

РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИИ QFD НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА УДЛИНЁННЫХ КУМУЛЯТИВНЫХ ЗАРЯДОВ

© 2016 Н.И. Лаптев¹, Ю.В. Зорин², А.Ю. Газизулина³, А.А. Карсунцева⁴

¹ Самарский государственный технический университет

² Академия стандартизации, метрологии и сертификации, Самарский филиал

³ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

⁴ Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

Статья поступила в редакцию 15.06.2016

Производство удлиненных кумулятивных зарядов является особо опасным (или на языке ISO 9001 «специальным») и сложным с точки зрения контроля качества процессом, поэтому необходимо уделять особое внимание динамике требований потребителя, уровню развития конкурентов для того, чтобы оставаться конкурентноустойчивой организацией. В предлагаемой работе решены вопросы определения путей развития продукции на основе анализа динамики требований потребителя и уровня конкуренции, показан механизм выявления «узких мест» продукции на основе результатов аудитов ресурсов организации.

Ключевые слова: контроль качества, динамика, продукция.

Перспективным методом управления качеством производства удлиненных кумулятивных зарядов (УКЗ) является методика структурирования функции качества (QFD) по этапам жизненного цикла продукции [1 - 4]. В данной работе предложены подходы к совершенствованию методики QFD на основе разработки УКЗ, что позволит решить следующие задачи:

1. Постоянно отслеживать уровень спроса,
2. Определить связь между требованиями потребителя и характеристиками УКЗ,
3. Анализировать уровень качества продукции конкурентов,
4. Определить направления развития УКЗ, основываясь на анализе требований потребителя и/или позиции организации на рынке,
5. Выявить «узкие места» в процессе производства УКЗ, связанные с уровнем качества существующих ресурсов на предприятии,
6. Сформировать требования к продукции аутсорсера и/или поставщика.

Основы применения метода QFD (в некоторых источниках именуется как «развертывание функций качества») читатель может найти практически во всех учебниках, посвященных вопросам менеджмента качества [5 - 8]. В данной работе предложена усовершенствованная модель его применения, учитывающая современные тенденции систем менеджмента качества (одна из

которых – привлечение специалистов высокого класса за счет передачи части производственного процесса сторонним организациям (аутсорсерам) [9 - 11]. Задачи отслеживания динамики спроса и определения связи между требованиями потребителя и характеристиками продукции уже решены (задача 1 и 2) [12 - 15]. По результатам применения QFD получается Дом качества, фрагмент которого представлен на рис. 1.

Естественно, что часть характеристик продукции предприятия-производитель УКЗ закупает, тогда возникает необходимость в построении Дома качества поставщика (аутсорсера) (рис. 2) [16 - 18]. При применении технологии QFD-анализа из построенного Дома качества известна зависимость между требованиями потребителя и характеристиками продукции [19 - 21]. Отсюда можно рассчитать степень влияния продукции аутсорсера на удовлетворенность потребителя:

$$V_{\text{аут}} = \frac{R \cdot \sum I_{\text{аут}}}{R \cdot \sum I} = \frac{\sum I_{\text{аут}}}{\sum I}, \quad (1)$$

где $V_{\text{аут}}$ – степень влияния продукции аутсорсера на выполнение требований потребителя, R – абсолютный вес требования, $\sum I$ – связь между требованием и характеристиками продукции ($\blacktriangle - 1$; $\circ - 3$; $\bullet - 9$), $\sum I_{\text{аут}}$ – связь между требованием потребителя и характеристиками продукции аутсорсера.

Сумма степеней влияний производителя и аутсорсера на удовлетворенность потребителя равна единице, тогда:

$$P_{\text{аут}} = 1 - V_{\text{аут}}, \quad (2)$$

где $P_{\text{аут}}$ – степень влияния продукции производителя на выполнение требований потребителя, $V_{\text{аут}}$ – степень влияния продукции аутсорсера на выполнение требований потребителя.

