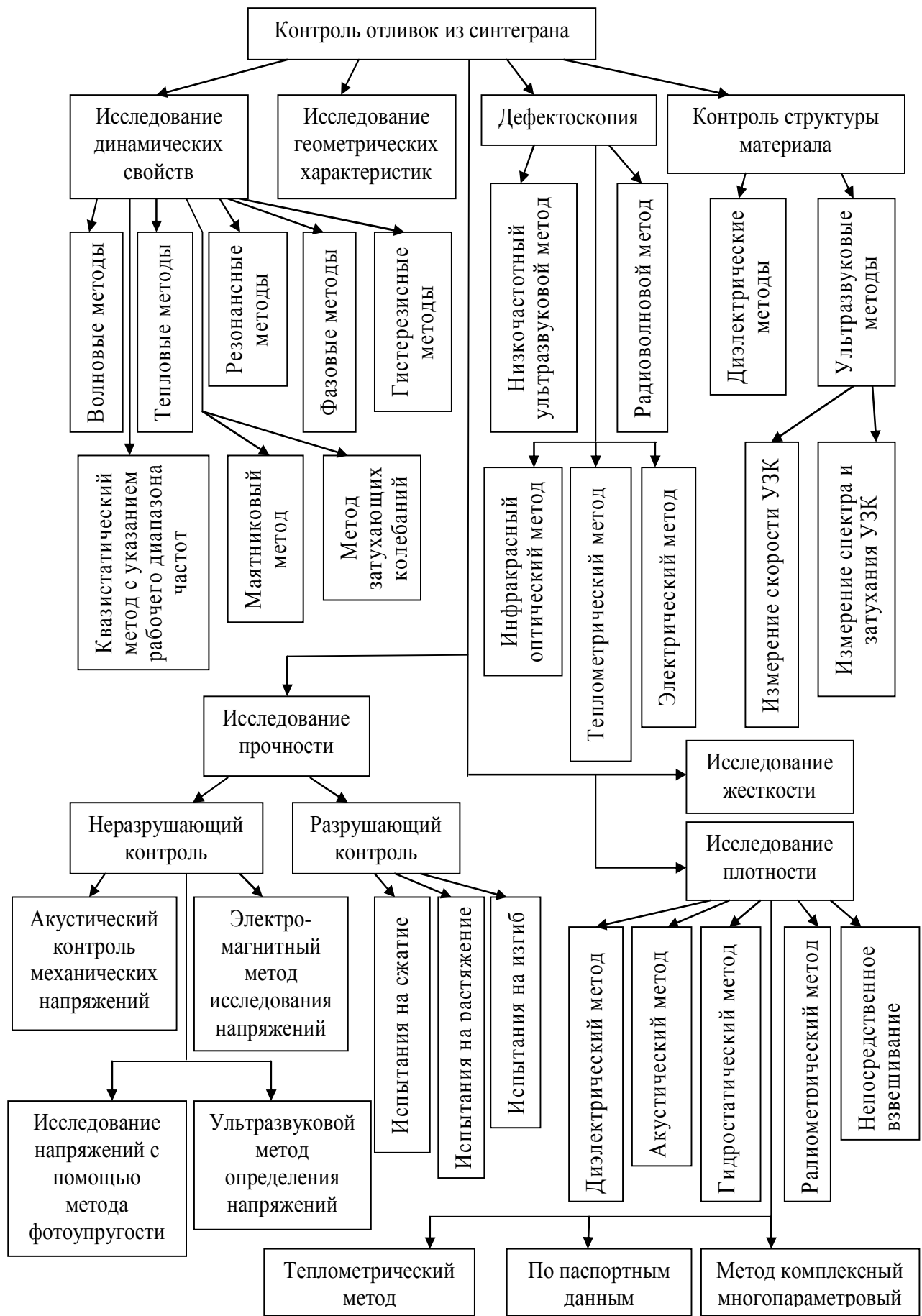


Рис. 2. Методы контроля параметров отливок из синтеграна.

Когда мы говорим о сетевом трафике, то под самоподобием подразумевается повторяемость распределения нагрузки во времени при различных масштабах. Это означает, что если мы нарисуем график зависимости плотности информационного потока от времени, взяв за единицу измерения секунду, минуту, час и так далее, то каждый раз получим практически одинаковые диаграммы. На языке математики это звучит следующим образом. Если набор значений самоподобной функции (т.е. проявляющей признаки самокорреляции) разделить на равные группы, а затем просуммировать значения внутри групп, то набор сумм будет подчиняться той же самой корреляционной функции, что и исходные данные.

Вначале эту особенность удалось заметить в сетях *Ethernet*. После того как данный феномен был доказан, множество исследователей занялись проблемой самоподобия сетевого трафика [2]. Например, сразу после изобретения WWW появились публикации и на тему повторяемости трафика в этой системе. Удалось определить, что возможная причина такого странного эффекта – в особенностях распределения файлов по серверам, их размерах, а также в типичном поведении пользователей [3].

Заведомо не проявляющий признаков самоподобия трафик, пройдя через стек протоколов TCP/IP, модулируется последним и превращается в самый настоящий «сетевой фрактал». Одно из определений имеет такой вид: «трафик проявляет фрактальные свойства, когда некоторые из его оцененных статистических характеристик проявляют степенную зависимость в широком временном или частотном диапазонах» [4]. Однако если цветные фракталы Мандельброта и Жюли, размещенные на глянцевых страницах популярных изданий, радуют глаз, то скрытые от наших органов чувств самоподобные сетевые потоки, в буквальном смысле пожирающие полезные данные, не представляют собой ничего приятного.

Современные сети на базе TCP/IP, хотя и построены на основе принципа «усреднения» трафика, но склонны к проявлению мощных пиковых выбросов. Такие своеобразные, локализованные во времени «столпотворения» (*congestions*) вызывают значительные потери пакетов, даже когда суммарная потребность всех потоков далека от максимально допустимых значений. Итак, автокорреляция во времени непосредственно сказывается на эффективности использования пропускной способности сетей.

Количество работ в этом направлении измеряется уже десятками тысяч и по-прежнему неуклонно растет, что само за себя говорит об актуальности проблемы. В основе такой популярности, по-видимому, лежат как минимум два простых факта:

- неприменимость к современным сетям методов расчетов и концепций существующей теории телетрафика;
- неэффективность передачи самоподобного телетрафика по существующим сетям вследствие значительных перегрузок (даже при низких уровнях загрузки) и низком суммарном коэффициенте использования пропускной способности (полосы) каналов.

Тем не менее, несмотря на повышенный интерес к проблеме самоподобия трафика, а также огромное количество опубликованных работ, по-прежнему в этой области остается множество вопросов и нерешенных задач. Альтернатива существует уже достаточно длительное время с приходом беспроводной широкополосной связи.

Литература

1. On the self-similar nature of ethernet traffic (extended version) W.E.Leland, M.S.Taqqu, W.Willinger, and D.V.Wilson., IEEE/ACM Transactions of Networking, 2(1): 1 – 15, 1993.
2. Треногин Н.Г., Соколов Д.Е. Фрактальные свойства сетевого трафика в клиент-серверной информационной системе // Вестник НИИ СУВПТ. – Новосибирск, 2003. –

С.163 – 172.

3. Крылов В.В., Самохвалова С.С. Теория телетрафика и ее приложения. – СПб.: ВНУ, 2005.

4. Шелухин О.И., Тенякшев А.М., Осин А.В. Фрактальные процессы в телекоммуникациях. – М.: Радиотехника, 2003. – 480 с.