

Узкополосная многоканальная система стабилизации частоты оптического излучения

М Г Гуров¹, Е Г Гурова²

¹ ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физикотехнических и радиотехнических измерений», Менделеево, Московская обл., 141570, Россия.

² ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», пр. К. Маркса, 20, Новосибирск, 630073, Россия.

Эл. почта: gurov_mg@vniiftri.ru

Цели:

1. Уменьшение массогабаритных характеристик группы оконечных устройств стабилизации частоты.
2. Упрощение настройки системы стабилизации в целом устройства путем объединения оптических частей систем стабилизации нескольких лазерных источников.

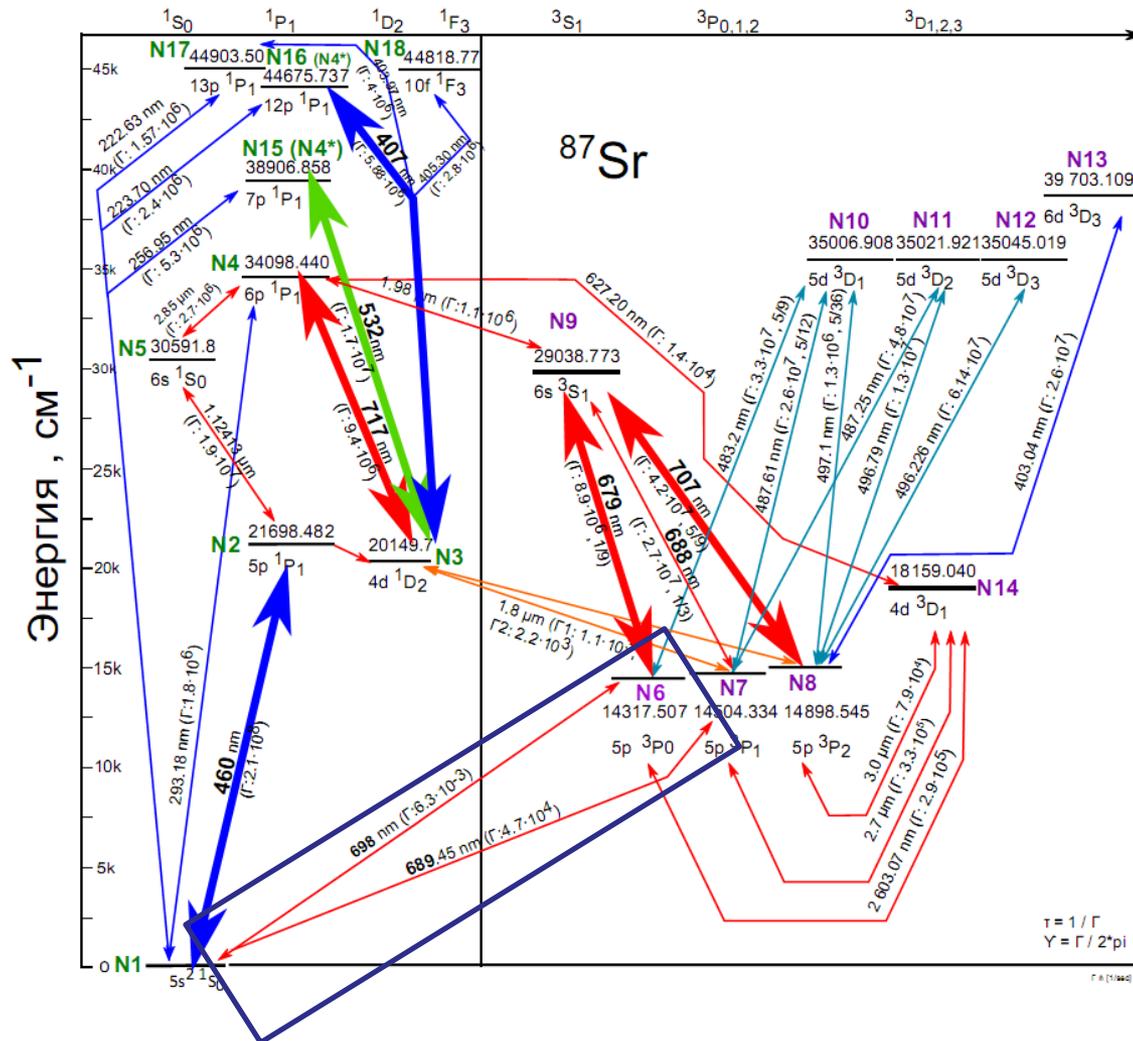
Путь решения:

Принцип объединения (Альтшуллер Г.С., 1973).

а) Соединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты – оптические резонаторы.

