

Комплекс испытаний электронных блоков систем защиты подземных коммуникаций

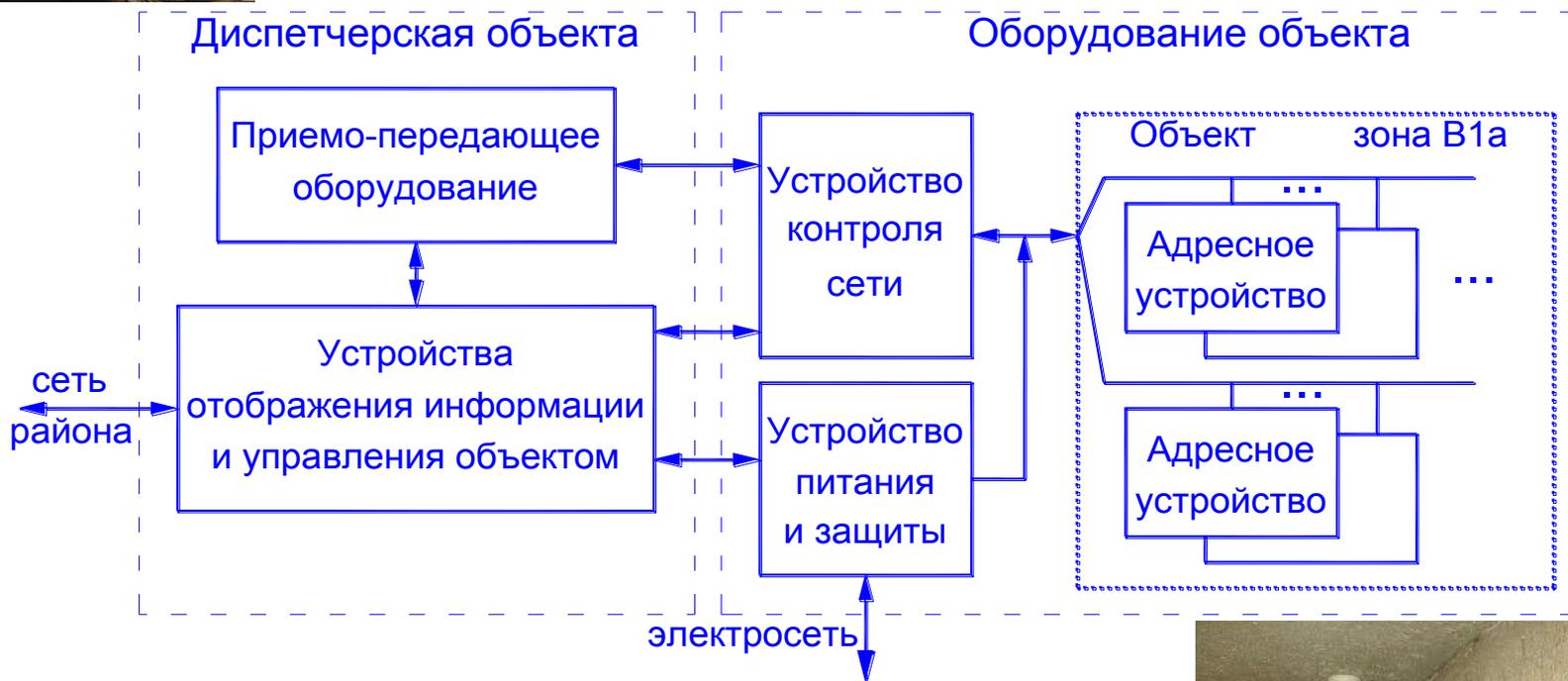
Якимчук Т.

Цель работы – повышение качества специализированной электронной аппаратуры систем защиты подземных коммуникаций в условиях современного производства, отличающегося высокой гибкостью и широкой номенклатурой

Задачи:

1. Анализ схемотехнических и конструктивных особенностей рассматриваемой аппаратуры
2. Определение состава требований к рассматриваемой аппаратуре на основе анализа опыта производства и эксплуатации систем защиты подземного городского хозяйства
3. Определение состава необходимых испытаний на этапе производства и выбор испытательного оборудования

