

Технология инновационного проектирования

Innovative Design Technology

Порядок работы над проектом на примере проекта «Cleaner»

Проект «Вакуумный пылесос»



FINAL PRESENTATION

SUBMITTED TO THE SANYO Electric Co. Ltd.

PRESENTED BY Institute of Innovative Design

Terms:

Beginning: January 01 2003

Completion: March 31 2003

Объект анализа

Вакуумный пылесос
SANYO SC-JT8D

Главная полезная функция

Захватывать и двигать ПЫЛЬ
ПОТОКОМ ВОЗДУХА.

Цели проекта

Главная цель

Разработать конструкцию очищающей системы, которая резко уменьшает уровень шума с 62 Дб (А) до 49 Дб(А) или меньше, используя ТРИЗ технологию.

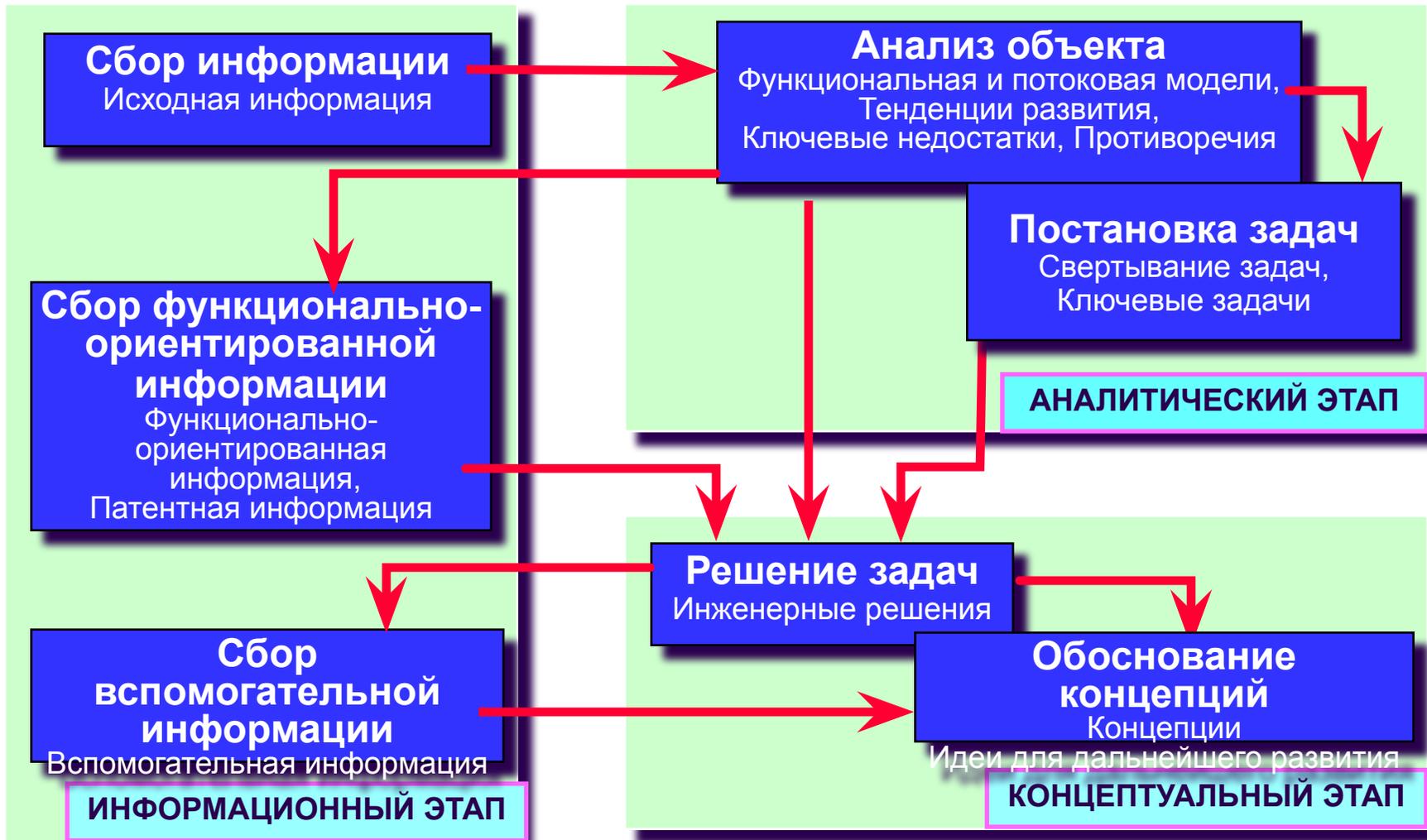
Ограничения

Желательный уровень результатов проекта –
степень изменений объекта:

Уровень E.

Прогноз – нет никаких ограничений, вплоть
до замены физического принципа.

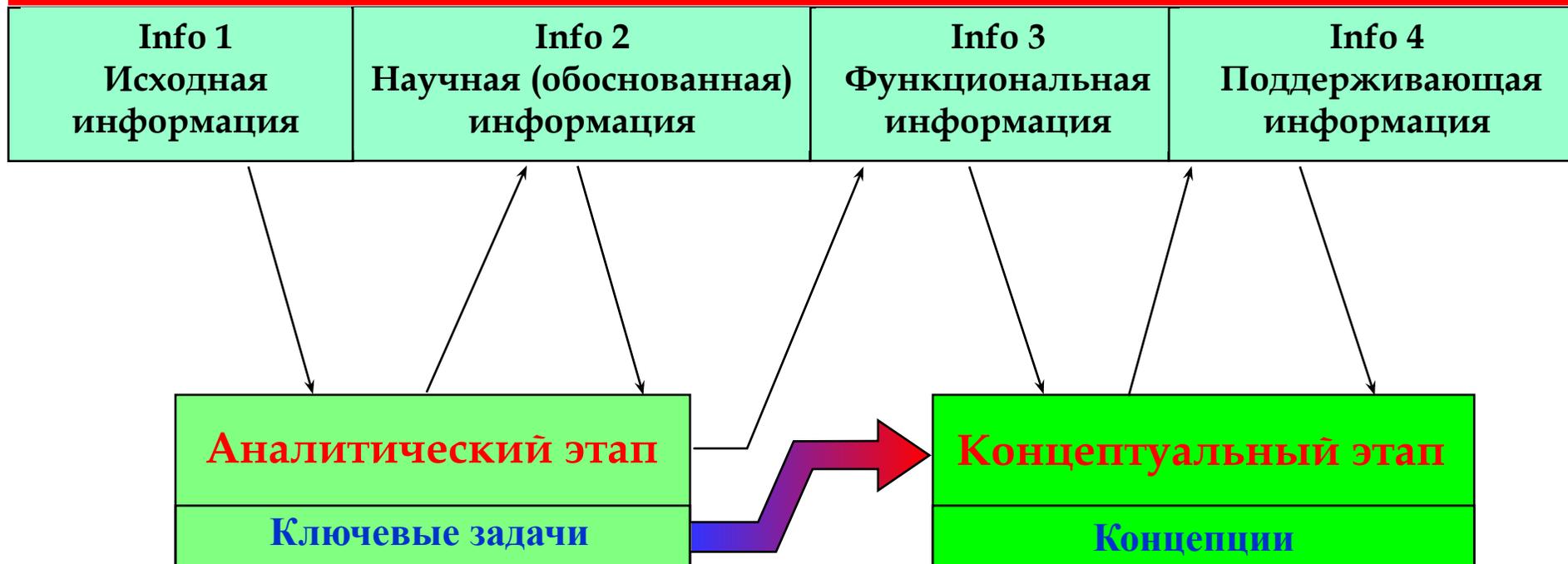
Технология инновационного проектирования



ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЭТАП

Обработка информации

Информационный этап



Legend:

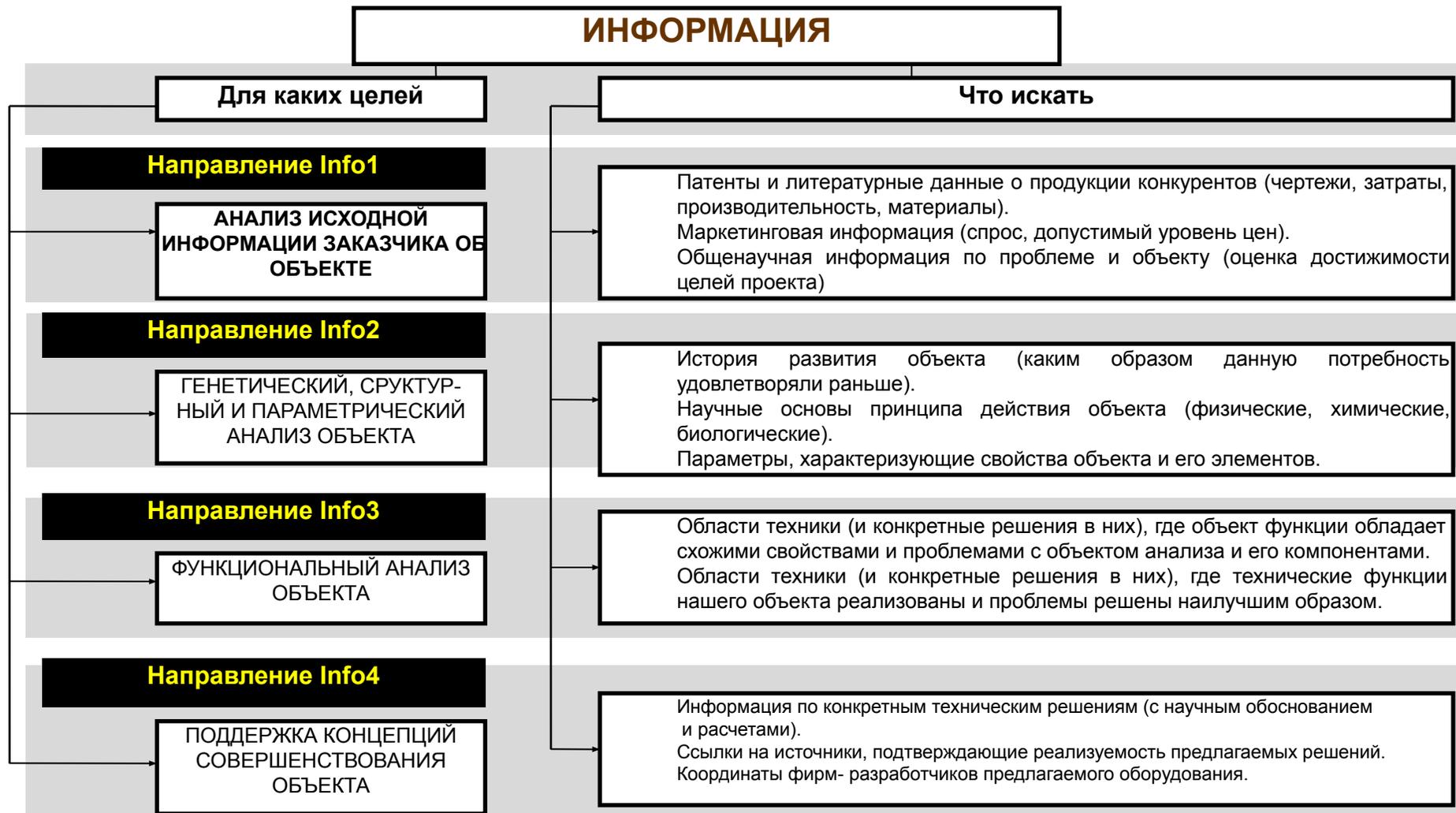
- Информационный ответ
- Информационный запрос

Информационный поиск

Используемые виды информации



Направления информационного обеспечения проекта Vacuum Cleaner



Пример определения ведущих областей науки и техники



Патентный поиск информации

Базы патентных данных:

1. Федеральный институт промышленной собственности (ФГУ ФИПС), Россия.

