

Возврат изделий потребителями как поток событий

Олег Захаров

olgezaharov@yandex.ru

Один из самых неприятных моментов для любого производителя — возврат потребителями изделий, успешно прошедших приемо-сдаточные испытания в условиях предприятия.

В настоящее время практически только автомобильные заводы широко информируют потребителей о причинах возврата и количестве возвращенных (отозванных) автомобилей [1]. Эксперты прогнозируют, что масштабы отзывных кампаний будут только расти из-за ужесточения позиции регуляторов и усложнения технологий производства, при которых одни и те же компоненты используются по всему модельному ряду.

Например, согласно сообщениям [2], концерн Toyota, выпуская за год около 10 млн автомобилей, отзывает 885 тысяч машин, изготовленных в 2011 и 2012 годах, что составляет 4,17% от общего объема продукции за это время.

Понятно, что чем больше объем выпуска изделия, тем более масштабным может стать их возврат даже из-за одной-единственной тиражированной ошибки производителя.

Для исключения таких «отзывных» кампаний предприятия должны самым тщательным образом контролировать возврат потребителем каждого изделия.

Причины возврата изделий

Диаграмма, показывающая динамику возвращенных изделий в 2009–2013 годах, приведена на рис. 1.

Количество возвращенных изделий оставалось неизменным в 2009 и 2010 годах, в 2011-м отмечено

Введение

снижение количества возвращенных изделий на 22%, а в 2012 и 2013 годах — увеличение числа возвращенных изделий на 10 и 15% соответственно.

При исследовании возвращенных изделий на предприятии выделяют для простоты и удобства три причины возврата:

- по вине изготовителя (в том числе из-за отказа электронных компонентов, поставляемых контрагентами);
- по вине эксплуатирующего предприятия (ЭП);
- необоснованный возврат.

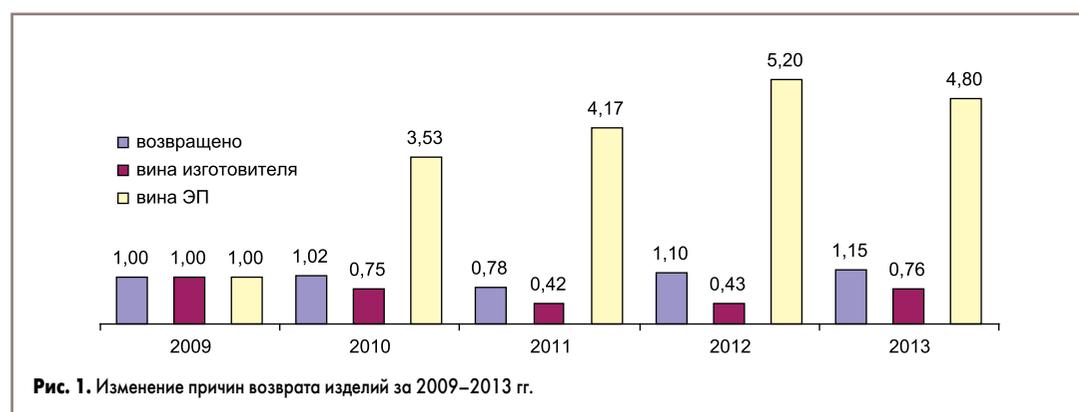
Изделие считают возвращенным необоснованно, если при проверке в условиях предприятия-изготовителя оно оказывается соответствующим требованиям, установленным в технической документации.

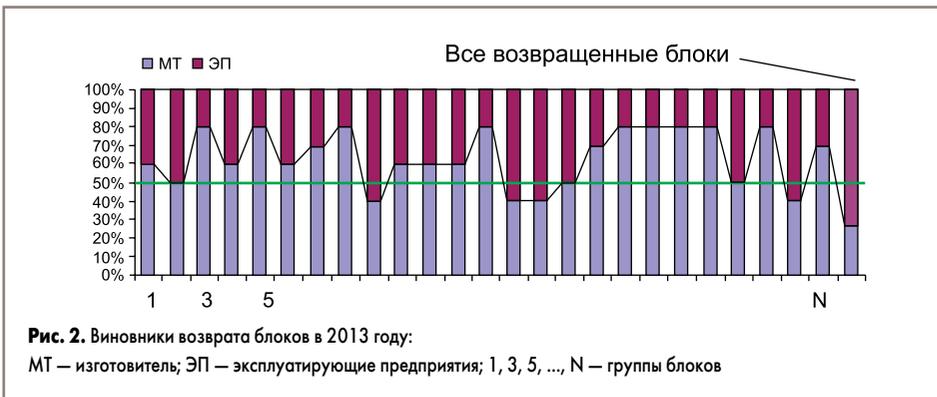
Такая классификация разделяет весь поток возвращенных изделий на несколько групп, позволяет оценить их характеристики и объективно решает вопрос о том, кто должен возмещать затраты, понесенные предприятием-изготовителем из-за:

- необоснованного возврата изделий эксплуатирующим предприятием;
- возврата изделий, поврежденных эксплуатирующим предприятием.

В 2013 году при анализе таких причин было установлено, что по вине изготовителя возвращено в среднем 40% изделий, а возврат остальных 60% произошел по вине эксплуатирующих предприятий (рис. 2, правый столбик «Все возвращенные блоки»).

Все возвращенные в 2013 году блоки разделены на N групп, составленных из одинакового количества блоков. Для каждой из групп определены доли возврата по вине изготовителя и по вине эксплуатирующего предприятия.





Время от отгрузки до возврата изделий

При анализе причин возврата прежде всего устанавливают время, прошедшее от даты отгрузки изделия до его возврата предприятию-изготовителю (рис. 3). Данная диаграмма составлена для всех возвращенных в 2013 году изделий без учета их типа и исполнения.

Согласно принятой на предприятии практике гарантийный срок на изделие в общем случае отсчитывается от даты его отгрузки. При известной дате ввода изделия в эксплуатацию гарантийный срок начинается с этой даты. В любом случае гарантийный срок не превышает 3,5 года от даты отгрузки.

При исследовании причин возврата установлено, что в 2013 году для 68% возвращенных изделий от даты отгрузки до даты возврата прошло не более 30 месяцев.

Остальные 32% процента изделий были возвращены после истечения гарантийного срока.