Состав оборудования систем защиты подземных коммуникаций на уровне объекта

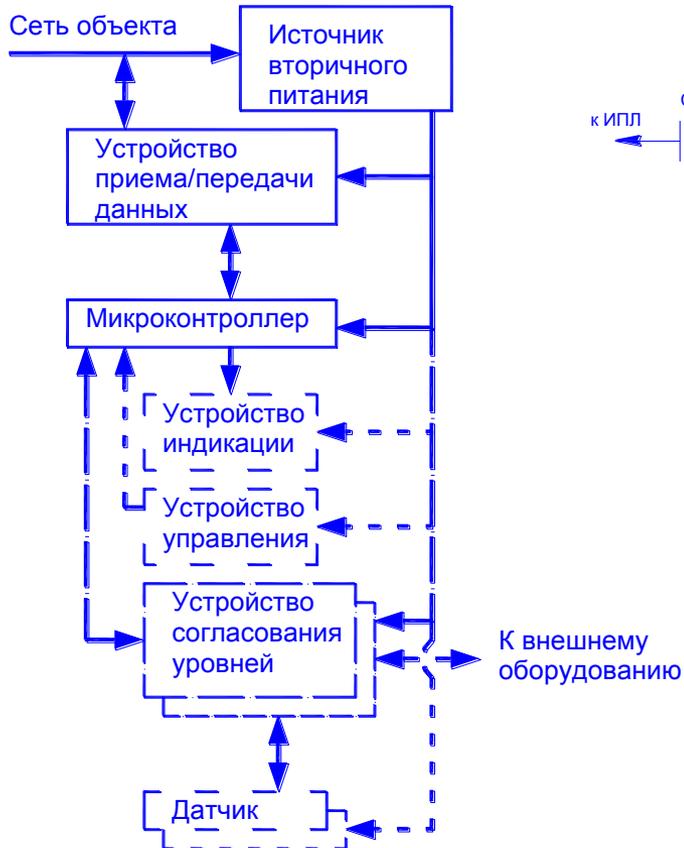


Рассматриваемые электронные блоки систем защиты подземных коммуникаций – **адресные устройства** – относятся к классу стационарной ЭА, эксплуатируемой в неотапливаемых помещениях, в атмосфере которых может быть достигнута взрывоопасная концентрация горючих газов (помещения категории взрывоопасности В-1а)

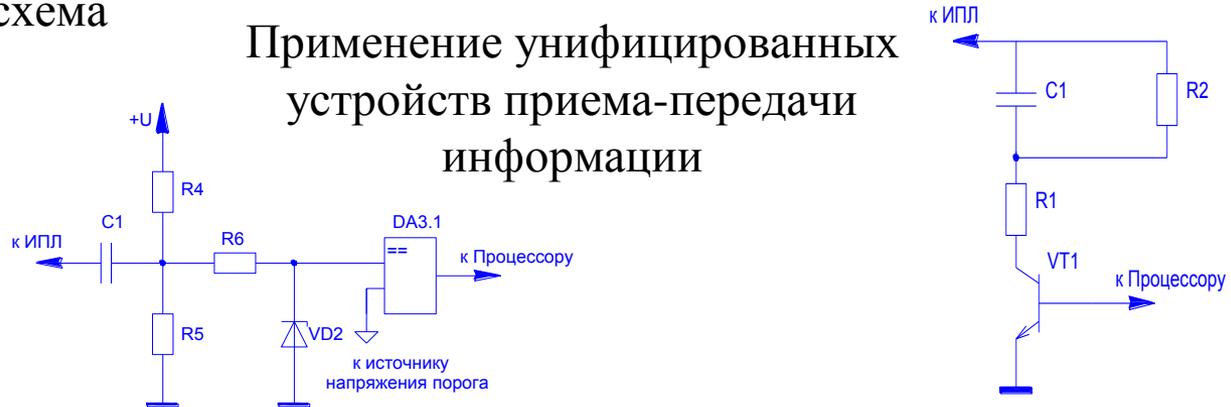


Особенности схемотехнического исполнения адресных блоков

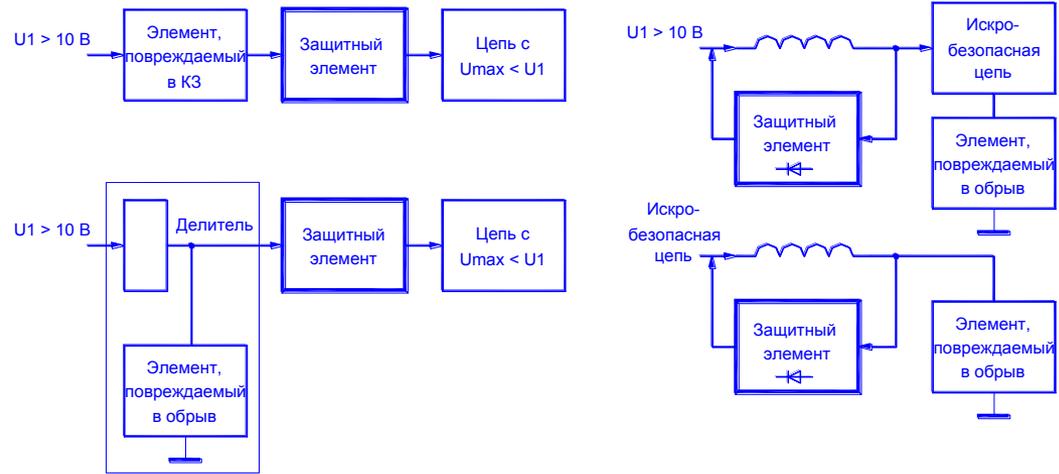
Обобщенная структурная схема адресных блоков



Применение унифицированных устройств приема-передачи информации



Применение защитных элементов



Возможность разработки обобщенных программ и методов проведения испытаний

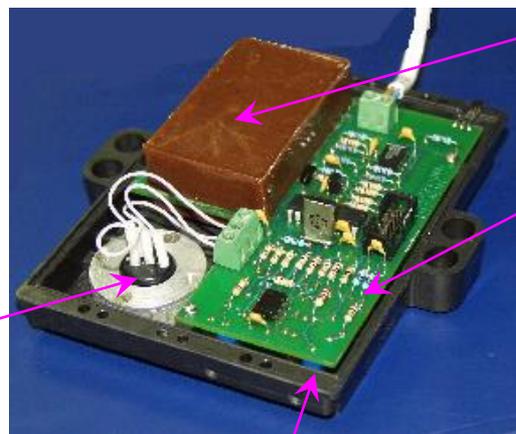
Особенности конструктивного исполнения адресных блоков