<http://www.fips.ru>

2. Патентная база данных США (USPTO).

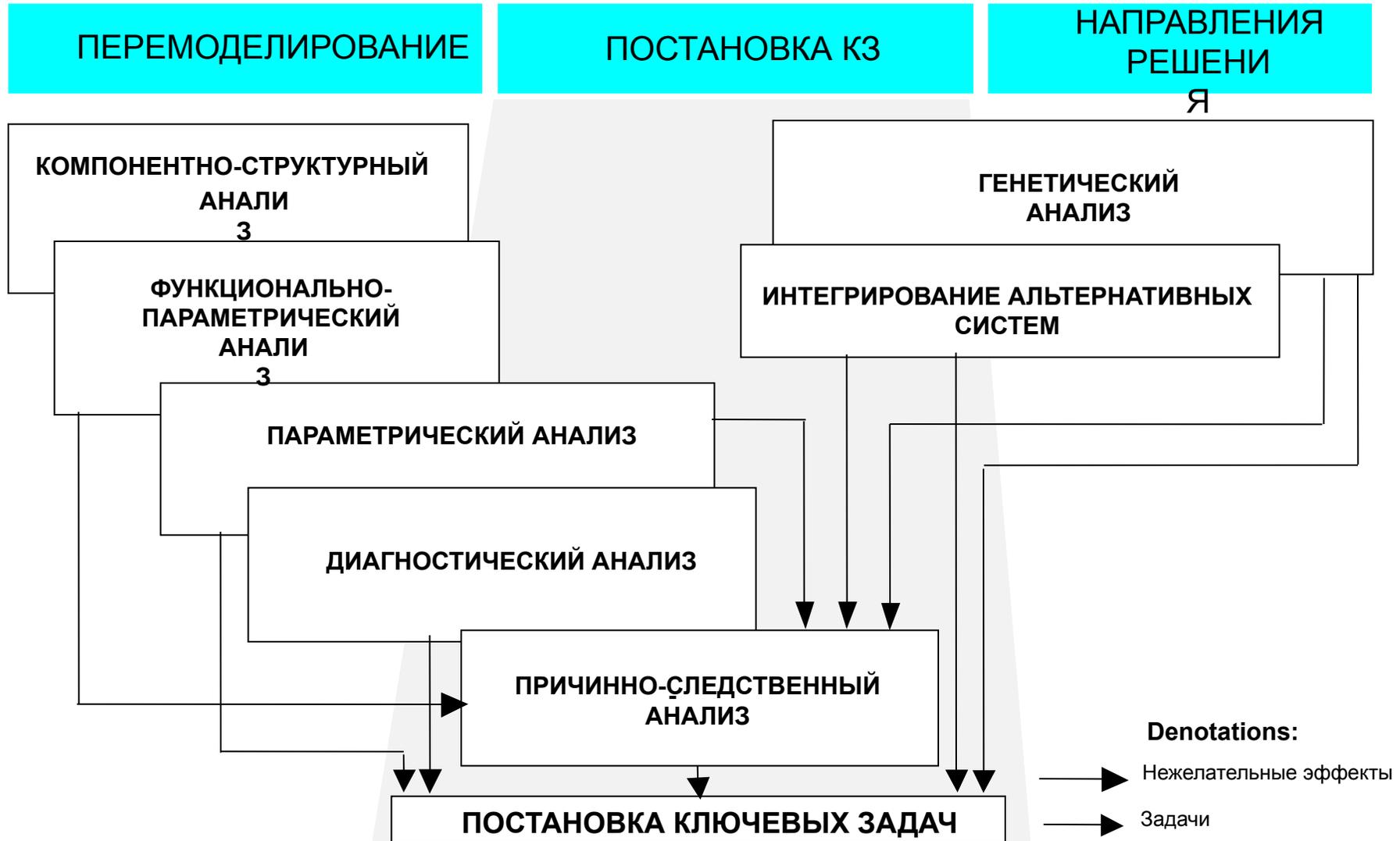
<http://patft.uspto.gov/>

Таблица информационного ПОИСКА (фрагмент)

| Направление поиска | Ведущие области науки и техники | Принцип, метод, устройство | | Возможное применение в проекте |
|-----------------------------------|--|--|--------------------------------|---|
| 1.Техническая функция: | Создавать воздушный поток | <input type="checkbox"/> | Обобщенная техническая функция | Двигать вещество |
| 1.1. Задача: | Высокая скорость воздушного потока формирует турбулентное движение. Это является причиной шума. | | | |
| 1.1.1. Поглощение звука веществом | Вентиляторы Компрессоры Насосы | Глушители | | Установить глушитель в корпус пылесоса. Сделать корпус двойным со звуконепроницаемым материалом внутри (использовать вакуум). |
| 2.Техническая функция: | Создавать воздушный поток | <input type="checkbox"/> | Обобщенная техническая функция | Двигать вещество |
| 2.1. Задача: | Двигатели газа генерируют дискретный шум при создании движения вещества. | | | |
| 2.1.2. Гашение звука антизвуком | радиоэлектроника | Система активного контроля звука (электронная схема) | | Применить схему активного контроля звука для уменьшения шума |
| | акустика | Резонаторы Гельмгольца | | |

Аналитический этап

Структура аналитического этапа



Генетический анализ

ПЕРВЫЙ ЭТАП: Ручная чистка

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССА ЧИСТКИ КОВРОВ

ПЕРВЫЙ ЭТАП: Ручная чистка.
Первым инструментом для чистки ковров была метелка. Это требовало больших затрат времени и сил и не давало необходимого качества чистки, т.к. размер инструмента (щетинки метелки) значительно больше размера изделия (пыли).

Следующий шаг выхлопывание ковра. Инструмент силы инерции. Примеры хлопалок представлены на рисунке.



Хлопалки

ВТОРОЙ ЭТАП: Ручная- механическая чистка.



The Bissell Crystal Sweeper
the late 1800's

Пыль захватывается и перемещается вращающейся щеткой. Щетка вращается опорными роликами чистильщика.



The Dustkiller
1910

Захват и перенос пыли осуществляется воздушным потоком.
Воздушный поток создает ручной поршневой компрессор.



Star Vacuum

Date of production is unknown. Manufactured in England Distributed by Baxendale and Co. Ltd. Manchester, England
Захват и перенос пыли осуществляется воздушным потоком. Воздушный поток создается мехами двигаемыми в ручную.

Viking (Friction vacuum cleaners)

Примерно 1940
Vital Manufacturing Co., Cleveland, OH
Мешок для сбора пыли условно не показан.
Захват и перенос пыли осуществляется воздушным потоком. Воздушный поток создается центробежным вентилятором. Центробежный вентилятор вращается опорными роликами чистильщика. Чистильщик двигается в ручную.

ТРЕТИЙ ЭТАП: Синтез классической технической системы «ПЫЛЕСОС»



На смену ручным чистильщикам пришел пылесос, он качественнее очищает ковер . Первый пылесос изобрел британский инженер Хуберт Бут в 1901 году. Пылесос, получивший название "Фырчащий Билли", был снабжен вакуумным насосом приводимым в действие бензиновым мотором мощностью в пять лошадиных сил. Этот пылесос пользовалось в Лондоне большой популярностью. Однако шум производимый пылесосом пугал лошадей. Поэтому власти Лондона запретил их использование на улице.



Richmond, 1909
Масса- 20кг.



Electrolux V, 1921.

Уменьшена масса- 14кг.



LG V-3644HTV. 2002

Уменьшен размер- 318x265x218мм
Уменьшена масса- 3.8кг.
Уменьшение шума- 67дБ
Увеличена сила всасывания- 350Вт
Увеличено качество очистки
выпускного воздуха - 5 степеней

фильтрации

Компонентно-структурный анализ



Функциональный анализ фрагмент функциональной таблицы

| ЭЛЕМЕНТ | ФУНКЦИЯ | Rank |
|----------------------------------|-------------------------------|------|
| Турбо-щетка | To move dust | B |
| | To generate discrete noise | H |
| Всасывающий центральный шланг | To direct sucking airflow | A1 |
| | To transmit aerodynamic noise | H |
| | To transmit discrete noise | H |
| Корпус | To direct exhaust airflow | A3 |
| | To hold exhaust canal | A4 |
| | To hold power cord reel | A2 |
| | To direct sucking airflow | A1 |
| | To transmit aerodynamic noise | H |
| | To transmit mechanical noise | H |
| Сборник пыли | To collect dust | B |
| | To decelerate sucking airflow | H |
| Лопатки ротора | To create discrete noise | H |
| | To create exhaust airflow | A3 |

Выводы функционального анализа

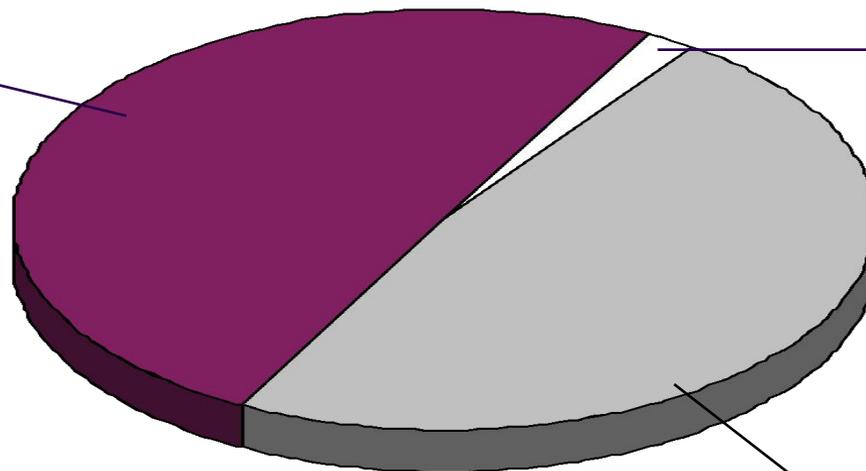
Только 4 элемента обеспечивают выполнение главной полезной функции (ГПФ):