Наработка возвращенных изделий

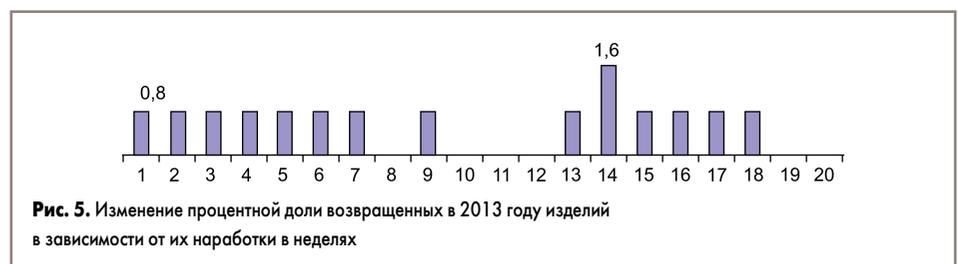
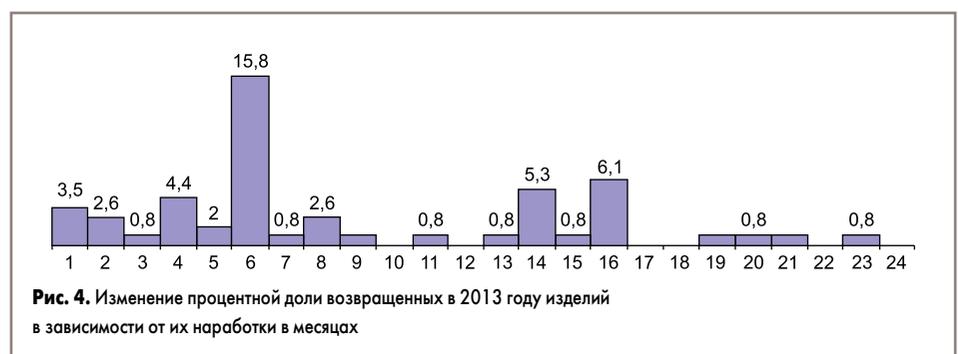
Важной временной характеристикой возвращенных изделий является их наработка (время, прошедшее от даты ввода в эксплуатацию до даты возвращения).

Отметим, что 53% изделий, возвращенных в 2013 году, имели нулевую наработку, то есть замечания по их работе, послужившие основанием (здесь лучше сказать: поводом) для возвращения, возникли во время его настройки на объекте или в лаборатории эксплуатирующей организации. Еще для 20% возвращенных изделий получить от эксплуатирующей организации достоверную информацию о наработке оказалось невозможным. Около 3,5%

возвращенных в 2013 году изделий имеют наработку, не превышающую 1 месяц, а время, прошедшее от даты отгрузки этих изделий до их возвращения, находится в диапазоне от 6 до 30 месяцев.

В то же время 8,7% возвращенной в 2013 году продукции проработало до возврата на предприятие не менее 75 месяцев, а 3,7% — не менее 96 месяцев. Процентное распределение количества возвращенных в 2013 году изделий, наработка которых находится в диапазоне от 1 до 24 месяцев, показано на рис. 4.

«Собирание» в одну группу изделий, наработка которых находится в интервале от начала одного месяца до конца другого, создает ложную картину изменения числа возвра-



щенных продуктов во времени. Если выбрать другой масштаб по оси времени, например 1 неделя вместо 1 месяца, оказывается, что в среднем в неделю поступает не более 2% от всех возвращенных в рассматриваемом году изделий (рис. 5).

Сравнивая диаграммы, приведенные на рис. 3 и 4, можно предположить, что «прирабочные» отказы изделий отсутствуют, что обусловлено наличием этапа технологического прогона всех выпускаемых изделий [3, 4]. Отсутствие «прирабочных» отказов будет показано ниже при анализе потоков возвращенных из-за отказов тех или иных элементов устройств.

До сих пор рассматривались временные характеристики возврата всех изделий, без подразделения их на типы и исполнения, а также без учета причины возврата.

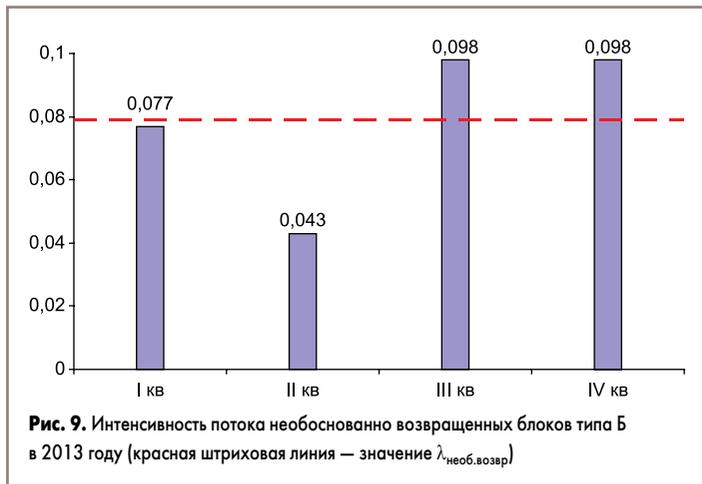
Поток всех возвращенных на предприятие изделий может быть представлен как совокупность нескольких потоков, разных для каждого типа устройств. В данной статье рассмотрен поток возврата изделий одного типа. В ранее опубликованных материалах [4, 5] это изделие обозначено как «изделие типа Б».

В общем количестве всех возвращенных в 2013 году изделий доля изделий типа Б составила 44,6%, тогда как доля изделий этого типа в общем количестве изделий, находящихся в эксплуатации, не превышает 30%. По отношению ко всем изделиям типа Б, находящимся в эксплуатации на конец 2013 года, доля возвращенных в 2013 году составила 0,48%.

Общий поток возвращенных изделий типа Б разделим на несколько потоков, начав с тех изделий типа Б, возврат которых на предприятие-изготовитель был признан необоснованным.