Лаптев Николай Илларионович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность и сертификация производств», директор научно-исследовательского института Проблем кон-версии и высоких технологий. E-mail: inht@samgtu.ru
Зорин Юрий Васильевич, директор филиала.
Газизулина Альбина Юсуповна, аспирант.
Карсунцева Алла Александровна, аспирант.

| Потребительские требования | | Исчисленные характеристики | Материал заготовки ВВ | Линейная плотность (г/м) | Масса одного метра готового изделия (кг) | Длина (м) | Форма: прямолинейные, криволинейные | Равномерность заполнения | Внешний вид и размеры УКЗ | Асимметрия образующих сторон кум. канавки (мм) | Угол разворота кумулятивной канавки (°) | Восприимчивость и передача детонации | Толщина перерезанной преграды | Безопасные условия организации т.ех. процесса |
|----------------------------|--|----------------------------|-----------------------|--------------------------|--|-----------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|--|---|--------------------------------------|-------------------------------|---|
| Рейтинг | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Экономичный материал заготовки | 9 | • | Δ | ○ | Δ | Δ | Δ | ○ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ |
| 2 | Качественный материал заготовки | 9 | • | • | • | ○ | ○ | • | ○ | • | • | • | • | ○ |
| 3 | Продукт А, отвечающий требованиям ГОСТа 203995-74 | 9 | Δ | • | ○ | Δ | Δ | • | Δ | ○ | ○ | • | • | • |
| 4 | УКЗ должен детонировать от ЭД по ГОСТ 9089-75 | 7 | • | • | ○ | ○ | Δ | • | ○ | • | • | • | • | • |
| 5 | УКЗ должен передавать детонацию другому УКЗ | 8 | Δ | • | • | • | ○ | • | ○ | ○ | ○ | • | • | • |
| 6 | УКЗ должны перерезать преграду из стали 3 по ГОСТ 380-88 | 9 | • | • | • | ○ | ○ | • | ○ | • | • | • | • | • |
| 7 | Криволинейные УКЗ должны сохранять режущую способность линейных УКЗ | 9 | • | • | • | ○ | ○ | • | ○ | • | • | • | • | • |
| 8 | Криволинейные УКЗ должны разрезать преграду по форме изогнутого кумулятивного заряда | 9 | • | • | • | ○ | ○ | • | ○ | • | • | • | • | • |
| 9 | Безопасность в использовании | 9 | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | ○ | ○ | • | • | • |
| 10 | Комплектность поставки | 4 | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | • | Δ | • |