- Всасывающий поток воздуха
- Щетка
- Турбо-щетка
- Пылесборник

Функционально-параметрический анализ

Статистика

Вспомогательные функции - 50%



Основные функции - 2%

Вредные функции - 48%

Statistics:

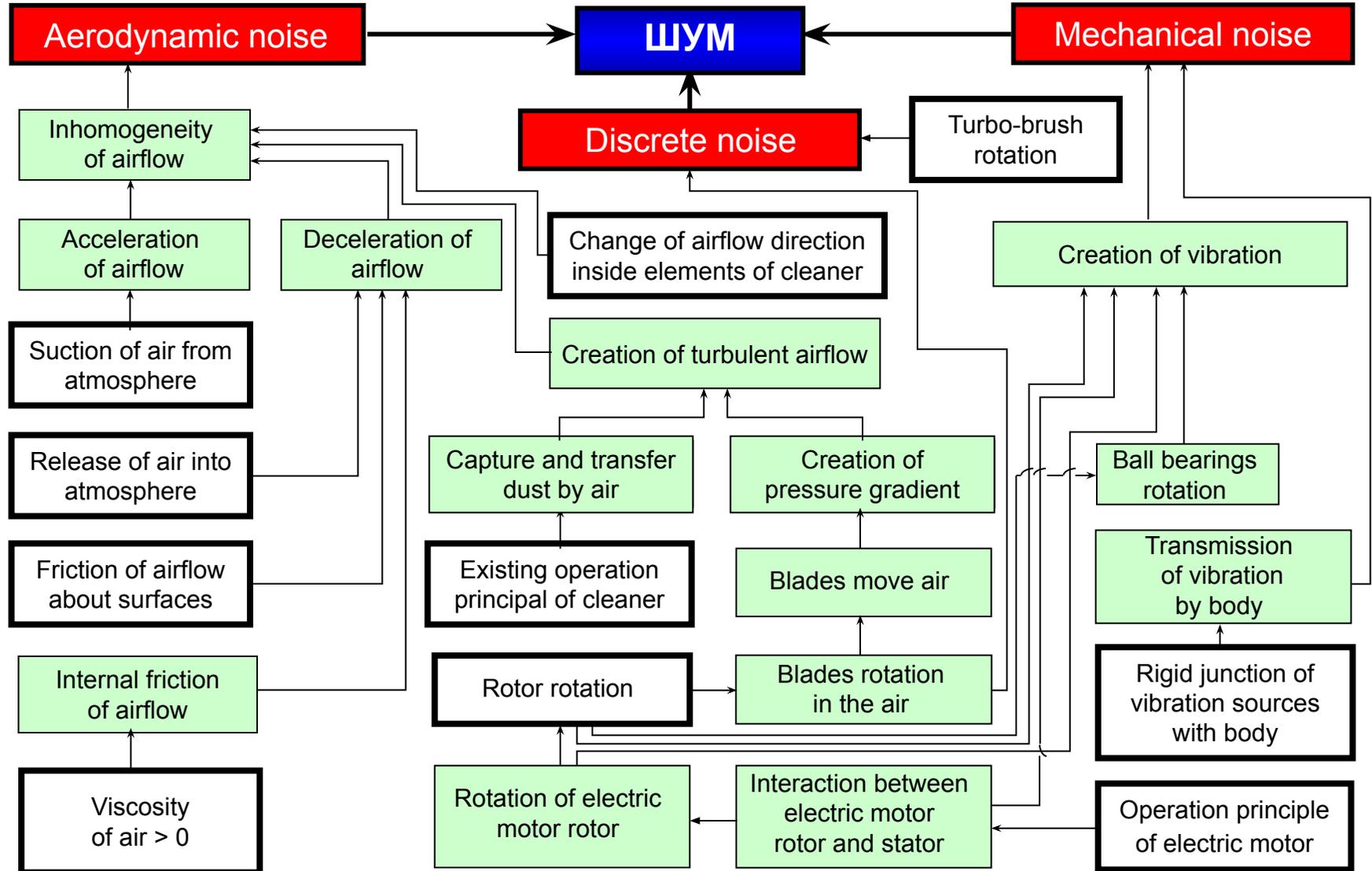
| | |
|--------------------|-----|
| ▪ Число элементов | 39 |
| ▪ Основные функции | 4 |
| ▪ Полезные функции | 104 |
| ▪ Вредные функции | 94 |

Результаты процедуры свертывания

Решение задач свертывания позволят уменьшить шум без изменения физического принципа работы вакуумного пылесоса.

| Элемент для свертывания | Задача свертывания |
|-------------------------|--|
| Выходной поток | 1. Как охлаждать элементы пылесоса без помощи выходного воздуха? |
| Ротор электромотора | 2. Как вращать ротор без ротора электромотора? |
| Лопатки ротора | 3. Как двигать всасывающий поток без лопаток ротора? |
| Коллектор | 4. Как вращать ротор электромотора без коллектора? |
| Шарикоподшипники | 5. Как держать ротор электромотора без шарикоподшипников? |

Причинно-следственный анализ

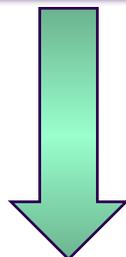
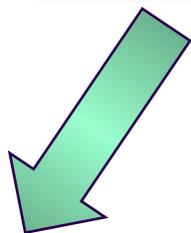


Постановка ключевых задач

| Key problem | Concepts solving key problems |
|--|-------------------------------|
| 1. How to muffle noise in the dust airflow? | 1 |
| 2. How to reduce a discrete component of noise? | 2 |
| 3. How to provide rigid junction of fan-motor with body, which not transmit vibration from fan-motor? | 3 |
| 4 How to hold rotor of electric motor without ball bearings? | 4 |
| 5. How to rotate rotor of electric motor without collector? | 6 |
| 6. How to move discrete noise into ultra sound region of spectrum? | 5 |
| 7 . How to rotate rotor without rotor of electric motor? | 6 |
| 8. How to move sucking airflow without rotor blades? | 7,8 |
| 9. How to cool elements of vacuum cleaner without exhaust airflow? | 9 |
| 10. How to eliminate suction of air from atmosphere and release of air into atmosphere? | 9 |
| 11. How to extract from a carpet and to transfer dust by using electric field in weak airflow of low noise vacuum cleaner? | 10 |
| 12. How to extract from a carpet, to transfer and collect a dust by using of electric field? | 11 |

Классификация задач

Ключевые задачи



Направление 1

ГАШЕНИЕ ШУМА БЕЗ
ИЗМЕНЕНИЯ
ЦЕНТРОБЕЖНОГО
ВЕНТИЛЯТОРА

3 ЗАДАЧИ

Направление 2

ИЗМЕНЕНИЕ
ЦЕНТРОБЕЖНОГО
ВЕНТИЛЯТОРА

5 ЗАДАЧ

Направление 3

ИЗМЕНЕНИЕ
КОНСТРУКЦИИ
ВАКУУМНОГО
ПЫЛЕСОСА

4 ЗАДАЧИ

Концептуальный этап

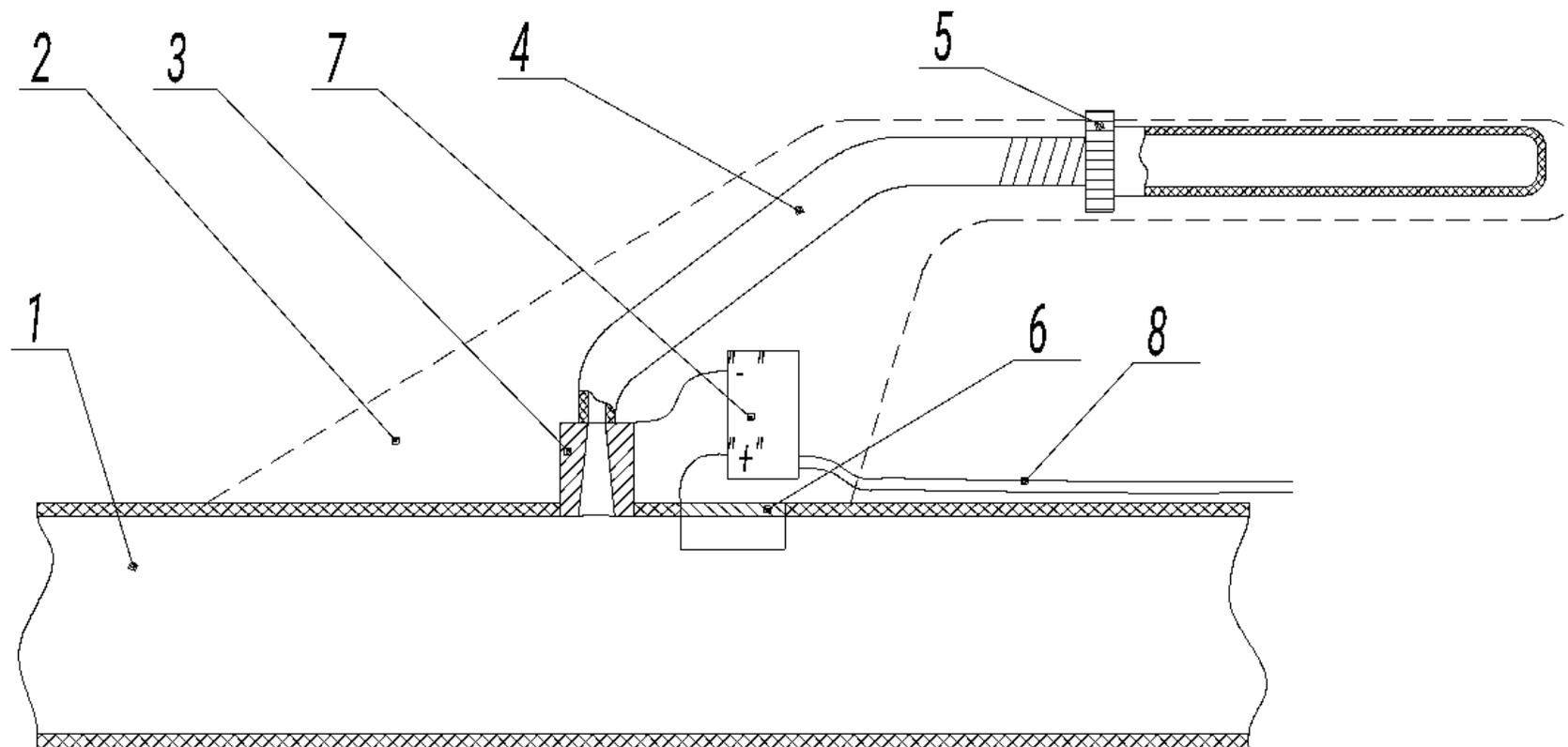
Концептуальное направление 1

ГАШЕНИЕ ШУМА БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ВЕНТИЛЯТОРА

The purpose of this direction: reduction of noise level without change of fan-motor.