Применение герметичных разъемов

Применение заливочных компаундов в узлах влияющих на искробезопасность

Как правило, применение одноплатных конструкций



Применение взрывозащищенных датчиков



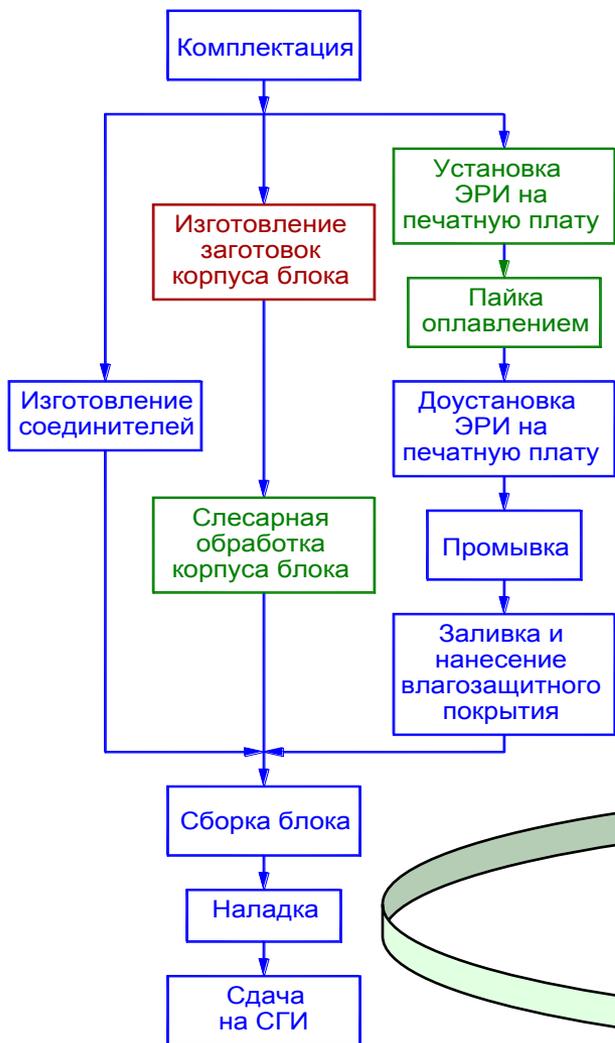
Применение корпусов из полимерных материалов, обеспечивающих степень защиты IP-54...IP-65



Защита от большинства видов внешних воздействий обеспечена при конструировании; необходимо проведение испытаний свойств конструкции, зависящих от технологического процесса

Особенности производства адресных блоков систем защиты подземных коммуникаций

Типовой маршрутный ТП



Особенность	Причины
Неритмичность	Особенности рынка рассматриваемых систем
Гибкость	Частое внесение изменений в конструкцию изделий
Использование услуг контрагентов	Особенности малого предприятия
Многономенклатурность	Состав аппаратуры систем

□ Производится на собственной базе

▣ Производится на базе контрагента

▣ Производится на собственной базе или на базе контрагента

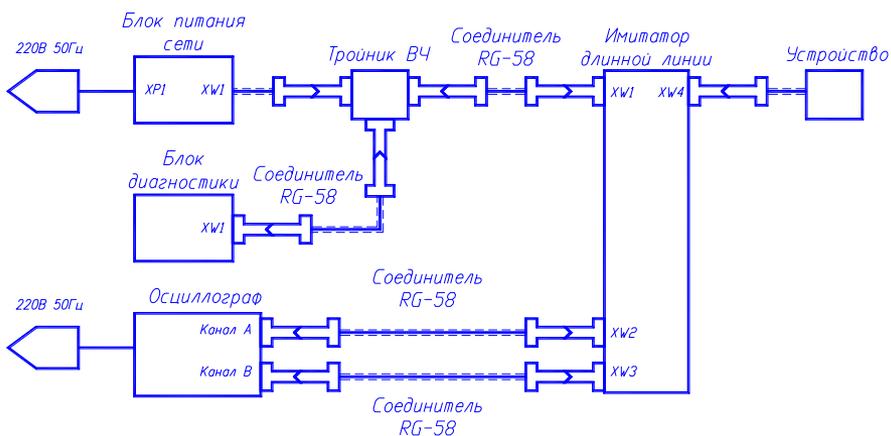
Необходимость оценки поставщиков и контрагентов, контроля качества продукции при внесении изменений и после перерывов в производстве

Комплекс испытаний электронных блоков систем защиты подземных коммуникаций

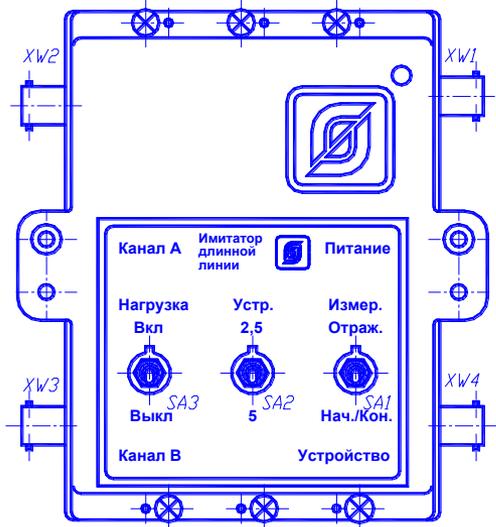
№ п/п	Вид испытаний и проверок	Оборудование и материалы	№ п/п	Вид испытаний и проверок	Оборудование и материалы
1	Проверка соответствия технической документации	-	8	Испытания внешних соединителей	Испытательная разрывная машина
2	Определение сопротивления изоляции корпуса	Тестер, краска проводящая	9	Проверка теплового режима	Термопара
3	Проверка материала корпуса на не горючесть	Газовая горелка Бузена	10	Испытание влагопроницаемости корпуса	Климатическая камера
4	Испытания на ударостойкость	Ударный стенд	11	Испытание информационного обмена по ИПЛ	Испытательный стенд
5	Испытания диодных барьеров и шунтов безопасности	Испытательный стенд	12	Определение границ зоны обнаружения	Стандартная цель
6	Испытание влагозащитного покрытия	Климатическая камера	13	Определение чувствительности к перемещению объекта	Стандартная цель
7	Испытания прочности заливочного компаунда	Испытательный стержень	14	Определение метрологических характеристик	Поверочная газовая смесь