Рис. 1. Фрагмент Дома качества УКЗ

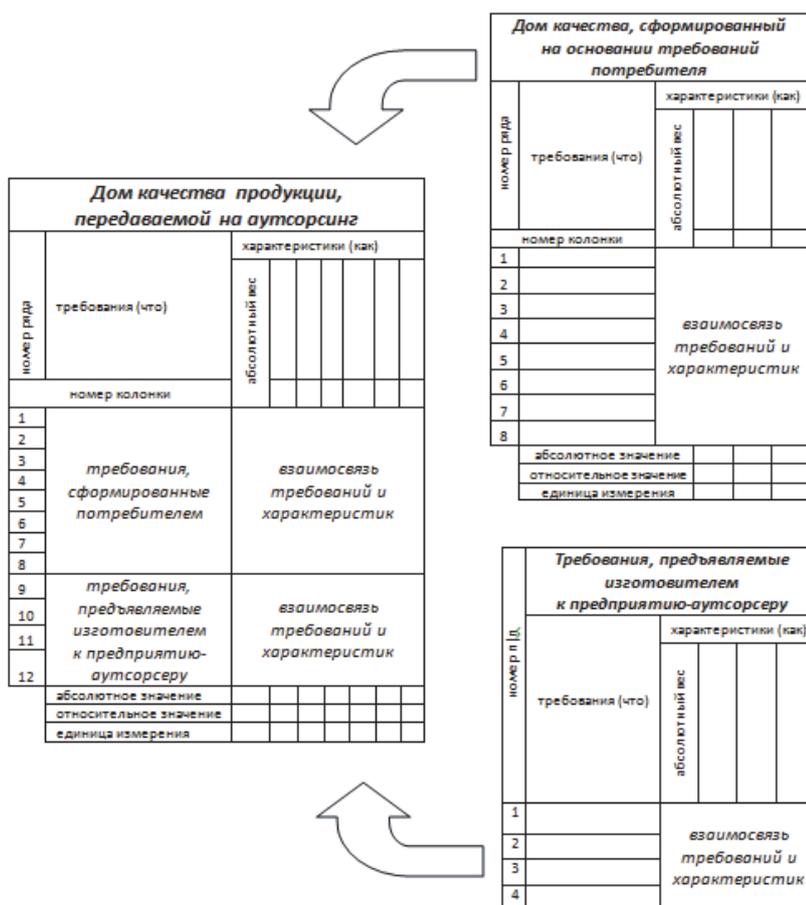


Рис. 2. Модель формирования требований к продукции, передаваемой на аутсорсинг

Допустим, что в результате взаимодействия с потребителем был определен уровень выполнения требования [6], который равен Q , тогда уровень потерь равен:

$$U_{\text{потерь}} = 1 - Q. \quad (3)$$

Тогда можно утверждать, что потери (выра-

женные в долях) по вине аутсорсера составили:

$$P_{\text{аут}} = V_{\text{аут}} \cdot U_{\text{потерь}}, \quad (4)$$

где $V_{\text{аут}}$ – степень влияния продукции аутсорсера на выполнение требований потребителя, $U_{\text{потерь}}$ – уровень потерь или степень неудовлетворенности потребителя.

Такое предположение допустимо в том случае, если связи между требованиями и характеристиками постоянно актуализируются, что позволит утверждать, что потери в уровне удовлетворенности распределены потребителем таким образом, при котором неудовлетворение соответствующей характеристикой увеличивает степень ее важности.

Соответственно, удовлетворенность потребителя продукцией аутсорсера будет равна:

$$УД_{аут} - 1 - P_{аут}, \quad (5)$$

Зная связь между продукцией аутсорсера и продукцией производителя (за счет анализа «крыши» Дома качества), можно определить степень зависимости организации от деятельности аутсорсера и весомость продукции аутсорсера в удовлетворении требований потребителя [3].

Развитие метода QFD-анализа возможно за счет уточнения абсолютного и относительного весов характеристик продукции. При анализе потребительской оценки продукции, производимой предприятием и его конкурентами, можно, зная степень реализации требования потребителя (столбец *K* табл. 1) и вес его важности (столбец *B* табл. 1), провести уточненный расчет абсолютного значения характеристики продукции.

Расчет абсолютного значения важности характеристики продукции с учетом мнения потребителя будет выполнен следующим образом:

$$B_{хар.потр.} = \sum(I_x \cdot R_x) + \sum[\frac{П_{отс_x}}{Ц_x}(I_x \cdot R_x)], \quad (7)$$

где I_x – связь между требованием и характеристиками продукции (▲ – 1; ○ – 3; ● – 9), R_x – абсолютный вес требования, $П_{отс_x}$ – отставание оценки потребителем степени реализации требования рассматриваемой организации от целевого значения, $Ц_x$ – целевое значение степени реализации требования потребителя.

Расчет абсолютного значения важности характеристики продукции с учетом положения на рынке будет выполнен следующим образом:

$$B_{хар.потр.} = \sum(I_x \cdot R_x) + \sum[\frac{C_{отс_x}}{P_x}(I_x \cdot R_x)], \quad (8)$$

где I_x – связь между требованием и характеристиками продукции (▲ – 1; ○ – 3; ● – 9), R_x – абсолютный вес требования, $C_{отс_x}$ – отставание оценки потребителем степени реализации требования рассматриваемой организации от максимальной оценки на рынке, P_x – максимальное значение оценки потребителем степени выполнения требования на рынке.