Необоснованно возвращенные изделия

После испытаний в условиях предприятия возврат 19,6% изделий типа Б был признан необоснованным, причем минимальное время возврата составило 2,5 месяца, а макси-



№	Дата	Название
6	27.02.13 15:21:02.992	Ав. МТЗ>
7	27.02.13 15:21:54.398	Ав. МТЗ>>
8	27.02.13 15:23:33.066	Ав. МТЗ>
9	27.02.13 15:24:20.041	Ав. МТЗ>>
10	27.02.13 15:26:00.864	Ав. МТЗ>>
11	27.02.13 15:27:22.176	Ав. ГЗ
12	28.02.13 10:31:16.201	Ручн. откл.
13	01.03.13 11:00:36.354	Ав. ГЗ
14	01.03.13 11:57:32.890	Самопроизв. откл.
15	03.03.13 08:14:40.735	Самопроизв. откл.
16	04.03.13 11:10:59.947	Самопроизв. откл.
17	04.03.13 11:11:48.188	Самопроизв. откл.
18	05.03.13 15:01:50.363	Ручн. откл.
19	05.03.13 15:02:04.141	Ав. МТЗ>
20	05.03.13 15:02:36.779	Ав. МТЗ>>
21	05.03.13 15:04:10.795	Ручн. откл.
22	06.03.13 15:18:47.749	Ав. ГЗ
23	06.03.13 15:24:57.825	Ав. ГЗ
24	06.03.13 15:24:59.895	Ав. ДЗ
25	06.03.13 15:32:14.394	Ав. ГЗ
26	06.03.13 15:33:24.364	Ав. ГЗ
27	06.03.13 15:41:41.007	Ав. ГЗ
28	27.05.13 15:42:07.366	Ав. ГЗ
29	27.05.13 15:42:13.246	Ав. ГЗ
30	27.05.13 15:42:25.777	Ав. ГЗ

мальное — 42 месяца после отгрузки (рис. 6). Среднее время возврата ($T_{возвр.ср}$) — 21,5 мес., медиана ($T_{возвр.мед}$) — 20 месяцев, дисперсия времени возврата ($\sigma'_{возвр}$) — 151,3, а среднеквадратичное отклонение ($\sigma_{возвр}$) — 2,24 мес. Отметим, что около 70% необоснованно возвращенных изделий поступило на предприятие до истечения гарантийного срока, а остальные — после его окончания. Такое же соотношение характерно и для всей выборки возвращенных изделий типа Б.

Как правило, необоснованный возврат изделий происходит во время выполнения пуско-

наладочных работ (наработка отсутствует), однако в 2013 году были необоснованно возвращены изделия, находившиеся в эксплуатации от 16 до 38 месяцев. Для 50% возвращенных изделий типа Б установить наработку не удалось, поскольку не все предприятия фиксируют дату ввода изделий в эксплуатацию.

В связи с тем, что необоснованно возвращенные изделия признаны исправными, ни о каких отказах изделий говорить не приходится.

Необходимо отметить, что начиная с 2014 года предприятие стало выпускать изделия со встроенными счетчиками моточасов, что позволяет точно определять наработку изделия и не зависеть от информации, находящейся в распоряжении эксплуатирующего предприятия.

Зачастую поиск дефекта в возвращенном изделии затруднен тем, что эксплуатирующее предприятие приводит информацию слишком общего характера и не затрудняет себя поиском дефекта в системе [6], где установлено цифровое устройство, во всех случаях априори полагая наличие дефекта в цифровом устройстве.

Вот пример такой информации: «...1 марта 2013 года произошло срабатывание блока 1 от внешней защиты, что привело к отключению трансформатора Т1 ПС 38. После осмотра трансформатор был включен на холостой ход. 3 марта 2013 года произошло его повторное отключение по внешней защите. 4 марта 2013 года блоки 1 и 2 были заменены. На сегодня трансформатор работает без замечаний».

После анализа осциллограмм, записанных в памяти блока, и схемы электрической

принципальной, в которой использованы блоки, проведенного в условиях предприятия-изготовителя, было установлено, что «блок 1 не выдавал команд на отключение выключателя. ... в блоках этого типа не предусмотрен дискретный вход «Внешняя защита», а отключение трансформатора на ПС 38 было зафиксировано в «Журнале событий и аварий» как «Самопроизвольное отключение» и отработало в соответствии с алгоритмом «Обнаружение самопроизвольного отключения» (рис. 7).

Команда на отключение трансформатора на ПС 38 поступила от блока 2, в «обход» блока 1».

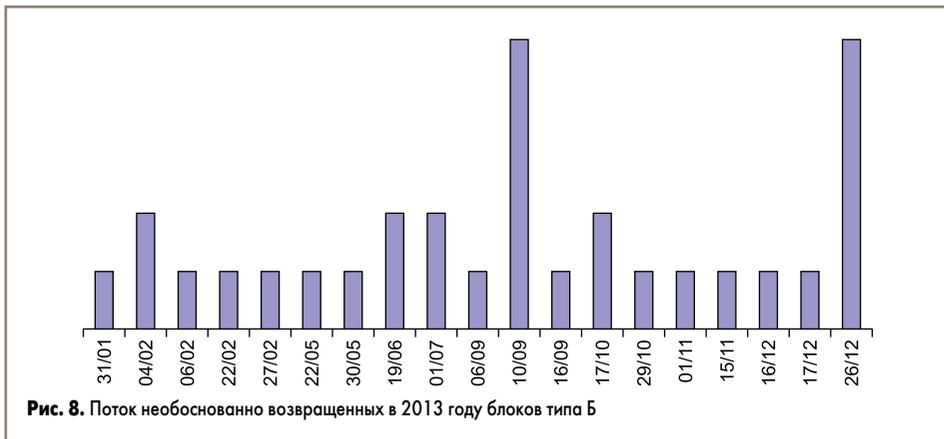
Поток событий можно рассматривать как простейший в том случае, когда в каждый момент времени происходит не более одного события. На первый взгляд поток необоснованно возвращенных устройств нельзя считать простым (рис. 8) и стационарным, ведь в некоторые даты возвращают несколько устройств (смотрите даты: 04.02, 19.06, 01.07, 10.09, 17.10, 26.12 на рис. 8).