Испытание информационного обмена

Схема соединений испытательного стенда



Внешний вид имитатора длинной линии



Этапы проведения испытания

1. Контроль отражения от места подключения устройства.

Этап считается успешным, если:

$$\Delta U < \left(1 - \frac{\eta}{100}\right) \cdot \frac{U_{Пор} - U_{П} + U_{И}}{N}$$

2. Контроль работы передающего устройства.

Этап считается успешным, если:

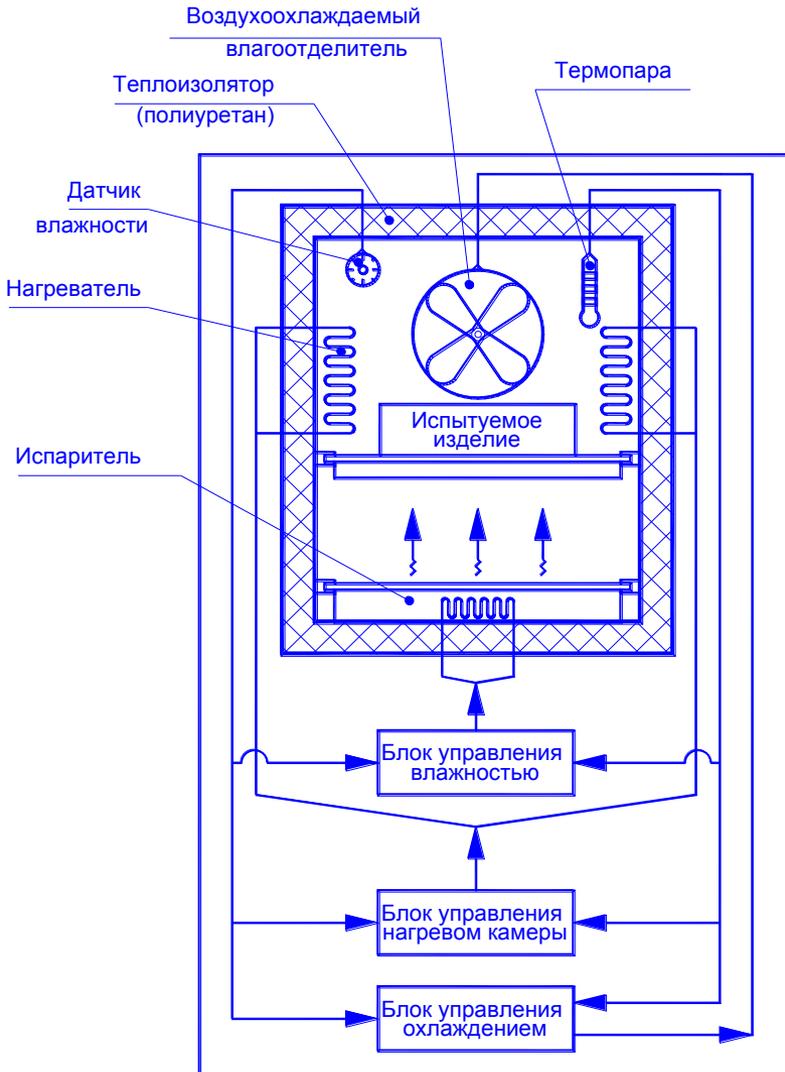
$$\left|U_{Изм} - U_{Пор}\right| > \frac{\eta}{100} \cdot U_{И}$$

3. Контроль работы устройства при максимальной нагрузке на линию.

Этап считается успешным при измеренном качестве связи 100%.

Испытание на влагопроницаемость корпуса

Схема климатической камеры



Порядок проведения испытания

1. Поместить испытуемое изделие в камеру, в которой доводят температуру до 5°C при 100% относительной влажности. Выдерживать 2 часа.
2. Изменить температуру в камере до 35°C , при этом относительная влажность должна оставаться 100%. Выдерживать 2 часа.
3. Повторить пункты 1,2.
4. Установить в камере температуру 15°C . Выдерживать 16 часов.
5. Извлечь устройство из камеры. Принять решение об успешности проведения испытаний.