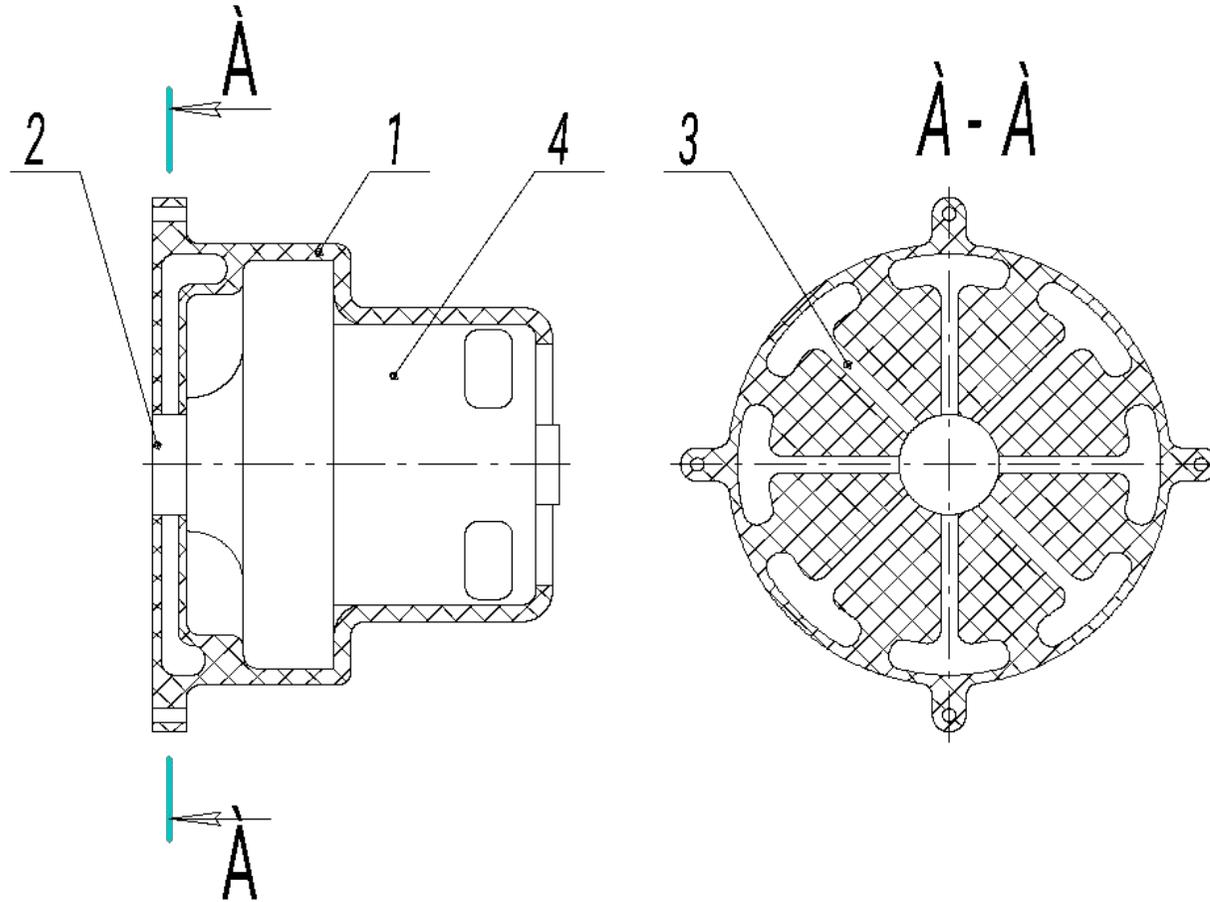
In concepts of the given direction fan-motor does not change, reduction of noise level is achieved by design methods with the minimal changes in system.

Концепция 1(А). Гашение шума активными глушителями (резонатор Гельмгольца)



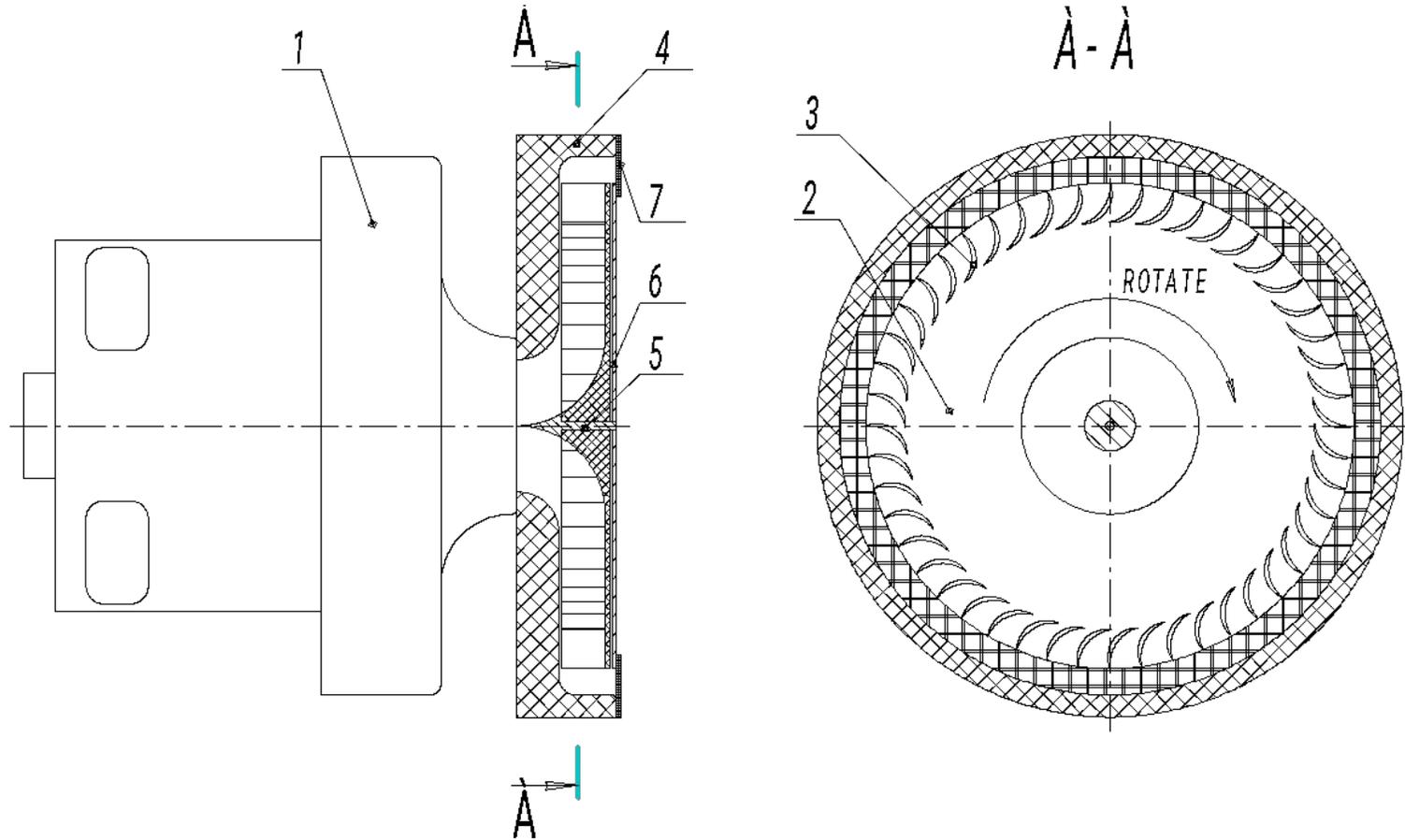
1. Всасывающий трубопровод. 2. Рукоятка. 3. Горловина резонатора Гельмгольца. 4. Резонатор Гельмгольца. 5. Система тонкой настройки резонатора Гельмгольца. 6. Нейтрализующий электрод. 7. Источник высокого напряжения. 8. Провода управления.

Концепция 1(В). Гашение шума активными глушителями (резонатор Гельмгольца)



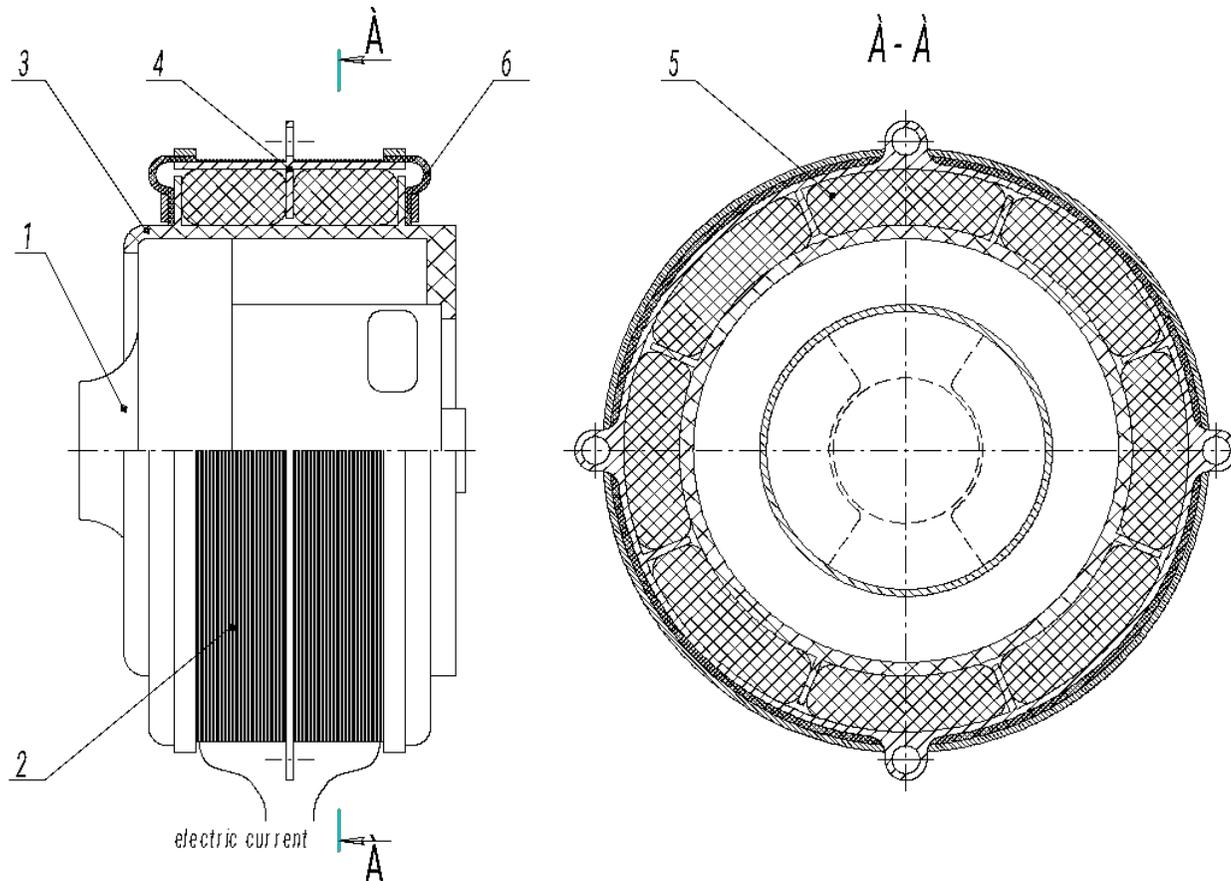
1. Корпус мотора. 2. Кольцевой вход. 3. Резонаторы. 4. Мотор-вентилятор.