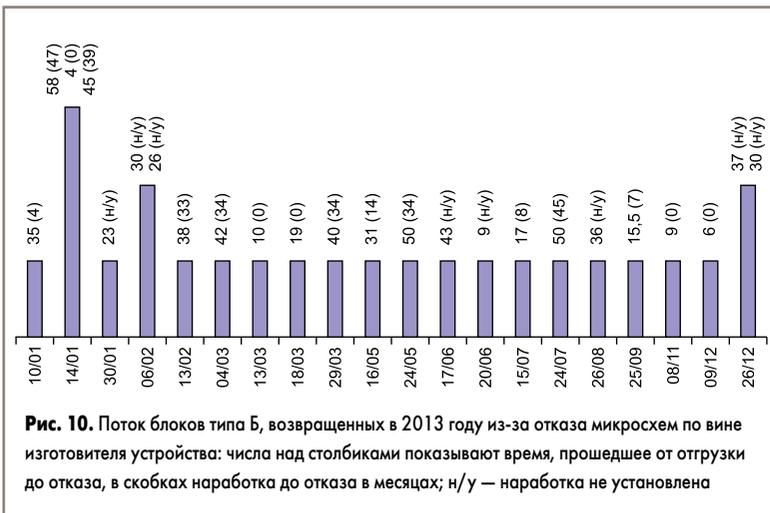
Однако возврат нескольких изделий в один и тот же день вызван в основном логистическими причинами, когда одна организация централизованно направляет устройства, претензии к которым были выявлены на разных объектах в разное время.

На рис. 8 следует обратить внимание на две даты — 10.09 и 26.12. В эти дни было одновременно возвращено несколько устройств одной и той же организацией. Всего этой организации за прошлые годы было поставлено несколько тысяч блоков. Однако в организации не подготовили достаточного количества специалистов, что и вызвало значительное число необоснованно возвращенных изделий, а также изделий, поврежденных во время ввода их в эксплуатацию и в последующем обслуживании.

Используя имеющуюся информацию, определим интенсивность изменения потока необоснованно возвращенных изделий $\lambda_{необ.возвр}$ в каждом из кварталов и в среднем за год (рис. 9).

Поток возвращенных по необоснованным причинам изделий представляет собой нестационарный поток. Нестабильность интенсивности потока вызвана тем, что эксплуатирующие предприятия партиями возвращают блоки, по работе которых возникли претензии.





Возврат устройств по вине изготовителя

Как было сказано ранее, при анализе причин возврата устройств отказ комплектующих элементов рассматривается как вина изготовителя, кроме тех случаев, когда тот или иной элемент отказывал (был поврежден) из-за нарушений правил эксплуатации устройства. Изделия, в которых комплектующие элементы повреждены по вине эксплуатирующего предприятия, в этом разделе не учтены.

Возврат устройств из-за отказов микросхем

Среднее время, прошедшее от отгрузки блока типа Б до его возврата в 2013 году из-за отказа микросхем, составило 26,7 месяца, медиана — 23 месяца, дисперсия времени возврата — 212,25, а среднее квадратичное отклонение — 14,6 месяца. Диаграмма, иллюстрирующая поток возвращенных устройств с отказавшими микросхемами, приведена на рис. 10. Как уже было отмечено, отказ любого элемента устройства рассматривается как вина изготовителя.

Сопоставление указанных на рис. 8 и 10 дат поступления устройств на предприятие подтверждает, что возврат нескольких изделий в один и тот же день вызван логистическими причинами.

Используя имеющуюся информацию, определим интенсивность изменения потока изделий, возвращенных из-за отказа микро-

схем $\lambda_{\text{возвр.мкс}}$ (день⁻¹) в каждом из кварталов и в среднем за год (рис. 11).

Интенсивность потока возвращенных из-за отказа микросхем блоков типа Б в I квартале возросла за счет возврата нескольких изделий в январе и феврале. В течение остальных трех кварталов интенсивность потока остается неизменной, что позволяет считать данный поток стационарным.

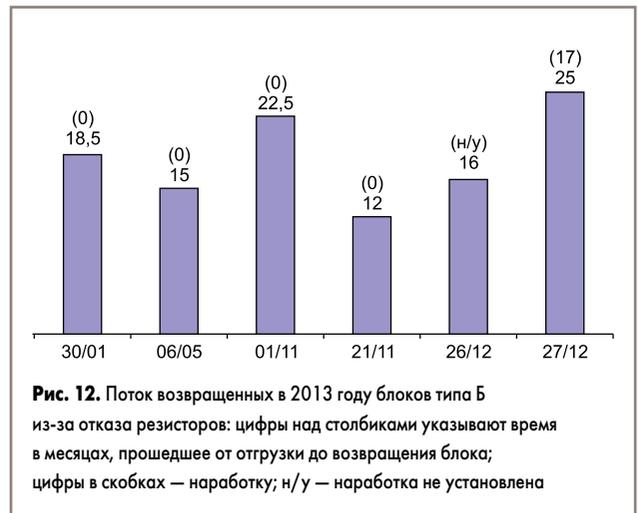
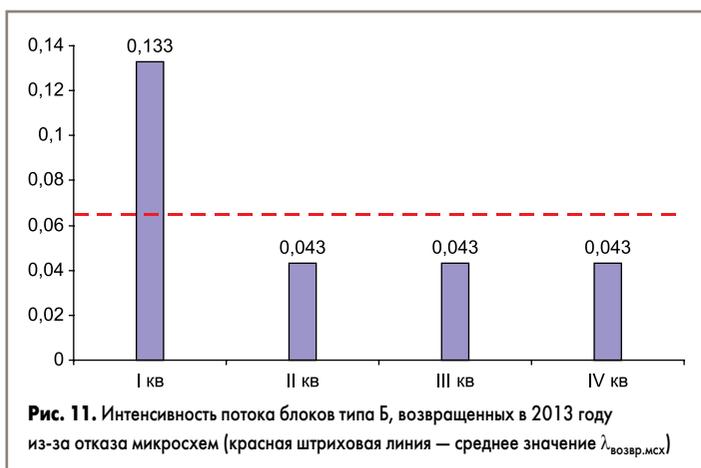
Возврат устройств из-за отказов резисторов

При исследовании возвращенных в 2013 году блоков установлено, что причиной возврата части блоков типа Б стал отказ резисторов. Диаграмма потока возвращенных по этим причинам блоков приведена на рис. 12.

Среднее время, прошедшее от отгрузки блока типа Б до его возврата в 2013 году из-за отказа резистора, составило 18,2 месяца, медиана — 16 месяцев, дисперсия времени возврата — 19,7, а среднее квадратичное отклонение — 4,4 месяца. Используя имеющуюся информацию, определим интенсивность изменения потока изделий, возвращенных из-за отказа резисторов $\lambda_{\text{возвр.рез}}$ в каждом из кварталов и в среднем за год (рис. 13).

Интенсивность потока возвращенных из-за отказа микросхем блоков типа Б также представляет собой нестационарный поток, для которого среднее число событий в единицу времени остается непостоянным.