По результатам построения Дома качества становится известным уровень отставания степени реализации требования потребителя от максимальной оценки (столбец *П* табл. 1) [5]. Предположим, что данное отставание связано с работой того или иного ресурса, который участвует в производстве соответствующих характеристик. Тогда установив (например, на основе экспертного метода или регрессионного анализа) степень участия («доля используемых ресурсов» в табл. 2) каждого ресурса в производстве соответствующей характеристики, рассчитаем уровень претензий и/или уровень качества работы ресурса на основе мнения потребителя («голоса потребителя»).

Проведем расчеты для ресурса «Рес.₃» (табл. 2). Данный ресурс участвует в производстве трех характеристик (столбцы Г, Е, З), тогда ресурс влияет на выполнение требований потребителя соответственно Тр1, Тр2, Тр4 – через характеристику по столбцу «Г»; Тр 2 – по столбцу «Е»; Тр 1 – по столбцу «З». Будем считать, что оценки реализации требований распределились следующим образом:

Таблица 1. Развитие метода QFD-анализа

| Требования потребителя | Абсолютный вес требования | Характеристики продукции | | | | | | | Оценка реализации требования | | | | цель | отставание | максимум | потери |
|------------------------|---------------------------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------------|-------------------|--------------------|-----|------------------------------|------------|------------|--------|
| | | | | | | | | | у конкурентов | | | | | | | |
| | | 1 | ... | n | 1 | ... | m | I | II | III | ... | | | | | |
| A | B | B | Г | Д | Е | Ж | З | И | К | Л | М | Н | О | П | Р | С |
| 1 | Тр1 | X | ▲ | | | | ● | | I _{тр1} | II _{тр1} | III _{тр1} | ... | Максимально возможная оценка | О-К | Max(Л,М,Н) | Р-К |
| 2 | Тр2 | Y | ○ | | ▲ | | | ○ | I _{тр2} | II _{тр2} | III _{тр2} | ... | | О-К | Max(Л,М,Н) | Р-К |
| 3 | Тр3 | Z | | ○ | | | | ○ | I _{тр3} | II _{тр3} | III _{тр3} | ... | | О-К | Max(Л,М,Н) | Р-К |
| 4 | Тр4 | P | ● | | | ▲ | | | I _{тр4} | II _{тр4} | III _{тр4} | ... | | О-К | Max(Л,М,Н) | Р-К |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

Таблица 2. Связь характеристик с ресурсами

| | Характеристики продукции | | | | | |
|-------------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | ... | n | 1 | ... | m |
| Ресурсы | Г | Д | Е | Ж | З | И |
| | Доля используемых ресурсов | | | | | |
| Рес. ₁ | 0,5 | | 0,2 | 0,8 | 0,3 | 0,4 |
| Рес. ₂ | | 1 | | 0,2 | 0,2 | 0,6 |
| Рес. ₃ | 0,5 | | 0,8 | | 0,5 | |
| Σ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Тр1 – 10 баллов из 10 возможных;

Тр2 – 8 баллов из 10 возможных;

Тр4 – 9 баллов из 10 возможных.

Тогда при реализации Тр1 ресурс «Рес.₃» отработал идеально, т.е. на все 100%. При реализации Тр2 уровень качества его работы будет рассчитан следующим образом:

Определим степень участия ресурса в реализации требования через характеристики (матрицу связи требований и характеристик). Тр2 связан с характеристиками в столбцах «Г», «Е», «И» соответственно на «3», «1» и «3» баллов, ресурс «Рес.₃» при этом участвует только в формировании «Г» и «Е», следовательно, тогда степени влияния характеристик на требование будут соответственно равны 3/7; 1/7; и 3/7. Степени участия ресурса в производстве данных характеристик по таблице 2 0,5; 0,8 и 0 соответственно. Тогда уровень качества работы ресурса «Рес.₃» при реализации требования Тр2 равен:

$$1 - (0,5 \cdot \frac{3}{7} + 0,8 \cdot \frac{1}{7}) \cdot \left(\frac{10 - 8}{10}\right) = 0,934$$

или в буквенном выражении:

$$Y_{qr} = 1 - \sum(\text{degrees} \cdot \frac{I_x}{\sum I_x}) \cdot \left(\frac{P_{отсх}}{Ц_x}\right), \quad (9)$$

где degrees – степень участия ресурса («доля используемых ресурсов» в табл. 2).