Концепция 2. Уменьшение дискретной компоненты шума вращающимся экраном.



1. Электромотор-вентилятор. 2. Ротор. 3. Лопатки. 4. Корпус 5. Ось. 6. Поддерживающая подушка.
7. Решетка.

Концепция 3. Жесткое соединение электродвигателя с корпусом не передающее вибрацию



1. Электродвигатель. 2. Электромагнит. 3. Внутренняя обойма соединения. 4. Внешняя обойма соединения. 5. Эластичные подушки 6. Уплотнительный гофр.

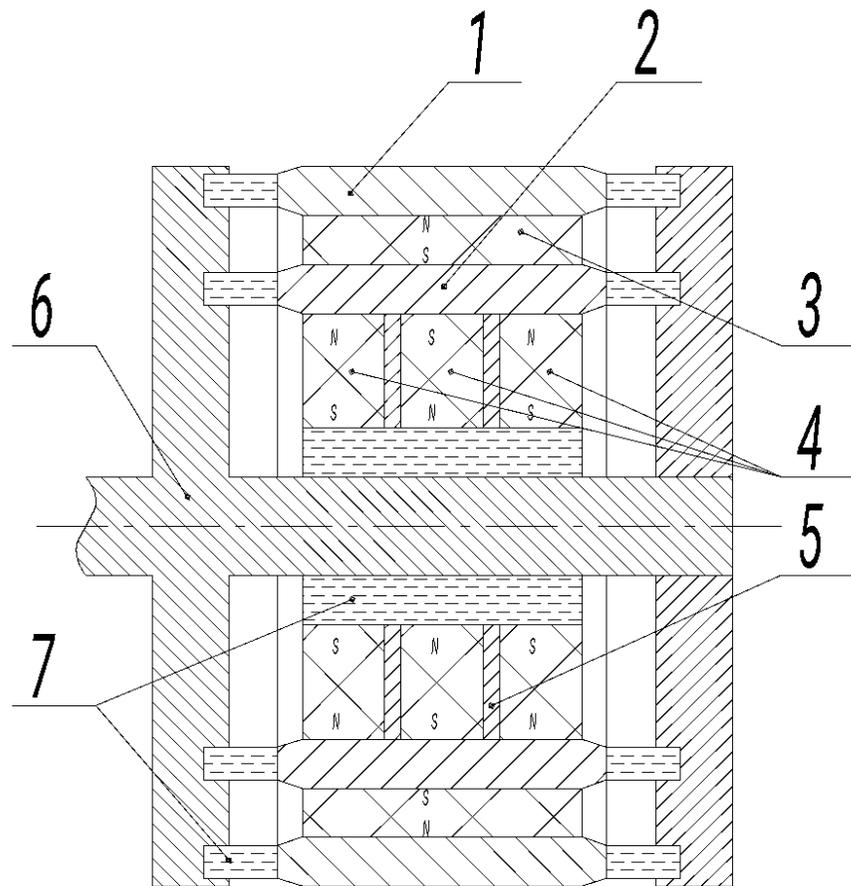
Концептуальное направление 2

ГАШЕНИЕ ШУМА С ПОМОЩЬЮ ИЗМЕНЕНИЯ МОТОРА-ВЕНТИЛЯТОРА.

The purpose of this direction: reduction of noise level with change of fan-motor.

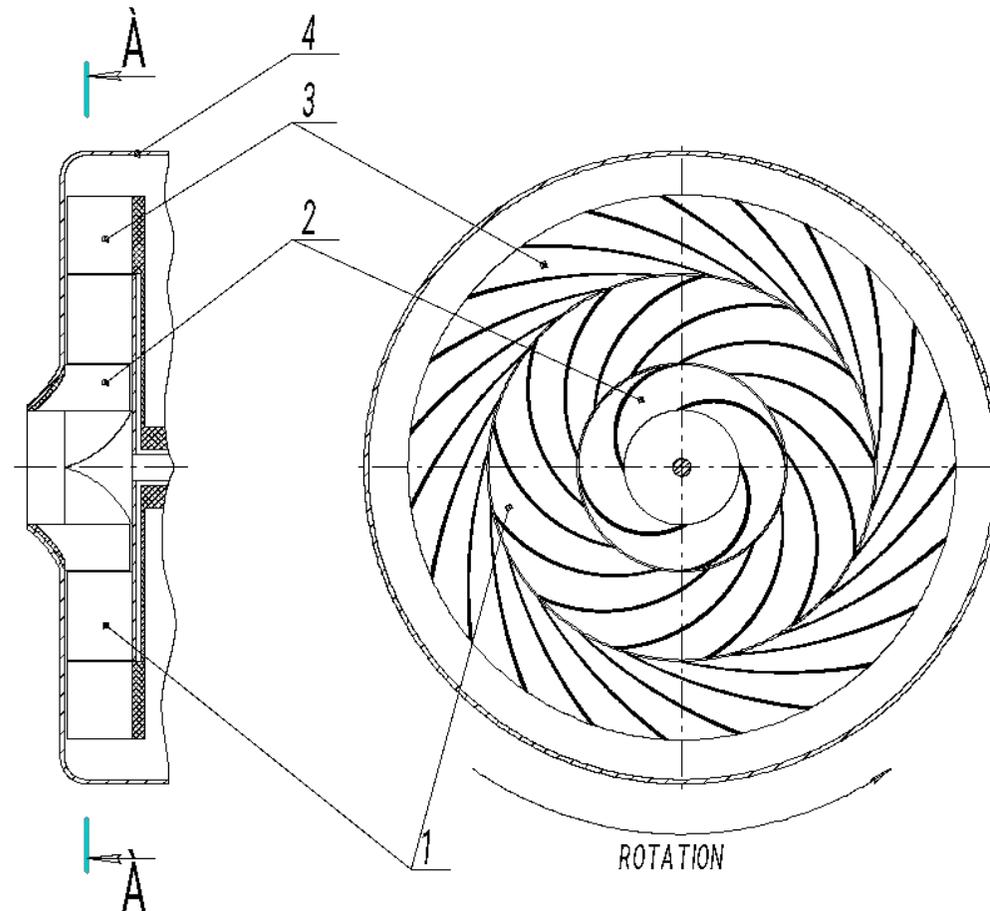
In concepts of this direction reduction of noise is associated with the change of fan-motor.

Концепция 4. Подшипники ротора электромотора не создающие вибрацию



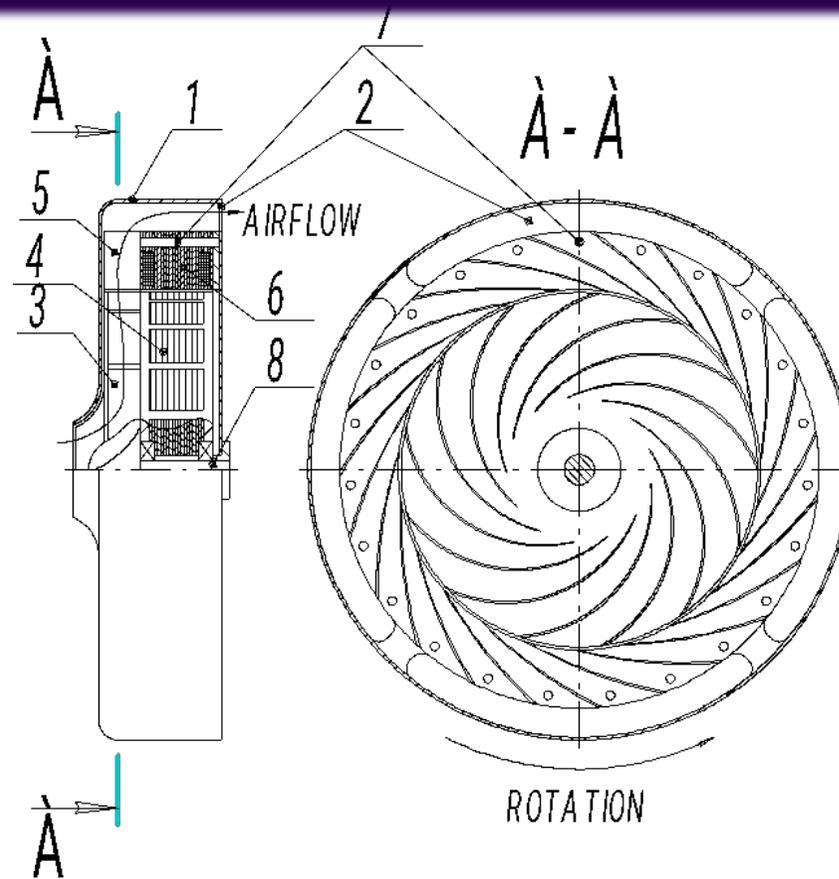
1. Внешнее кольцо осевого подшипника. 2. Внутреннее кольцо осевого подшипника. 3. Постоянный магнит осевого подшипника. 4. Постоянные магниты радиального подшипника. 5. Кольцевые прокладки. 6. Вал. 7. Магнитная жидкость.

Концепция 5. Применение ультразвуковой сирены увеличивающей всасывающую способность вентилятора



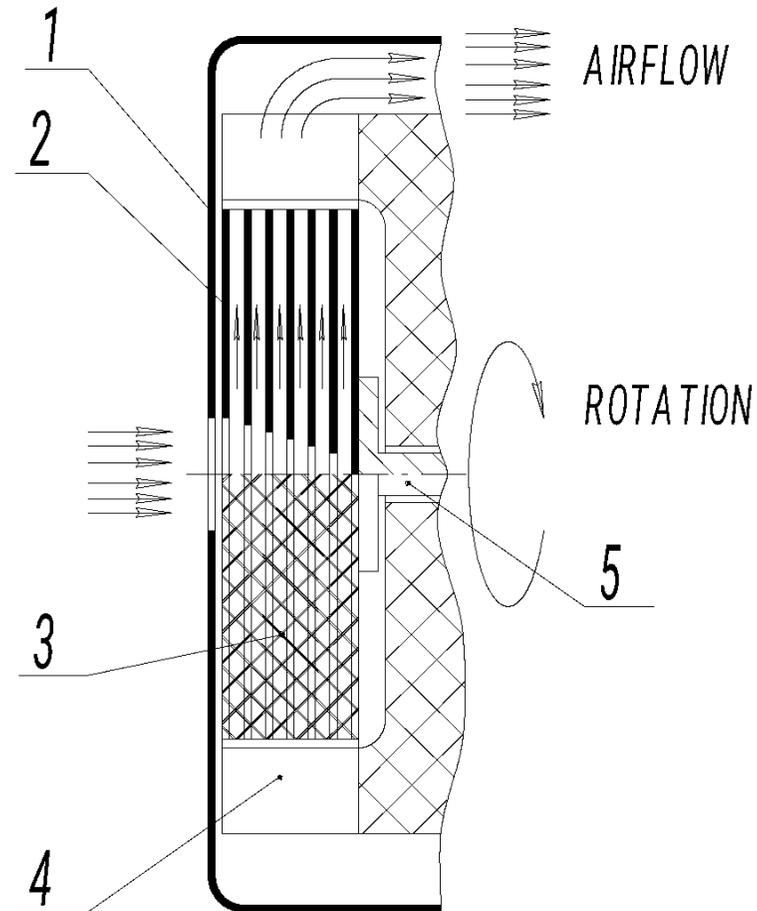
1. Ротор. 2. Всасывающий статор. 3. Выходной статор. 4. Корпус.