Увеличение возвращенных по этой причине в IV квартале изделий вызвано одновремен-



ным поступлением в декабре двух изделий с отказавшими резисторами.

Возврат устройств из-за отказов реле

В 2013 году из-за отказа реле было возвращено два блока типа Б — 16 мая, через 18 месяцев после отгрузки, и 26 декабря, через 9 месяцев после отгрузки. Нарботка возвращенных блоков нулевая.

В связи с возвратом только двух блоков, в которых отказали реле, не будем строить диаграмму, а приведем несколько значений интенсивности потока возврата изделий по этой причине:

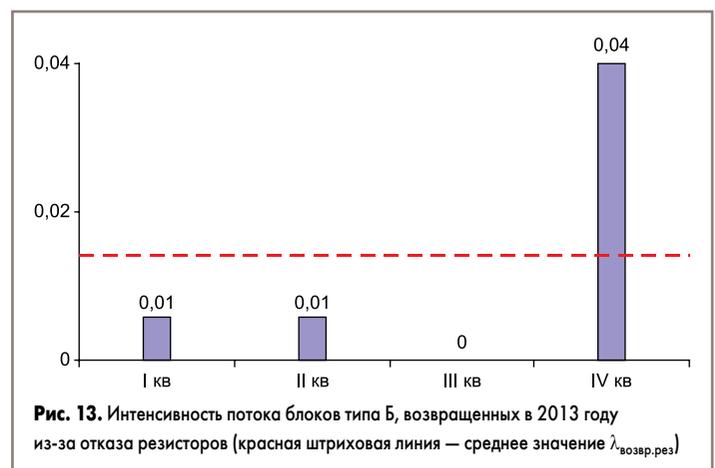
- $\lambda_{\text{возвр.реле I кв}}$ — 0,01 день⁻¹;
- $\lambda_{\text{возвр.реле IV кв}}$ — 0,01 день⁻¹;
- $\lambda_{\text{возвр.реле год}}$ — 0,005 день⁻¹.

Возврат устройств из-за отказов различных комплектующих

В 2013 году из-за отказа различных элементов были возвращены несколько блоков типа Б (рис. 14).

Наибольшая наработка (34 месяца) была у блока типа Б, возвращенного из-за отказа резонатора через 38 месяцев после отгрузки. Хотя гарантийные обязательства по этому изделию закончились, оно было отремонтировано как гарантийное.

Среднее время, прошедшее от отгрузки блока типа Б до его возврата в 2013 году из-за отказа элемента этой группы, составило 21,9 месяца, медиана — 21 месяц, дисперсия времени возврата — 56,3, а среднее квадратичное отклонение — 7,5 месяца.



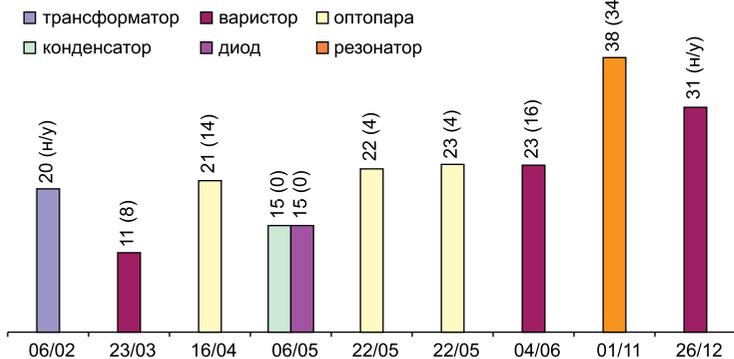


Рис. 14. Поток возвращенных в 2013 году блоков типа Б из-за отказа разных элементов: цифры над столбиками указывают время в месяцах, прошедшее от отгрузки до возвращения блока; цифры в скобках — наработку; н/у — наработка не установлена

Особое внимание было обращено на возврат блока типа Б через 20 месяцев после отгрузки из-за обрыва обмотки трансформатора (дата 06.02 на рис. 14). Проведенный анализ претензий к моторным изделиям позволил отказаться от некоторых поставщиков и ужесточить требования к изготовлению изделий этой группы [7].

Используя имеющуюся информацию, определим интенсивность изменения потока изделий, возвращенных из-за отказа различных элементов $\lambda_{\text{возвр.др}}$ в каждом из кварталов и в среднем за год (рис. 15).

Возврат устройств из-за ошибок изготовителя и разработчика

Причины перечисленных выше возвратов изделий условно рассматривались как вина производителя, хотя вызваны они были отказами комплектующих элементов.

Для характеристики уровня технологической дисциплины и качества разработанной документации целесообразно выделить в отдельную группу дефекты в изделиях, возвращенных из-за ошибок изготовителя и разработчика (рис. 16).

Самая «невинная» ошибка изготовителя, из-за которой было возвращено одно из устройств, — установка на лицевой панели светодиодов одного и того же цвета для сигнализации о положении выключателя

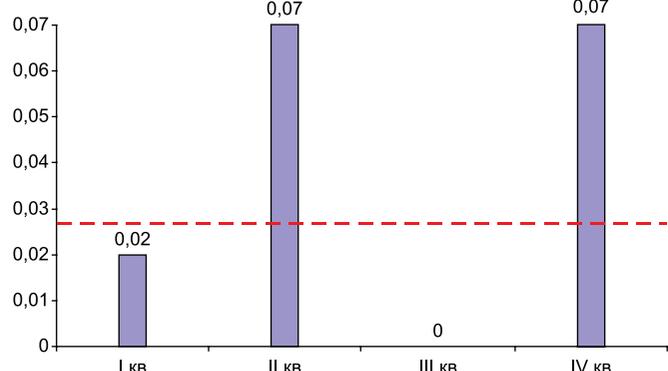


Рис. 15. Интенсивность потока блоков типа Б, возвращенных в 2013 году из-за отказа комплектующих (красная штриховая линия — среднее значение $\lambda_{\text{возвр.др}}$)

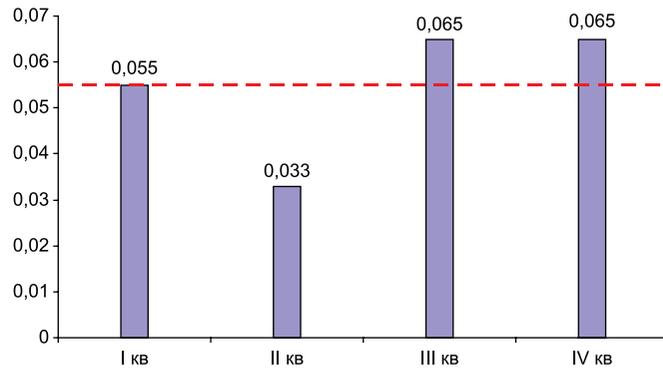


Рис. 18. Интенсивность потока блоков типа Б, возвращенных в 2013 году из-за ошибок изготовителя и разработчика (красная штриховая линия — среднее значение $\lambda_{\text{возвр.произв}}$)

(рис. 17). Никаких других претензий к работе этого устройства потребителем не было высказано.