Рассчитав все значения Y_{qr} , можно определить среднее значение и среднеквадратичное отклонение уровня качества ресурса (при чем данные вычисления получены за счет анализа «голоса потребителя»). Используя тот же подход, можно, зная уровни качества ресурсов (установленные, например, по результатам аудитов, самооценки, анализа уровня дефектности и т.д.), определить отставания в степени реализации требований потребителей.

Как показано, развитие метода требует проведения дополнительных анализов и расчетов, а, следовательно, и принятия решения о совершенствовании производственных процессов и/или конструкции. Поэтому необходима оценка адекватности построенного Дома качества. Такую оценку предлагается провести следующим образом:

- когда получены столбцы «К», «Л», «М», можно вычислить вероятность реализации продукции и сравнить данное значение с показателями продаж;

- рассчитав среднее значение и среднеквадратическое отклонение Y_{qr} , можно сопоставить эти данные с реальным уровнем качества ресурсов (установленным, например, по результатам аудитов, самооценки, анализа уровня дефектности и т.д.). Совпадения результатов расчетов будут говорить об адекватности применения методов менеджмента качества.

Но при этом следует помнить, что мнение потребителя отличается от мнения производителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лаптев Н.И., Клочков Ю.С., Москвичева Е.Л., Долгих А.В., Абдуллин И.А., Богатеев Г.Г. Совершенствование процедуры «Внутренний аудит СМК» // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 2. С. 306-309.
2. Керов А.В., Клочков Ю.С., Купцов П.В., Васильева И.П., Абдуллин И.А., Богатеев Г.Г. Моделирование развития процессов систем менеджмента качества // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 15. С. 310-313.
3. Клочков Ю.С. Анализ производимого качества бизнес-процессом // В Сборнике: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре Материалы 70-й юбилейной Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР 2012 года. Самарский государственный архитектурно-строительный университет. 2013. С. 302-303.
4. Клочков Ю.С. Элемент планирования в системах качества // В сборнике: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре Материалы 70-й юбилейной Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР 2012 года. Самарский государственный архитектурно-строительный университет. 2013. С. 303-304.
5. Клочков Ю.С., Клочкова Е.С., Васильева И.П., Деметьев С.Г., Газизулина А.Ю., Васильева Т.С. Подход к оценке уровня сопротивления персонала внедрению стандартов на основе анализа частотности ключевых слов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2015. № 3-2 (33-2). С. 199-203.
6. Лаптев Н.И., Клочков Ю.С., Москвичева Е.Л., Волгина А.Д., Абдуллин И.А., Богатеев Г.Г. Анализ самоорганизации процессов систем менеджмента качества // Вестник Казанского технологического универси-