Концепция 6. Вращение ротора вентилятора за счет статора электромотора



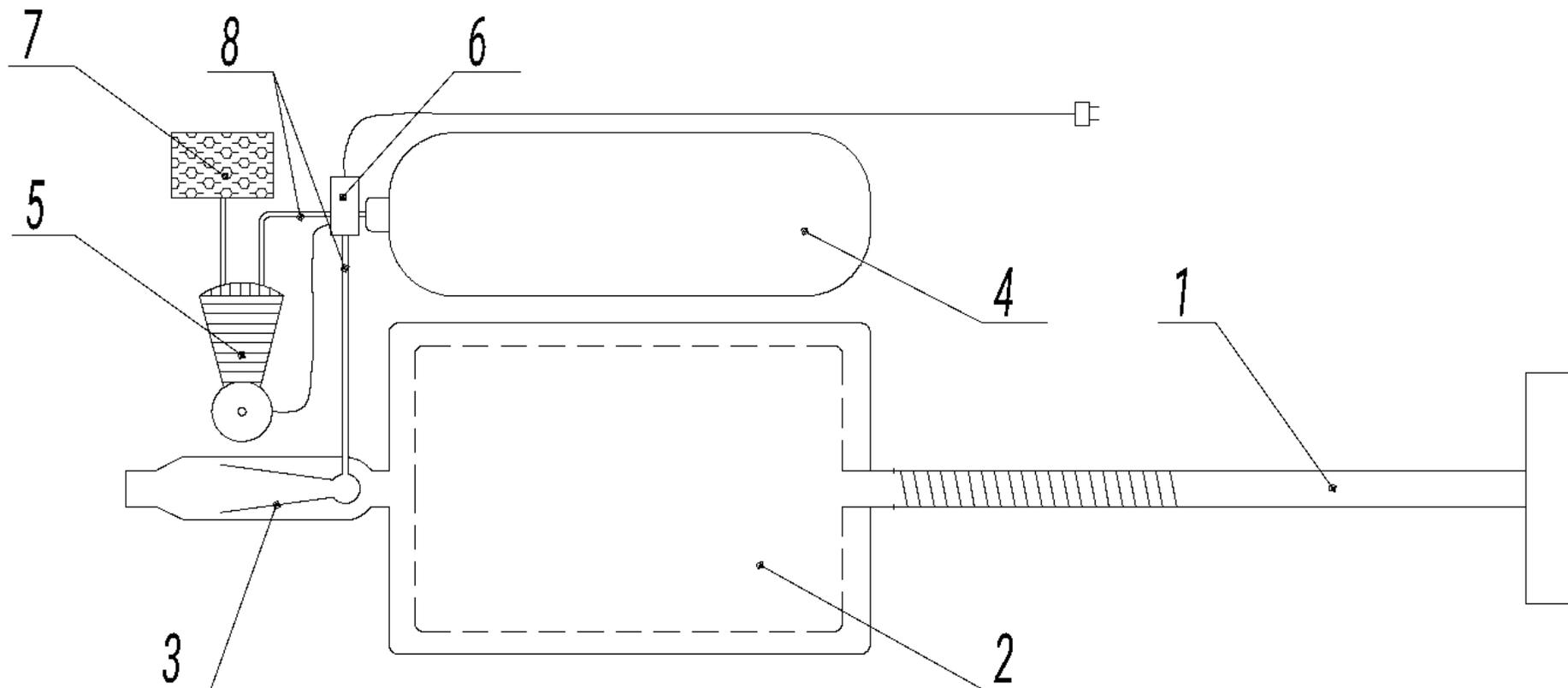
1. Корпус.
2. Выходные окна.
3. Подающая часть ротора вентилятора.
4. Моторная часть ротора вентилятора.
5. Статор вентилятора.
6. Статор электромотора.
7. Тепловые трубы.
8. Оси.

Концепция 7. Безлопастной ДИСКОВЫЙ вентилятор



1. Корпус. 2. Диски. 3. Соединяющая решетка. 4. Статор вентилятора. 5. Вал электромотора.

Концепция 8. Эжекционный вакуумный пылесос



1. Патрубок. 2. Отсек для сбора пыли. 3. Эжектор. 4. Баллон с газом. 5. Компрессор. 6. Блок управления. 7. Воздушный фильтр. 8. Воздушные пути высокого давления.

Концептуальное направление 3

ИЗМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВАКУУМНОГО ПЫЛЕСОСА

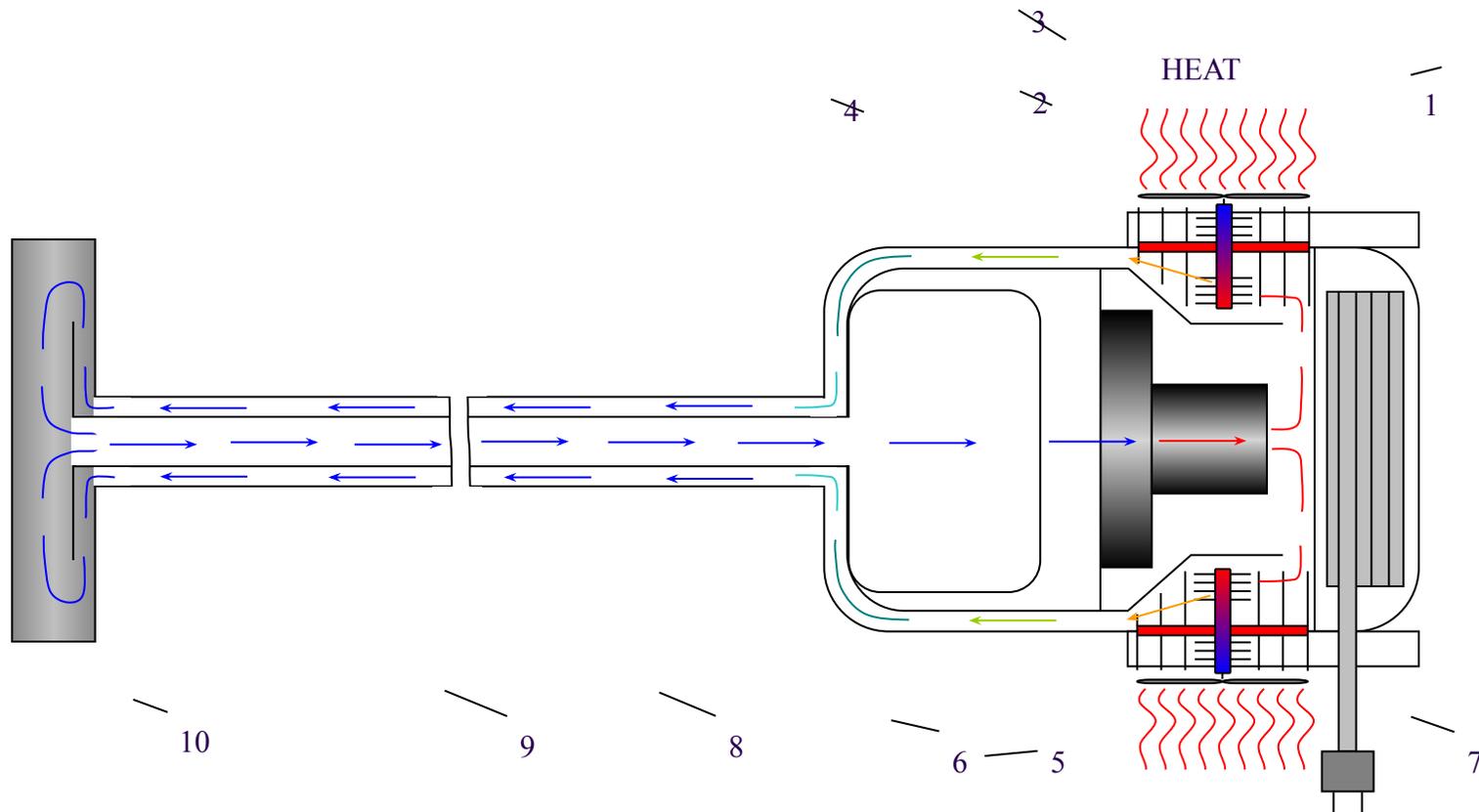
The purpose of the given direction: reduction of noise level associated with change of a design of vacuum cleaner.

In concepts of the given direction reduction of noise level is achieved by change of design of a vacuum cleaner.