Более серьезными были ошибки разработчика программного обеспечения (ПО), причем по этой причине одно из устройств было возвращено после 38 месяцев работы (через 45 месяцев после отгрузки потребителю). Следует отметить, что данный факт говорит о том, что при вводе в эксплуатацию этого устройства не были проверены все алгоритмы защиты и автоматик.

Стабильность технологического процесса изготовления устройств в основном характе-

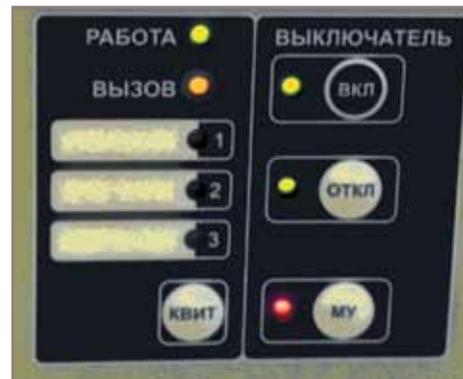


Рис. 17. Установка светодиодов одного цвета

ризуется отсутствием в возвращенных изделиях дефектов пайки соединений, нарушений контакта в соединителях и т. п.

Используя имеющуюся информацию, определим интенсивность изменения потока изделий, возвращенных из-за ошибок изготовителя и разработчика $\lambda_{\text{возвр.произв}}$ в каждом из кварталов и в среднем за год (рис. 18).

Для оценки характеристик потока изделий, возвращенных по вине производителя, воспользуемся принципом суперпозиции и объединим выделенные ранее потоки в один (рис. 19).

Приведенная диаграмма наглядно показывает нестационарный характер потока изделий, причиной возвращения которых признана вина производителя.

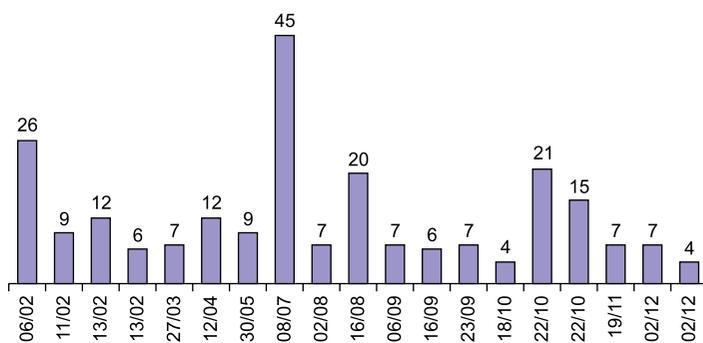
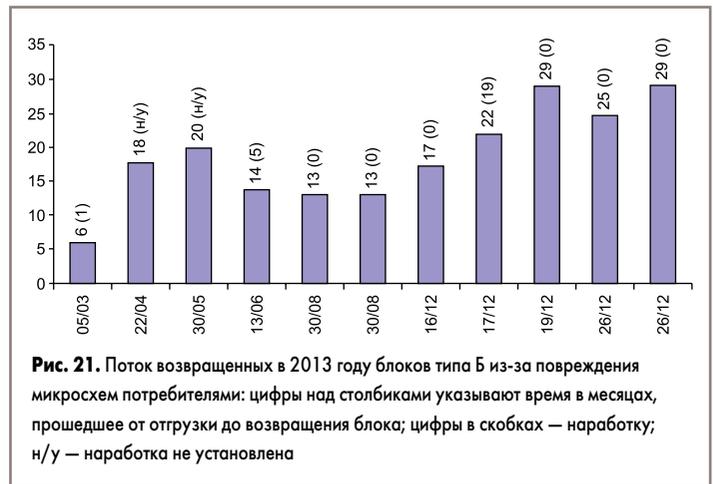
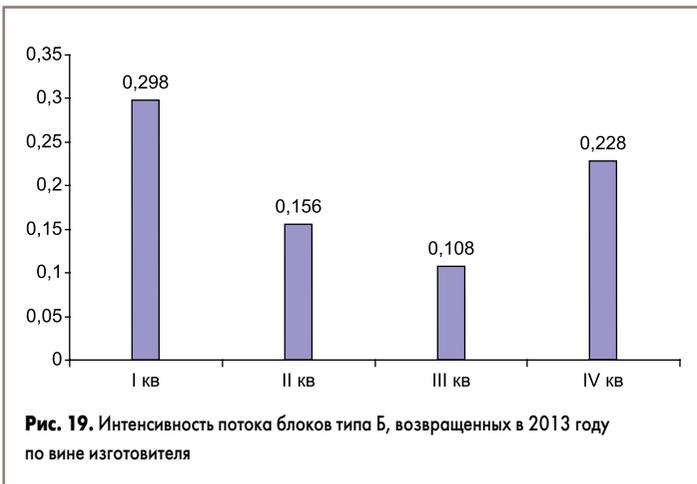


Рис. 16. Поток возврата изделий из-за ошибок изготовителя и разработчика: цифры над столбиками указывают время в месяцах, прошедшее от отгрузки до возвращения блока



Возврат устройств по вине эксплуатирующей организации

В тех случаях, когда эксплуатирующая организация возвращает исправное устройство, причина возврата признается необоснованной. Вина эксплуатирующей организации в возврате изделия признается в случае нарушения правил эксплуатации, приведшего к повреждению изделия или комплектующих элементов.

Возврат из-за повреждения микросхем

В 2013 году было возвращено несколько блоков типа Б, в которых повреждены микросхемы, в основном входящие в схему, обеспечивающую связь устройства с АСУ или ПЭВМ (рис. 20).