- тета. 2014. Т. 17. № 9. С. 295-298.
7. Клочков Ю.С., Ананиашвили Н.Г., Ковалеристова К.А., Вобликов Д.Н., Куликова В.В. Контроль выполнения учебного плана аспиранта // Московское научное обозрение. 2012. № 12-1 (28). С. 28-31.
 8. Клочков Ю.С. Оценка современного потребителя в системе менеджмента качества: примеры, подходы, решения // Монография, М-во образования и науки РФ, Самарский гос. областной ун-т (Наяновой). Самара, 2011.
 9. Клочков Ю.С. Анализ процессов систем менеджмента качества со значимой долей самоорганизации // Стандарты и качество. 2011. № 5. С. 56-59.
 10. Михеев В.А., Клочков Ю.С., Кузина А.А., Гречникова А.Ф., Савин Д.В. Моделирование последовательной схемы формообразования обтяжкой обводообразующих оболочек двойной кривизны минимальной разнотолщинности // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2012. № 5-1 (36). С. 246-252.
 11. Клочков Ю.С. Совершенствование системы управления качеством продукции на основе развития модели потребительской оценки и анализа самоорганизации процессов: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет им. С.П. Королева, 2011.
 12. Рыжаков В.В., Рыжаков М.В., Клочков Ю.С., Холуденева А.О. Менеджмент качества продукции на основе соотношения «стоимость-качество» в приложениях // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2013. № 3 (25). С. 251-255.
 13. Клочков Ю.С. Совершенствование системы управления качеством продукции на основе развития модели потребительской оценки и анализа самоорганизации процессов: Дис. ... докт. техн. наук. Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет, 2012.
 14. Барвинок В.А., Клочков Ю.С., Самохвалов В.П., Стрельников Е.А. Управление процессами систем менеджмента качества на предприятиях машиностроения. Самара, 2012.
 15. Михеев В.А., Клочков Ю.С., Кузина А.А., Гречникова А.Ф., Савин Д.В. Выбор кинематической схемы формообразования обтяжкой обводообразующих оболочек сложной пространственной формы // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2012. № 5-1 (36). С. 239-245.
 16. Барвинок В.А., Самохвалов В.П., Кулаков Г.А., Рыжаков В.В., Клочков Ю.С. Методика управления рисками в процессах систем менеджмента качества на примере деятельности аэропорта // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2012. № 4 (35). С. 240-246.
 17. Годлевский В.Е., Буткевич Р.В., Клочков Ю.С., Гиорбелидзе М.Г., Жадяев А.Н., Селезнева Т.С. Методика повышения эффективности процесса сборки отопителя салона на основе концепции бережливого производства // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2012. № 4 (22). С. 147-152.
 18. Плотников А.Н., Чекмарев А.Н., Клочков Ю.С., Торгашов А.В., Гиорбелидзе М.Г., Волков В.В. Теоретический анализ и математическое моделирование законов распределения порядковых статистик при малых объемах выборки // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2012. № 4 (22). С. 199-204.
 19. Михеев В.А., Клочков Ю.С., Кузина А.А., Гречникова А.Ф., Савин Д.В. Моделирование последовательной схемы формообразования обтяжкой обводообразующих оболочек двойной кривизны минимальной разнотолщинности // В сборнике: Самолетостроение России. Проблемы и перспективы Симпозиум с международным участием. Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет). 2012. С. 274-276.
 20. Клочков Ю.С. Развитие модели построения дома качества // Сертификация. 2013. № 3. С. 19-23.
 21. Клочков Ю.С., Волгина А.Д., Карсунцева А.А., Селезнева Т.С., Газизуллина А.Ю. Разработка модели сертификации продукции на основе QFD // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2013. № 4 (26). С. 111-113.

QFD METHODOLOGY DEVELOPMENT ON THE EXAMPLE TO ELONGATED SHAPED CHARGE

© 2016 N.I. Laptev¹, Y.V. Zorin², A.Y. Gazizullina³, A.A. Karsuntseva⁴

¹ Samara State Technical University

² Academy Standardization, Metrology and Certification, Samara Branch

³ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg

⁴ Samara National Research University named after Academician S.P. Korolyov

Production of elongated shaped charges is especially dangerous (or in the language of ISO 9001 «special») and complex in terms of quality control of the process, so you need to pay special attention to the dynamics of customer requirements, the level of competition in order to stay competitive organization. In this paper we addressed questions determine how the product development based on the analysis of the dynamics of the consumer demands and the level of competition, shows a mechanism to identify «bottlenecks» of products based on the results of audits of the organization's resources.

Keywords: quality control, dynamics, products.

Nikolai Laptev, Doctor of Technics, Professor, Head at the Technosphere Safety and Certification of Productions Department, Director of the Research Institute of Problems of Conversion and High-Tech. E-mail: inht@samgtu.ru

Yury Zorin, Director.

Albina Gazizullina, Graduate Student.

Alla Karsuntseva, Graduate Student.