Концепция 9. Вакуумный пылесос не всасывающий и не выпускающий воздух

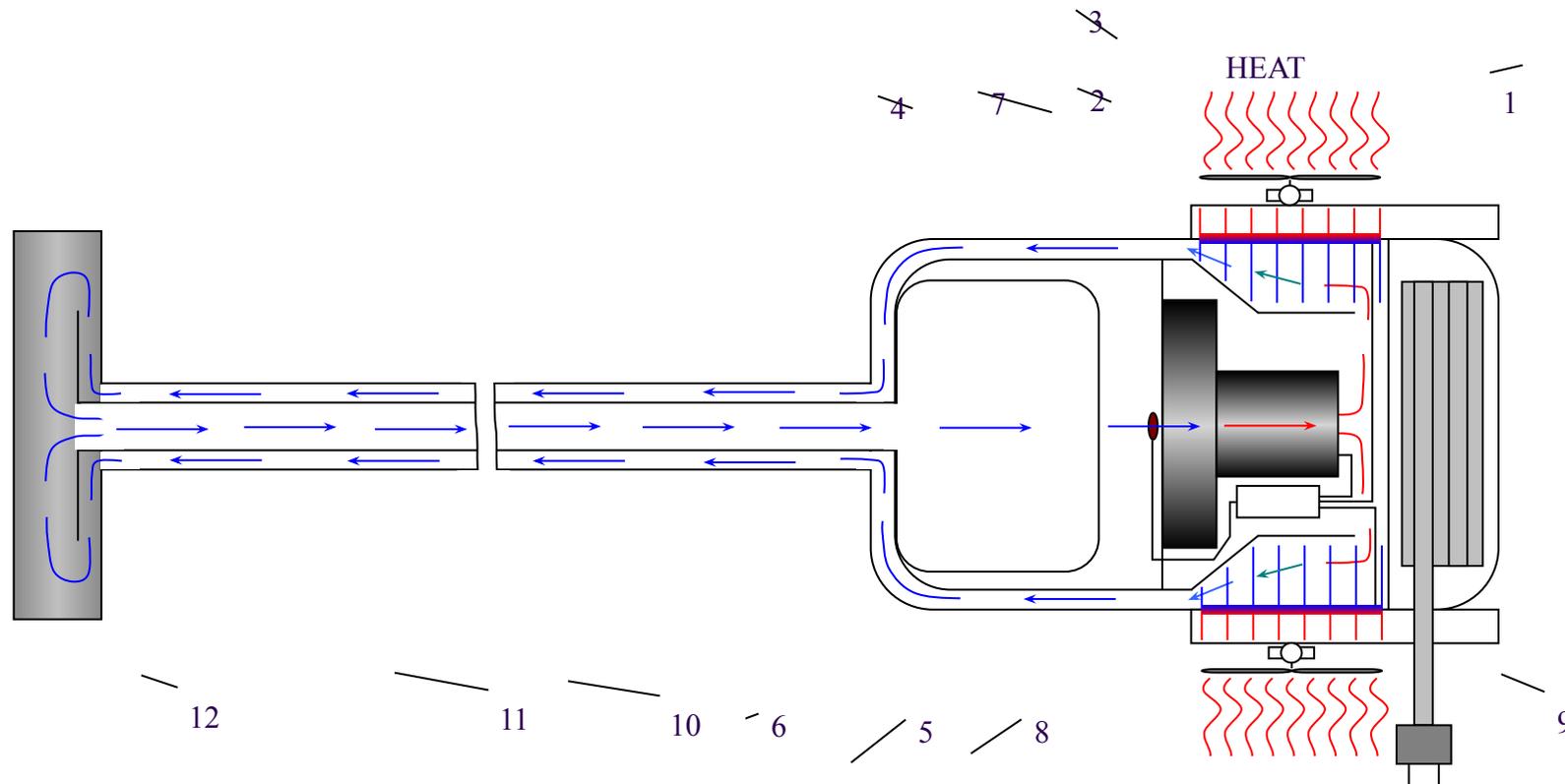
It is offered to change design not changing principle of operation in order to reduce noise of vacuum cleaner. Vacuum cleaner operates without release of air in environmental atmosphere. Air circulates inside the system (a body of vacuum cleaner - an airway - a floor brush - an airway – the body).

Концепция 9(А). Вакуумный пылесос не всасывающий и не выпускающий воздух с активной системой охлаждения



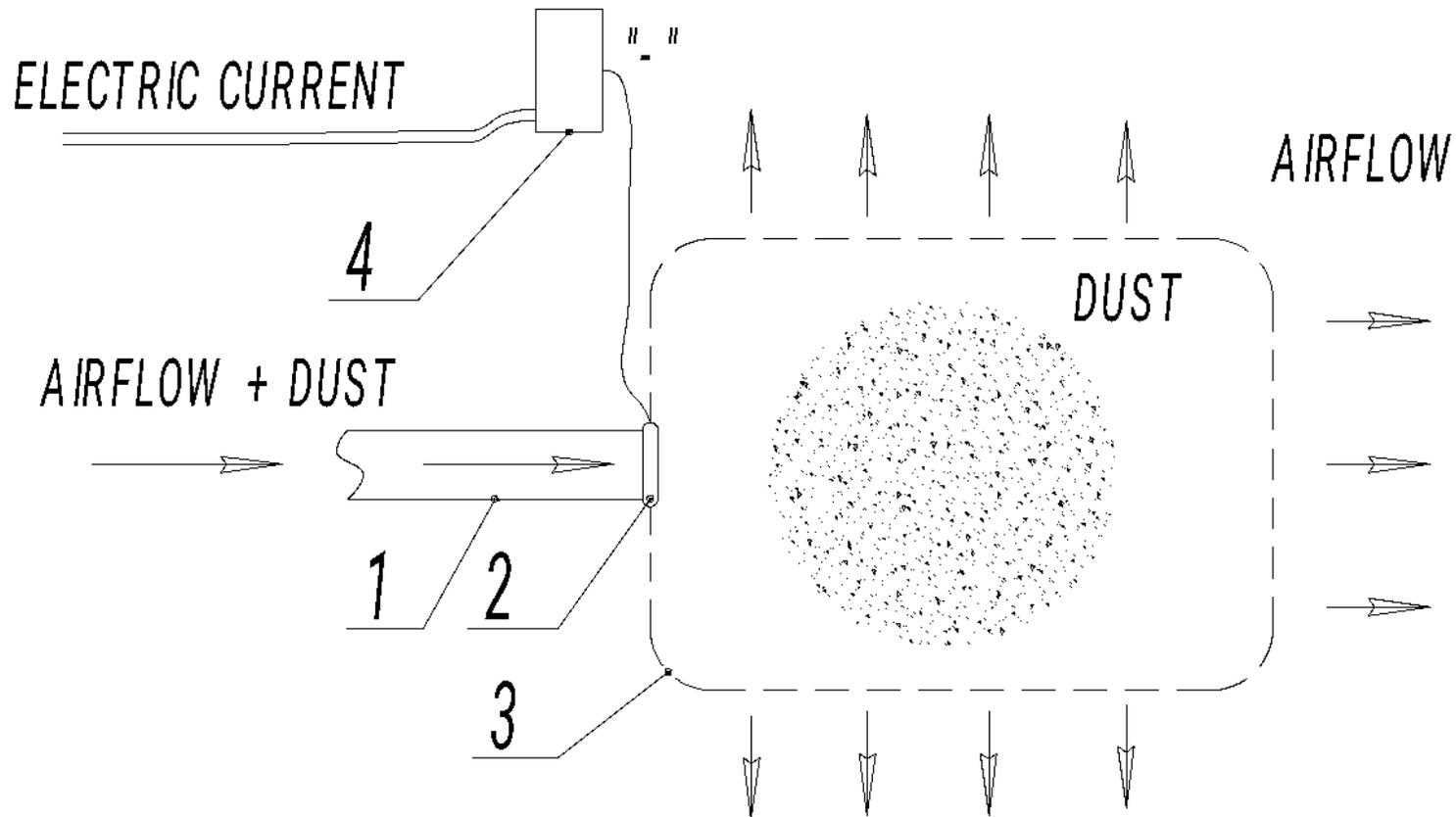
1. Корпус.
2. Радиатор.
3. Термомеханический конвертер.
4. Канал возврата воздуха.
5. Вентилятор.
6. Пылесборник.
7. Провод.
8. Подающий контур воздушного пути.
9. Всасывающий контур воздушного пути.
10. Щетка.

Концепция 9(В). Вакуумный пылесос не всасывающий и не выпускающий воздух с активной системой охлаждения



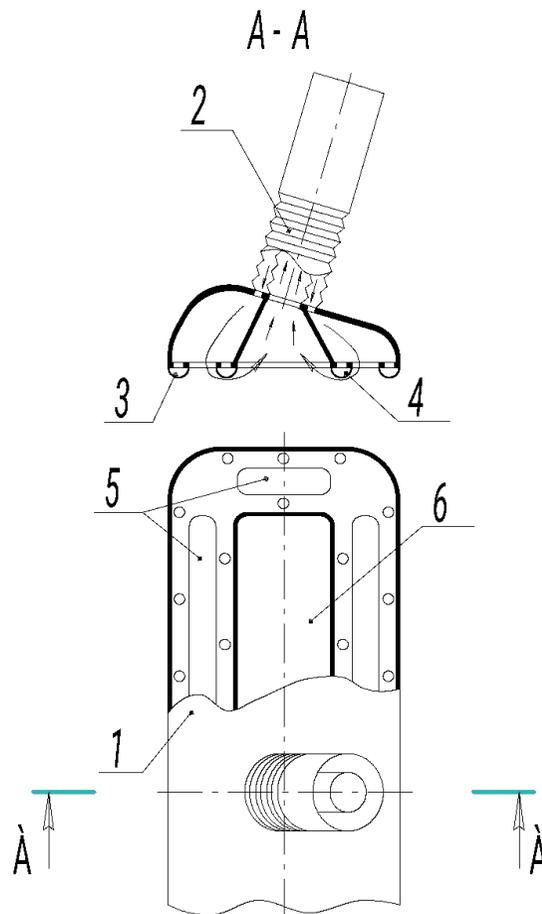
1. Щетка.
2. Элементы Пельтье.
3. Охлаждающий вентилятор.
4. Канал возврата воздуха.
5. Вентилятор.
6. Пылесборник.
7. Датчик температуры.
8. Блок управления.
9. Провод.
10. Подающий контур воздушного пути.
11. Всасывающий контур воздушного пути.
12. Щетка.

Удаление потенциальных проблем



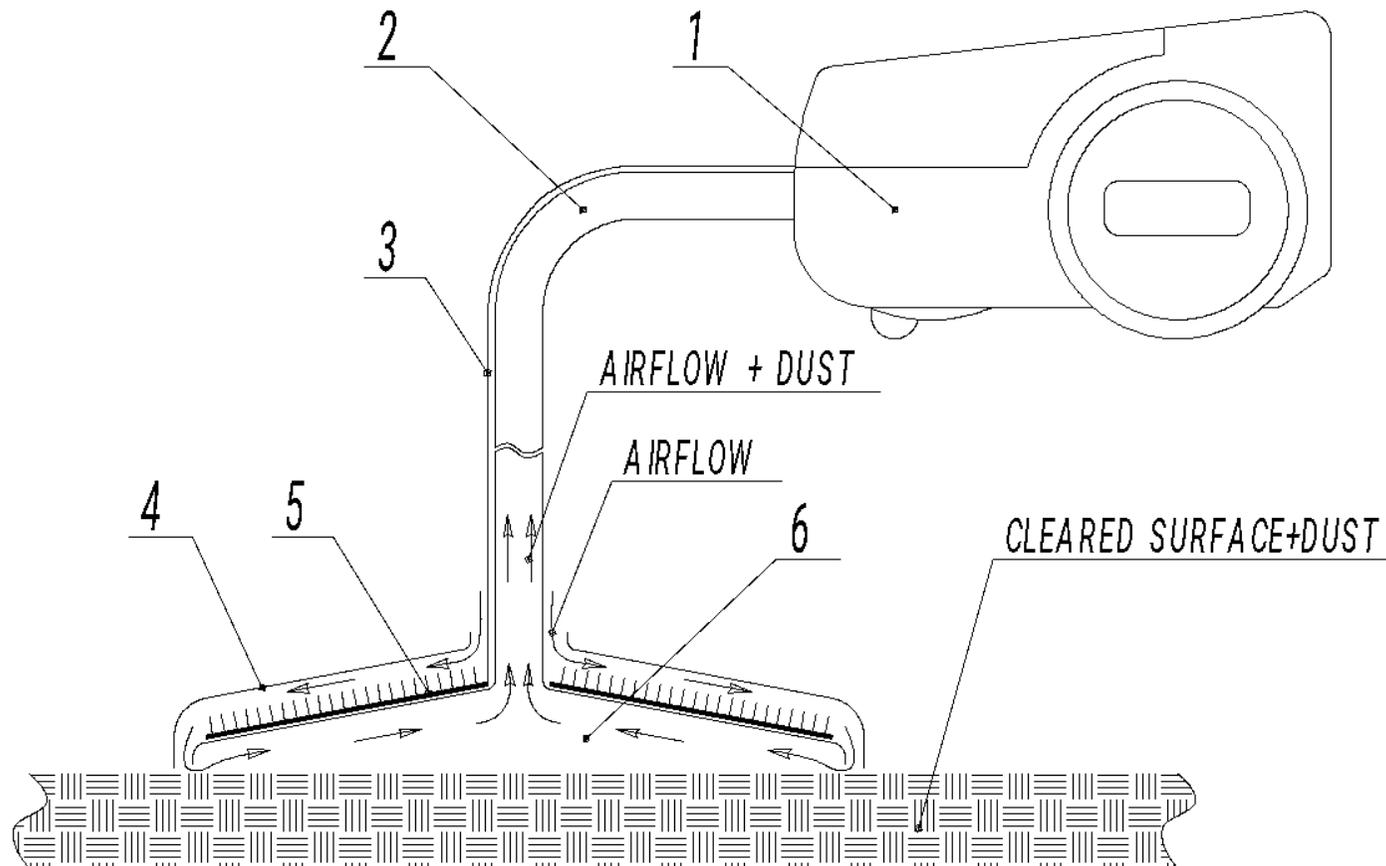
1. Всасывающий трубопровод. 2. Коронирующий электрод. 3. Электропроводный пылесборник. 4. Высоковольтный источник.