В акте исследования причин возврата дано такое описание: «При проверке блока типа Б на участке настройки выявлен отказ ИМС D28 типа ADSN65LBC184D Texas Instruments (расположен на другой стороне платы, показанной на рис. 9) и термическое повреждение резистора R157 типа RC 0805 F R — 07 100R L (0,125–100 Ом ±1% ±100 ppm/°C) Yageo».

Второе характерное нарушение, приводящее к отказу микросхемы, управляющей работой порта RS-232, — подключение ПЭВМ к соответствующему соединителю при включенном питании ПЭВМ.

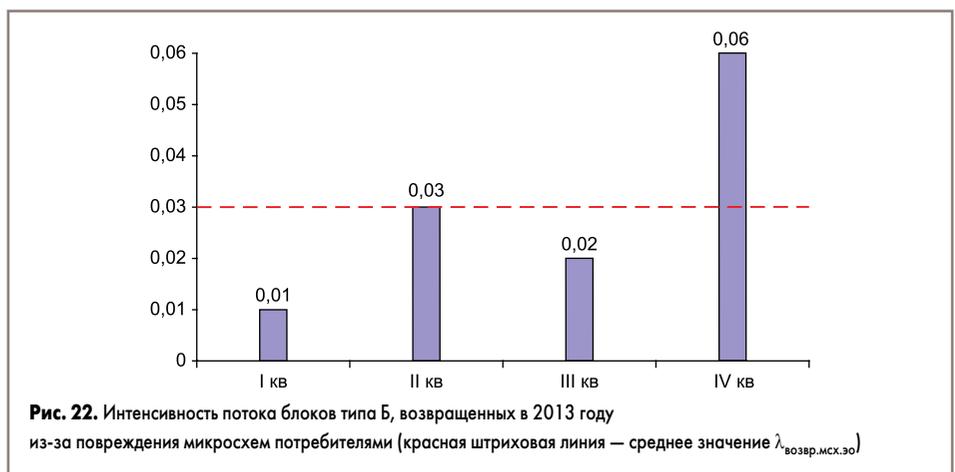
Диаграмма, описывающая поток возвращенных из-за повреждения эксплуатирующим предприятием микросхем в устройствах типа Б, приведена на рис. 21.

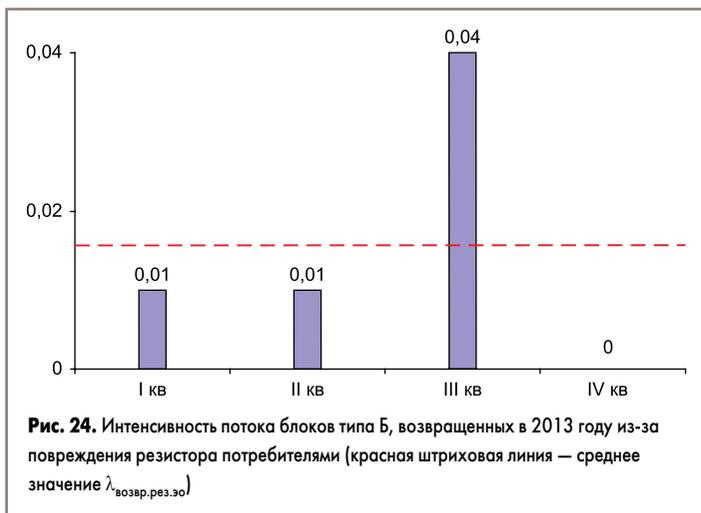
Используя имеющуюся информацию, определим интенсивность изменения потока изделий, возвращенных из-за повреждения микросхем эксплуатирующим предприятием $\lambda_{\text{возвр.мх.эо}}$ в каждом из кварталов и в среднем за год (рис. 22).

Возврат блоков из-за повреждения резисторов

Блоки типа Б, возвращенные из-за повреждения резисторов эксплуатирующим предприятием, составляют вторую по количеству изделий группу (рис. 23).

Основная причина возвращения блоков в данном случае — подача напряжения, превышающего допустимое значение 264 В (номинальное напряжение 220 В). В ряде





случаев вместе с резисторами оказываются поврежденными и другие элементы — микросхемы, предохранители, диоды и т. д.

Используя имеющуюся информацию, определим интенсивность изменения потока изделий, возвращенных из-за повреждения резисторов эксплуатирующим предприятием $\lambda_{\text{возвр.рез.эо}}$ в каждом из кварталов и в среднем за год (рис. 24).

Возврат блоков из-за повреждения их потребителями

Наиболее характерной причиной возврата блоков потребителями является их повреждение при термическом воздействии открытой дуги и пламени [8]. Возвращенный в 2013 году блок не имел таких значительных повреждений, какие описаны в работе [8], но на его корпусе видны следы продуктов горения (рис. 25).



Рис. 25. Следы продуктов горения на корпусе блока

В сопроводительном письме причина возврата блока описана следующим образом: «... в ходе эксплуатации устройства 2009 года выпуска было обнаружено, что устройство, после аварии в ячейке, перестало реагировать на какое-либо нажатие кнопок на панели».

Основное отличие блоков, возвращенных из-за термических повреждений, — значительная наработка. В частности, один из возвращенных блоков проработал 56 месяцев, второй — 40 месяцев. За это время претензий по работе данных блоков не возникло.

Еще одной причиной возврата блоков по вине эксплуатирующего предприятия являются механические повреждения, возникшие при их разборке. Пример таких повреждений приведен в одном из актов исследования причин возврата: «... выявлено нарушение конструкции изделия, а именно модуль ИП-002 ... отделен (оторван) от модуля МПВВ-003».

При осмотре модуля ИП-002 ... выявлено механическое повреждение (поломка) соединителей штыревых ... Preci-Dip».

Однако наиболее частой причиной возврата остается коммутация выходными реле токов и напряжений недопустимых значений.