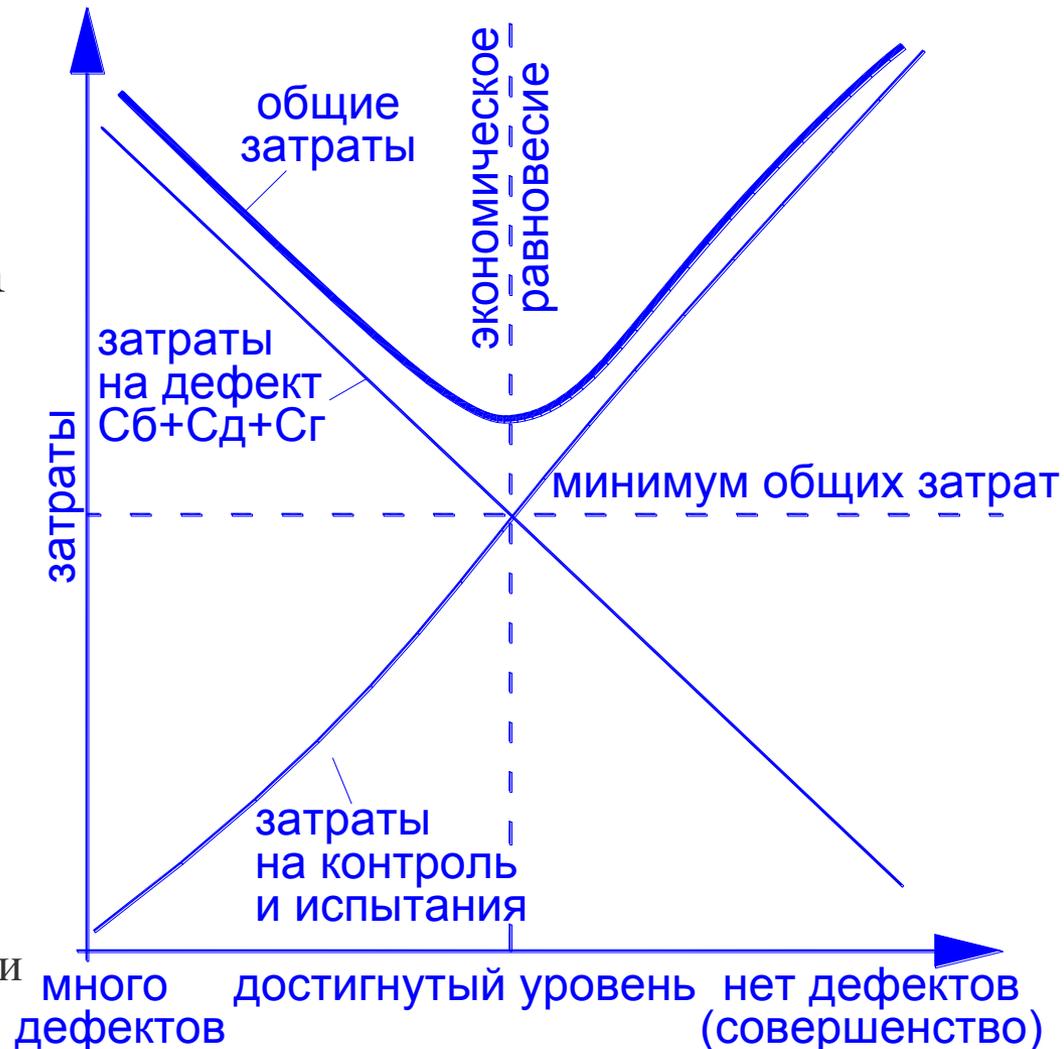
Испытание считается успешным при отсутствии росы внутри корпуса.

Затраты на качество

Обобщающий показатель качества:

$$K = \frac{C_b + C_d + C_g}{C_f} \rightarrow \min$$

где K – коэффициент качества;
 C_b – стоимость забракованной в процессе производства продукции,
 C_d – стоимость дефектной продукции, за которую по рекламациям уплачен штраф,
 C_g – стоимость продукции, подвергнутой гарантийному ремонту,
 C_f – стоимость продукции, фактически реализованной за отчетный период



Обобщенные затраты при контрольных испытаниях и понятие риска

Для оценки производственных затрат воспользуемся понятием обобщенных затрат, являющихся суммой затрат на введение и осуществление контрольных испытаний C и вероятных затрат R , связанных с выпуском несоответствующей продукции:

$$Z_{общ} = (C + R) \rightarrow \min, R \in [R]$$

где $[R]$ – допустимый диапазон затрат R .

Задачей методики является получение зависимости обобщенных затрат от состава комплекса и параметров испытаний в виде:

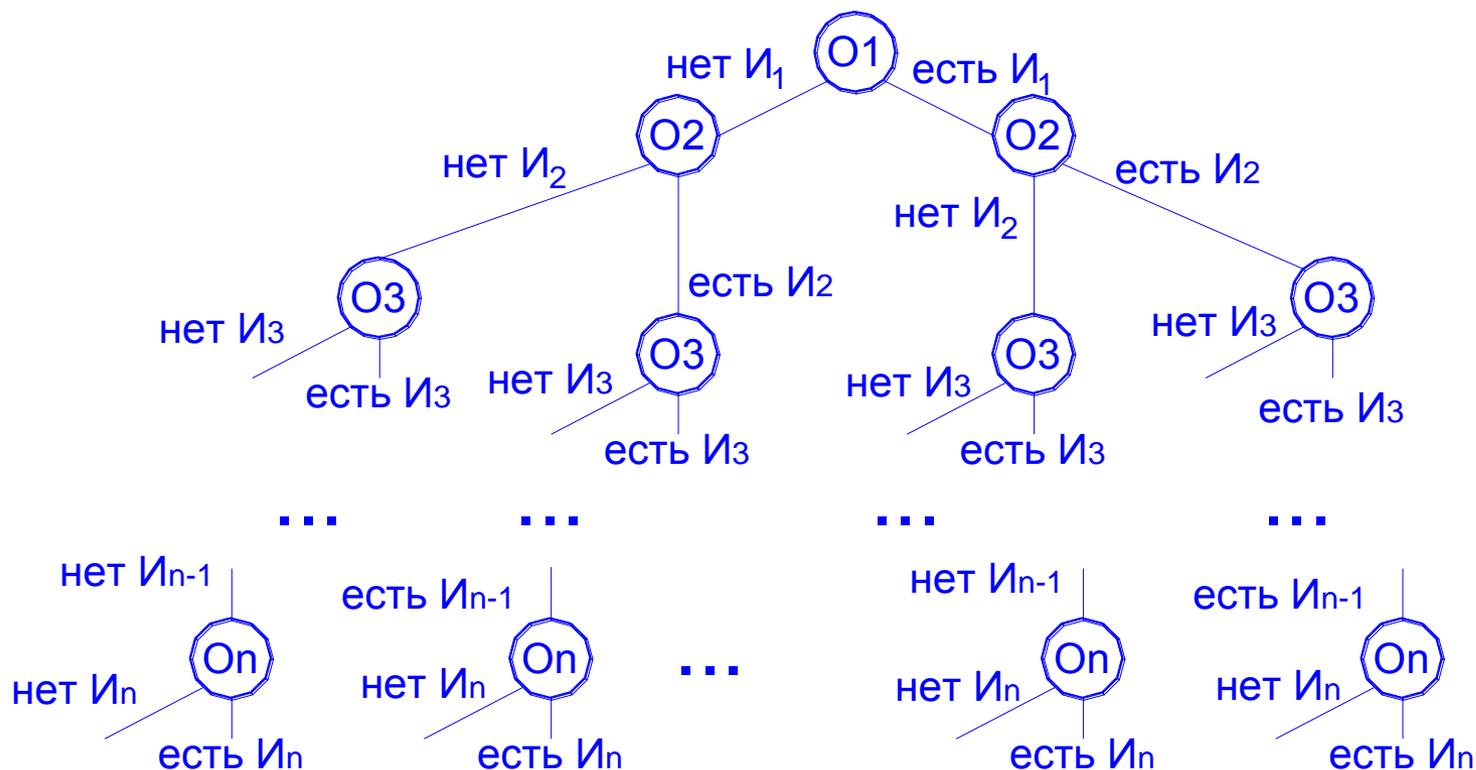
$$Z_{общ} = f(\vec{\omega})$$

Для определения обобщенного оценочного параметра потерь применим понятие риска, выражающегося через потери, связанные с неустранением дефектов, на вероятность их появления:

$$R(\tilde{c}) = \sum_{i=1}^n p_i c_i$$

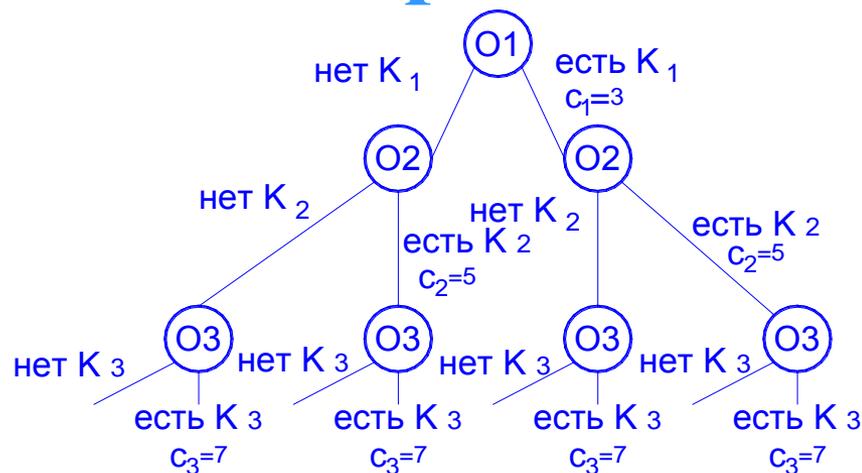
В этом смысле риск численно равен математическому ожиданию потерь, связанных с неустранением дефектов