Вновь появившийся ресурс



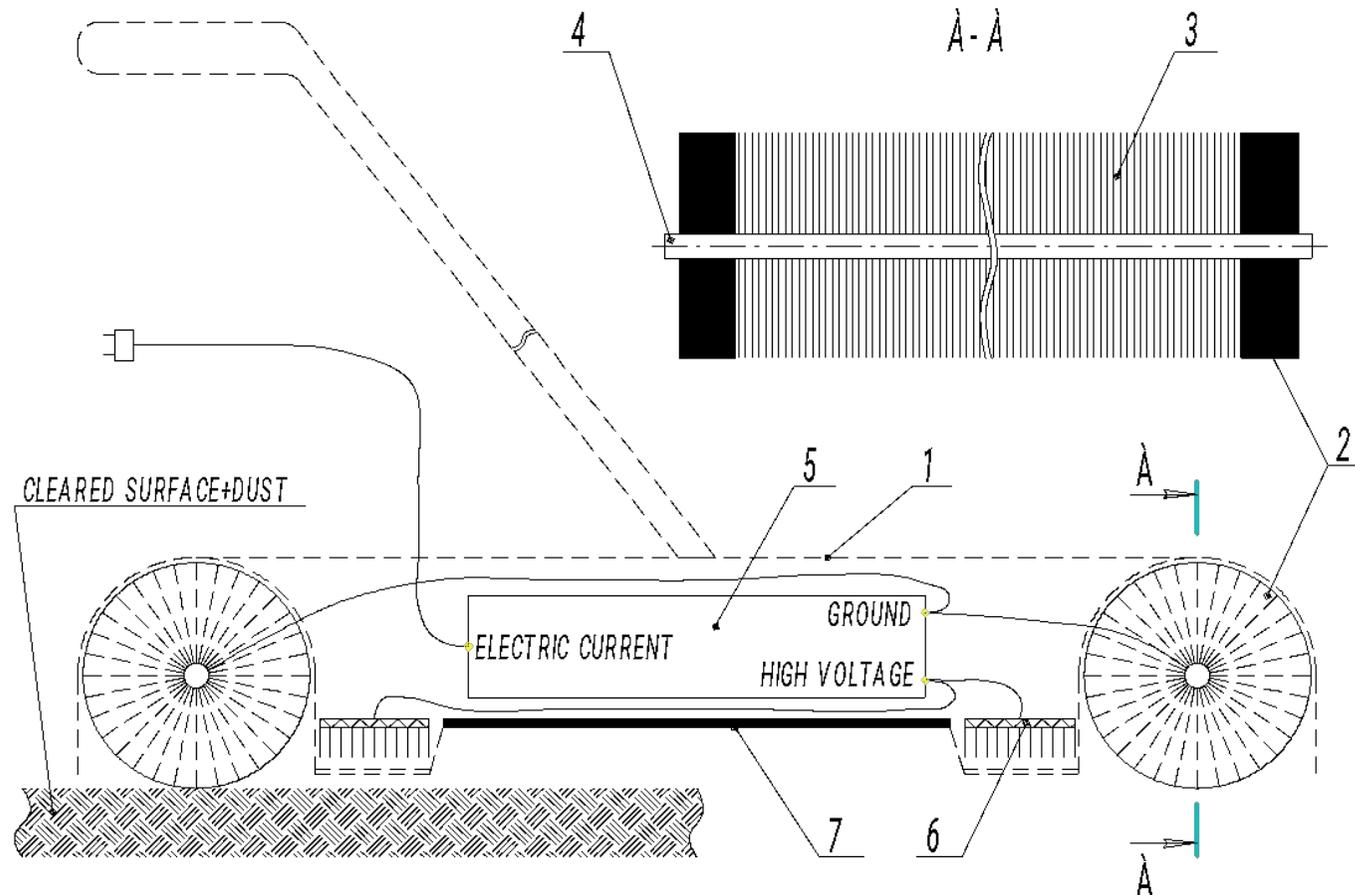
1. Корпус.
2. Гибкий соединитель.
3. Внешний уплотнительный манжет.
4. Внешний уплотнительный манжет.
5. Окна возврата воздуха.
6. Всасывающее воздушное окно.

Концепция 10. Электростатический вакуумный пылесос



1. Корпус. 2. Воздушный канал. 3. Провода высокого напряжения. 4. Корпус щетки. 5. Коронирующие электроды. 6. Всасывающая полость.

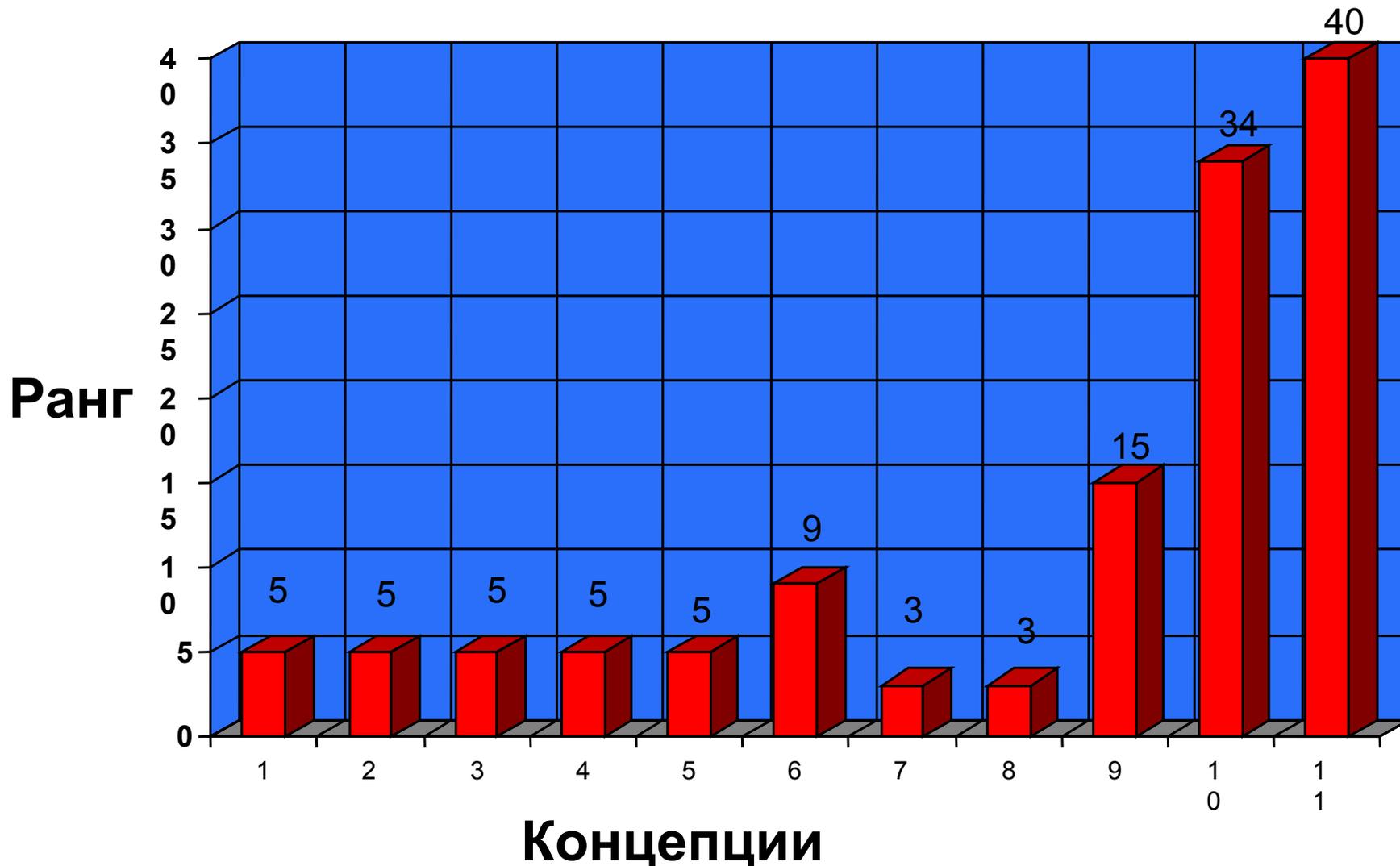
Концепция 11. Электростатический пылесос



1. Корпус.
2. Роллеры.
3. Щеточный нейтрализатор.
4. Ось.
5. Источник высокого напряжения.
6. Коронирующие электроды.
7. Униполярный электрестный пылесборник.

Ранжирование концепций

Результаты ранжирования концепций



ВЫВОДЫ

В результате выполненных исследований выявлены 3 концептуальных направления и разработаны 11 концепций совершенствования пылесоса, позволяющие в соответствии с требованиями Заказчика уменьшить шум работы пылесоса.

- 1. Произведено ранжирование разработанных концепций, позволяющее произвести многокритериальную количественную оценку их эффективности.**
- 2. Наиболее перспективным направлением дающее максимальный эффект по цели проекта является "Концептуальное направление 3: Изменение конструкции пылесоса".**
- 3. Наиболее перспективной концепцией дающей максимальный эффект по цели проекта является "Concept 11. Электростатический уборщик".**
- 4. Проведенный предварительный анализ патентоспособности 1,3,10,11 концепций свидетельствует об их оригинальности и возможности патентования.**