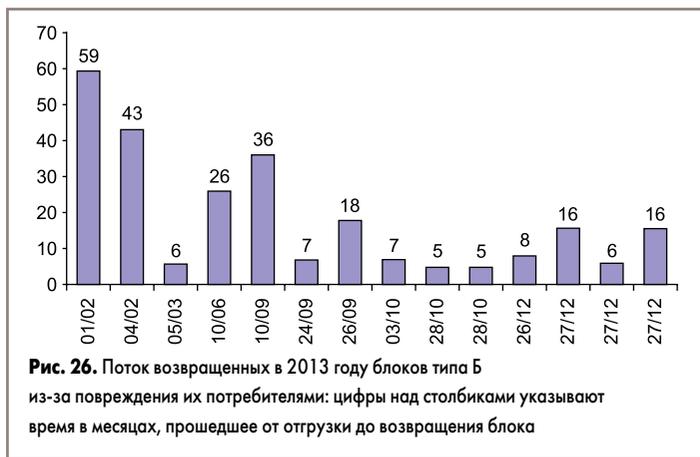
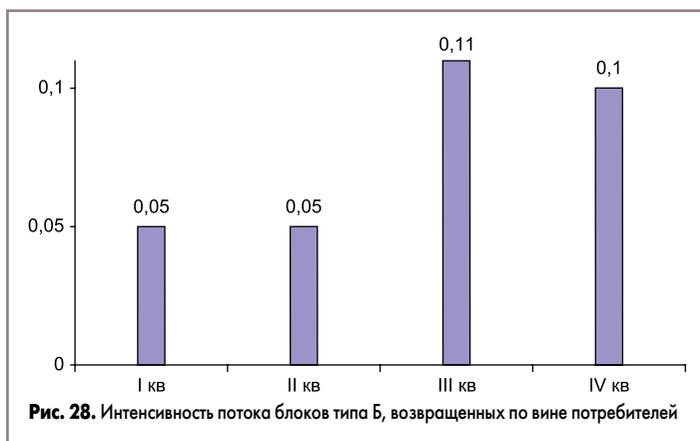


Рис. 26. Поток возвращенных в 2013 году блоков типа Б из-за повреждения их потребителями: цифры над столбиками указывают время в месяцах, прошедшее от отгрузки до возвращения блока



Рис. 27. Интенсивность потока блоков типа Б, возвращенных в 2013 году из-за повреждений потребителями (красная штриховая линия — среднее значение $\lambda_{\text{возвр.рез.эо}}$)



Диаграмма, описывающая поток возвращенных устройств типа Б из-за повреждения их эксплуатирующим предприятием по перечисленным причинам, приведена на рис. 26.

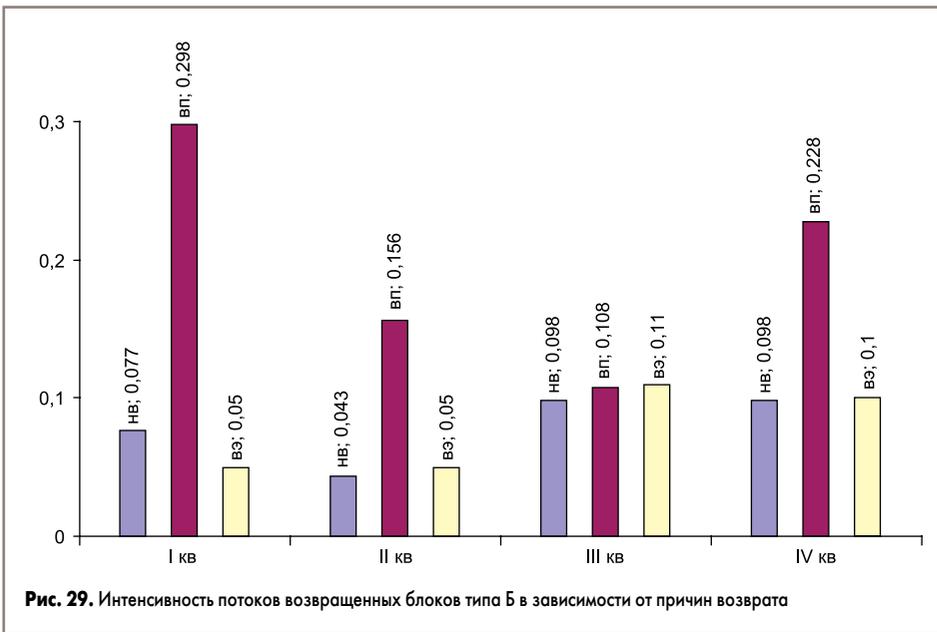
Используя имеющуюся информацию, определим интенсивность изменения потока изделий, возвращенных из-за повреждения эксплуатирующим предприятием $\lambda_{\text{возвр.разн.эо}}$ в каждом из кварталов и в среднем за год (рис. 27).

Для оценки характеристик потока изделий, возвращенных по вине производителя, воспользуемся принципом суперпозиции и объединим выделенные ранее потоки в один (рис. 28).

Интенсивность потока возвращенных изделий

Полученная информация позволяет построить диаграммы интенсивности потока возвращенных изделий в зависимости от причины (рис. 29):

- нв — необоснованный возврат;
- вп — возврат по вине изготовителя;
- вэ — возврат по вине эксплуатирующего предприятия.



Выводы

Постоянный анализ причин возврата изделий позволяет планировать запасы элементов, необходимых для оперативной замены отказавших или поврежденных.

Информация, получаемая от эксплуатирующих предприятий, необоснованно возвратив-

ших изделия, позволяет своевременно корректировать эксплуатационную документацию, что исключает наиболее распространенные ошибки.

Анализ причин возврата изделий по вине изготовителя помогает выявлять слабые места в производстве и обоснованно корректировать технологические процессы для исключения повторения таких ошибок в дальнейшем.

1. General Motors отзывает более 3 млн машин из-за проблем с зажиганием // <http://top.rbc.ru/economics/17/06/2014/930567.shtml>
2. Toyota отзывает 885 тысяч автомобилей // <http://www.dni.ru/auto/2013/10/18/262165.html>
3. Гондуров С. А., Захаров О. Г. Технологический прогон цифровых устройств релейной защиты // http://rza.org.ua/article/read/Tehnologicheskii-progon-tsifrovih-ustroystv-releynoy-zashchiti--Gondurov-S-A---Zaharov-O-G-_87.html
4. Захаров О. Г. Надежность цифровых устройств релейной защиты. М.: Инфраинженерия. 2014.
5. Надежность цифровых устройств в цифрах и диаграммах // <http://www.energoboard.ru/articles/2810-nadegnost-tsifrovih-ustroystv-v-tsifrah-i-diagrammah.html>
6. Захаров О. Г. Определение дефектов в релейно-контакторных схемах. М.: Агропромиздат. 1991.
7. Захаров О. Г. Входной контроль моточных изделий // Вести в электроэнергетике. 2014. № 3.
8. Гондуров С. А., Захаров О. Г. Испытания на пожарную безопасность: аварийные перегрузки и открытое пламя // Вести в электроэнергетике. 2010. № 4.