Двоичное дерево вариантов организации контрольных испытаний в ТП

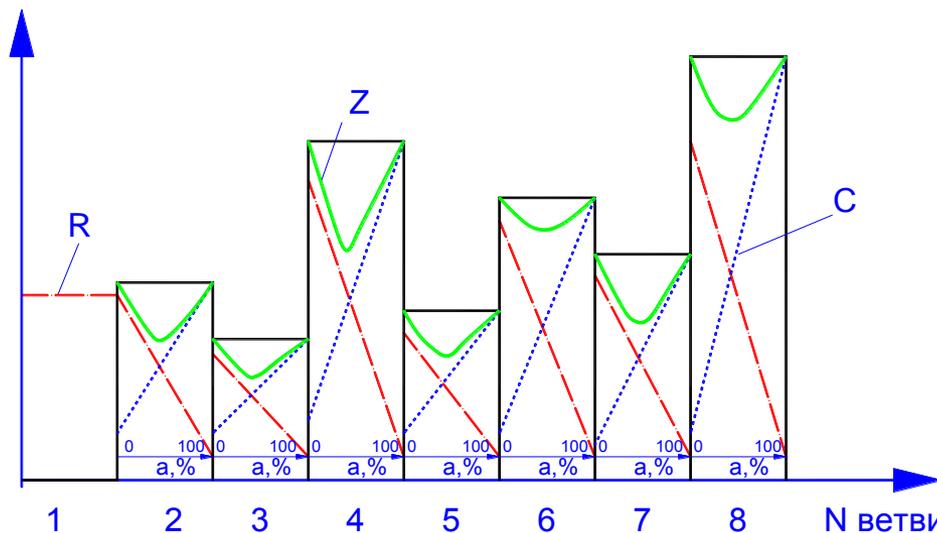


Ветви двоичного дерева являются альтернативными вариантами технологического процесса изготовления изделия. Для технологического процесса изготовления, состоящего из n – числа операций, существует $m=2^n$ вариантов последовательностей технологических операций и контрольных испытаний.

Одномерная зависимость стоимости испытаний и риска от мощности выборки



Номер ветви	1	2	3	4	5	6	7	8
Стоимость испытаний	0	7	5	12	3	10	8	15



a_i - мощность выборки в i -ой ветви.

На каждом участке, соответствующем номеру ветви, функция обобщенных затрат

$$Z(a_i) = C(a_i) + R(a_i)$$

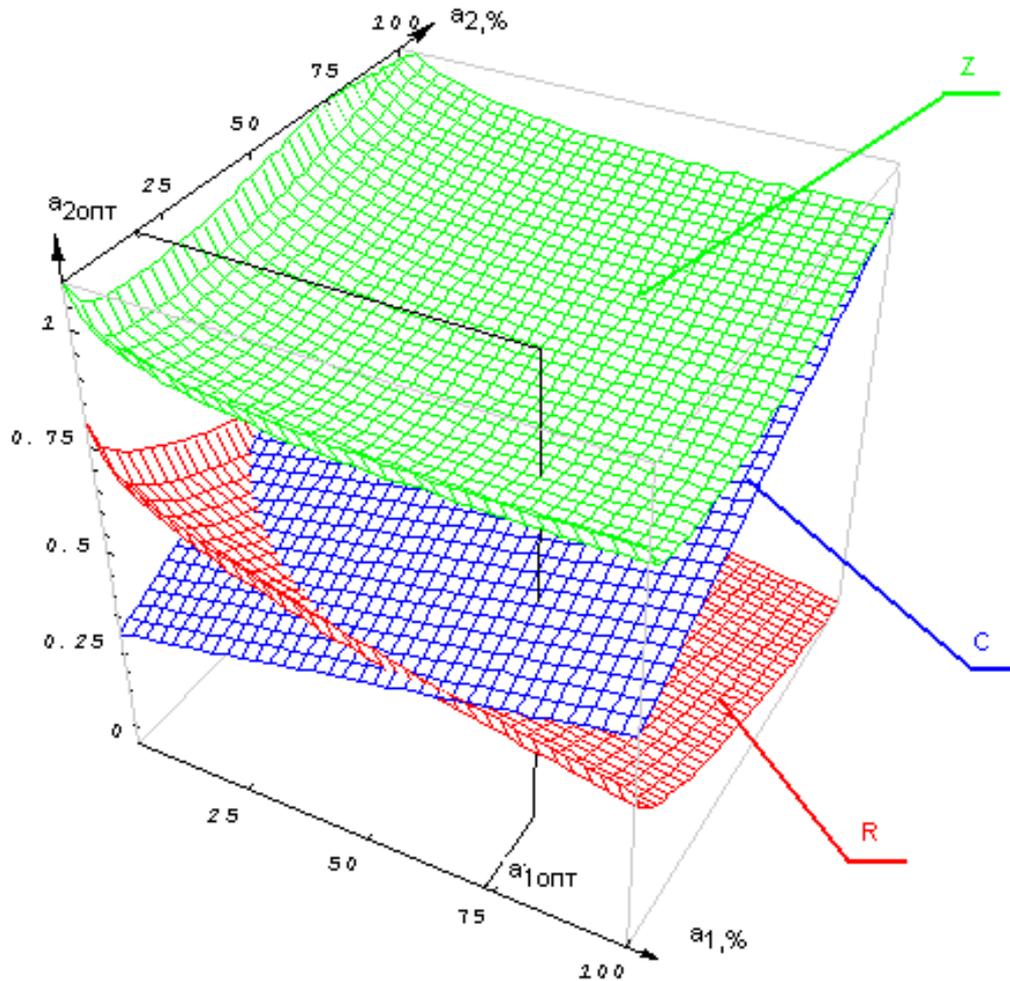
является унимодальной.

Минимум функции обобщенных затрат находится внутри варианта оптимальной последовательности технологических операций и контрольных испытаний:

$$Z_i = \inf(Z(a_i))$$

$$Z_{\min} = \min\{Z_i\}$$

Многомерная зависимость обобщенных затрат



В общем случае мощности выборок различных испытаний не равны между собой.

При этом зависимость обобщенных затрат от мощностей выборок для каждой ветви двоичного дерева является многомерной:

$$Z(\vec{a}) = C(\vec{a}) + R(\vec{a})$$

$$\vec{a} = \{a_1, a_2, \dots, a_{i-1}, a_i, a_{i+1}, \dots, a_{n-1}, a_n\}$$

Минимизация обобщенных затрат в многомерном случае производится аналогично одномерному случаю.

Определение численного значения риска при выборочных испытаниях

При проведении последовательно нескольких испытаний, способных выявить одно и то же несоответствие, предполагаемое число несоответствующих изделий перед следующим испытанием вычисляется как:

$$\hat{M}_{i+1}(a_1, \dots, a_i) = \sum_{K=0}^A \left(\hat{M}_i(a_1, \dots, a_{i-1}) - K \right) \cdot \left(\frac{\hat{M}_i(a_1, \dots, a_{i-1}) \cdot P_i'}{N_i} \right)^K \cdot \left(1 - \frac{\hat{M}_i(a_1, \dots, a_{i-1}) \cdot P_i'}{N_i} \right)^{a_i \cdot N_i - K} \cdot \frac{\left(\frac{a_i \cdot N_i}{100\%} \right)!}{K! \left(\frac{a_i \cdot N_i}{100\%} - K \right)!}$$

где N_i – число изделий, поступивших на испытания:

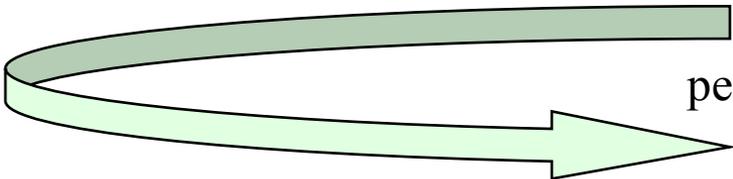
$$N_i = N_{i-1} - \left(\hat{M}_{i-1}(a_1, \dots, a_{i-2}) - \hat{M}_i(a_1, \dots, a_{i-2}) \right)$$

Риск равен произведению ожидаемого числа несоответствий после проведения всех испытаний и стоимости пропуска несоответствия:

$$R(\vec{a}) = \sum_{j=1}^L \hat{M}_n^j(\vec{a}) \cdot c_j$$

где L – число рассматриваемых типов несоответствий.

Полученное выражение является рекурсивным; необходима программная реализация расчетного метода



Экранные формы программы

Анализ обобщенных затрат

Файл Анализ

Операции

- О N#001
- О N#002
- О N#003
- О N#004
- О N#005

Несоответствия

Наименование	Возникает на операции	Предполагаемый %	Стоимость пропуска
Д 01-1	О N#001	15	100
Д 01-2	О N#002	20	050
Д 02-2	О N#002	25	075
Д 02-1	О N#001	15	100
Д 01-3	О N#003	20	100
Д 01-5	О N#005	10	100
Д 02-3	О N#003	10	100
Д 01-4	О N#004	20	100
Д 03-2	О N#002	55	100

Контрольные испытания

Наименование	Проводится после операции	Обнаруживаемые дефекты	Постоянны
К 1-1 (1-1,1-2)	О N#001	Д 01-1; Д 02-1	50
К 1-2 (1-1, 1-2, 3-2)	О N#002	Д 01-1; Д 01-2; Д 03-2	100
К 2-2 (2-1, 1-2, 2-2)	О N#002	Д 01-2; Д 02-1; Д 02-2	200
К 1-3 (2-1, 3-2, 2-3)	О N#003	Д 02-1; Д 03-2; Д 02-3	150
К 1-4 (1-1, 3-2, 2-3, 1-4)	О N#004	Д 03-2; Д 01-1; Д 01-4; Д 02-3	180
К 1-5 (1-1, 2-3, 1-4, 1-5)	О N#005	Д 01-1; Д 02-3; Д 01-4; Д 01-5	300
К 2-5 (2-1, 1-3, 1-5)	О N#005	Д 02-1; Д 01-3; Д 01-5	250

Переместить вверх | Переместить вниз

Добавить | Изменить | Удалить

Порядок выполнения операций

Возможные несоответствия с априорными вероятностями возникновения и стоимостями пропуска

Контрольное испытание

Наименование: К 1-4 (1-1, 3-2, 2-3, 1-4)

Проводится после операции: []

Дерево

Испытания

Наименование	Объем выборки, %
К 1-1 (1-1,1-2)	10
К 1-2 (1-1, 1-2, 3-2)	17
К 2-2 (2-1, 1-2, 2-2)	6
К 1-3 (2-1, 3-2, 2-3)	12
К 1-4 (1-1, 3-2, 2-3, 1-4)	20
К 1-5 (1-1, 2-3, 1-4, 1-5)	15
К 2-5 (2-1, 1-3, 1-5)	4

Несоответствия

Наименование	Расчетный объем, %
Д 02-1	12.281
Д 01-1	8.475
Д 03-2	41.270
Д 02-2	24.096
Д 01-2	16.667
Д 02-3	5.682
Д 01-3	19.565
Д 01-4	15.054
Д 01-5	9.091

Объем партии, шт.

Результаты

Стоимость контрольных операций	2409.40
Риск	10600.00
Суммарные затраты	1309.40
Забраковано изделий	43

Перечень контрольных испытаний

Двоичное дерево вариантов ТП

Расчетные данные

Заключение

Работа проводилась в рамках сертификации системы менеджмента качества предприятия МНПП «Сатурн» по ГОСТ Р ИСО 9001-2001.

На предприятии введена система документирования параметров производственного процесса с целью получения данных для последующей оптимизации контрольных испытаний.

На основе предложенного комплекса испытаний разработана программа и методика испытаний блока ОПД-4, которая в настоящее время внедряется на данном предприятии.