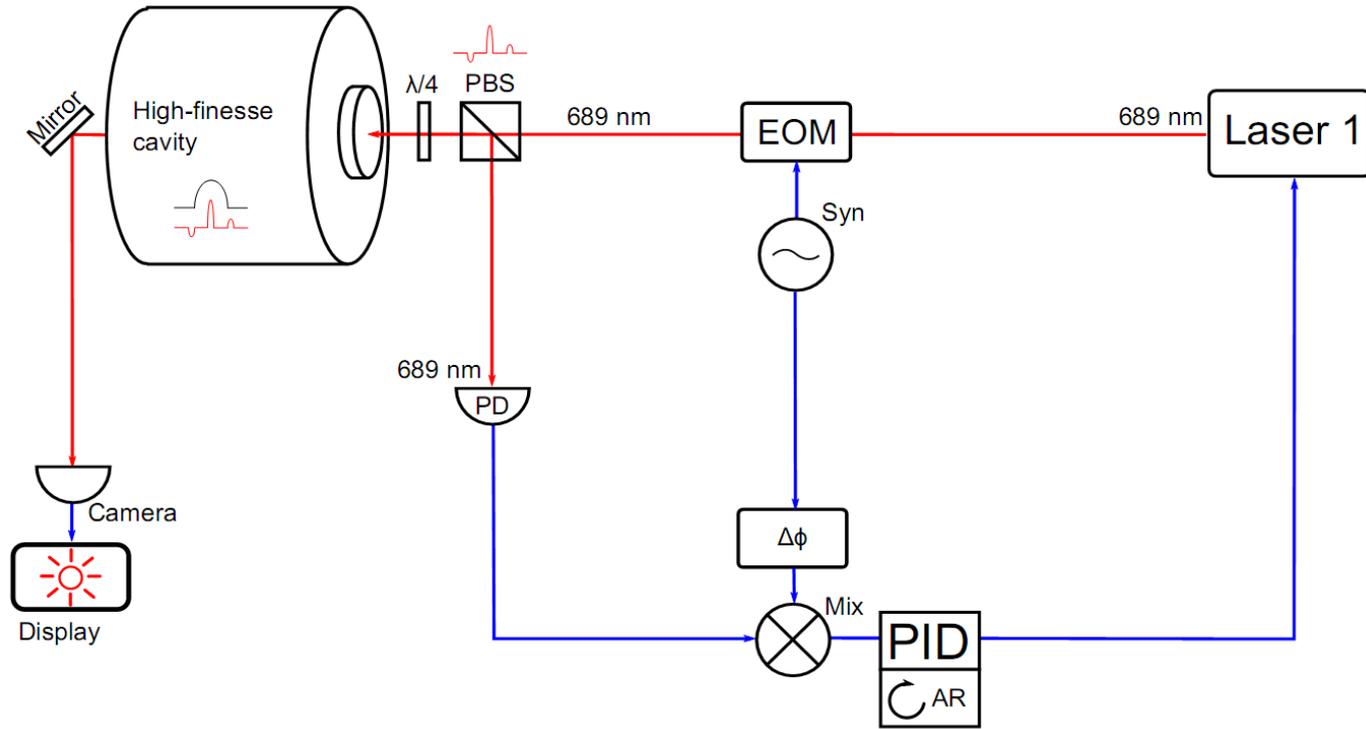
б) Объединить во времени однородные или смежные операции – объединить оптические части системы стабилизации хранителя частоты оптического излучения («часовой системы») и излучения системы вторичного охлаждения.

Рабочие переходы, требующие стабилизации по высокочастотным резонаторам:

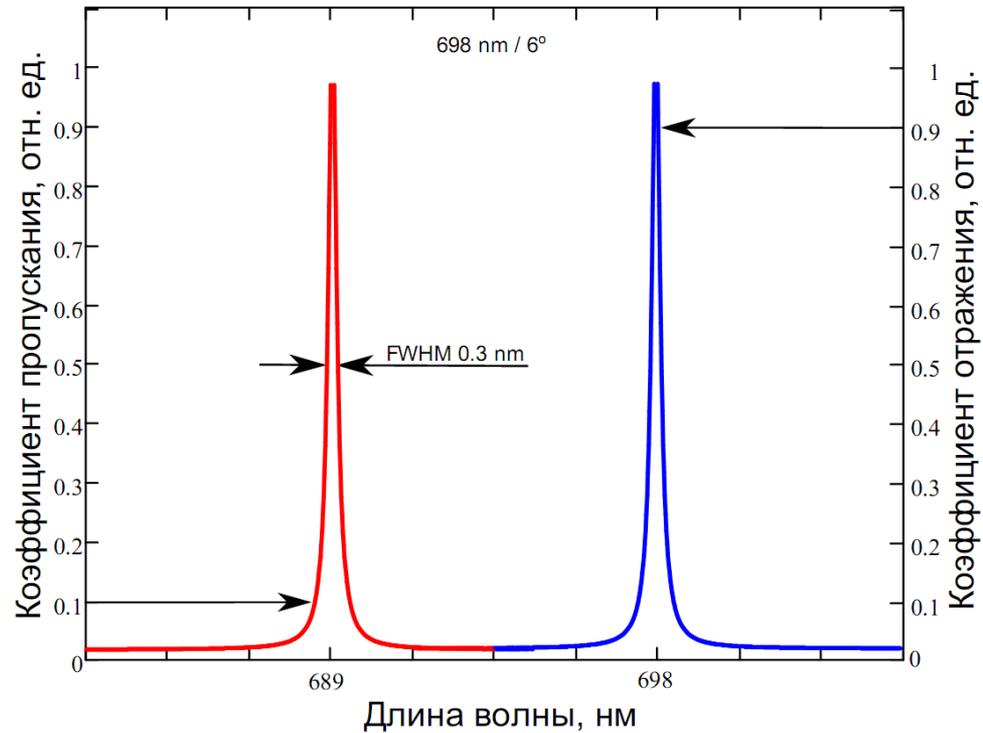


Для «часового»
перехода
698 нм: 0,001 Гц.

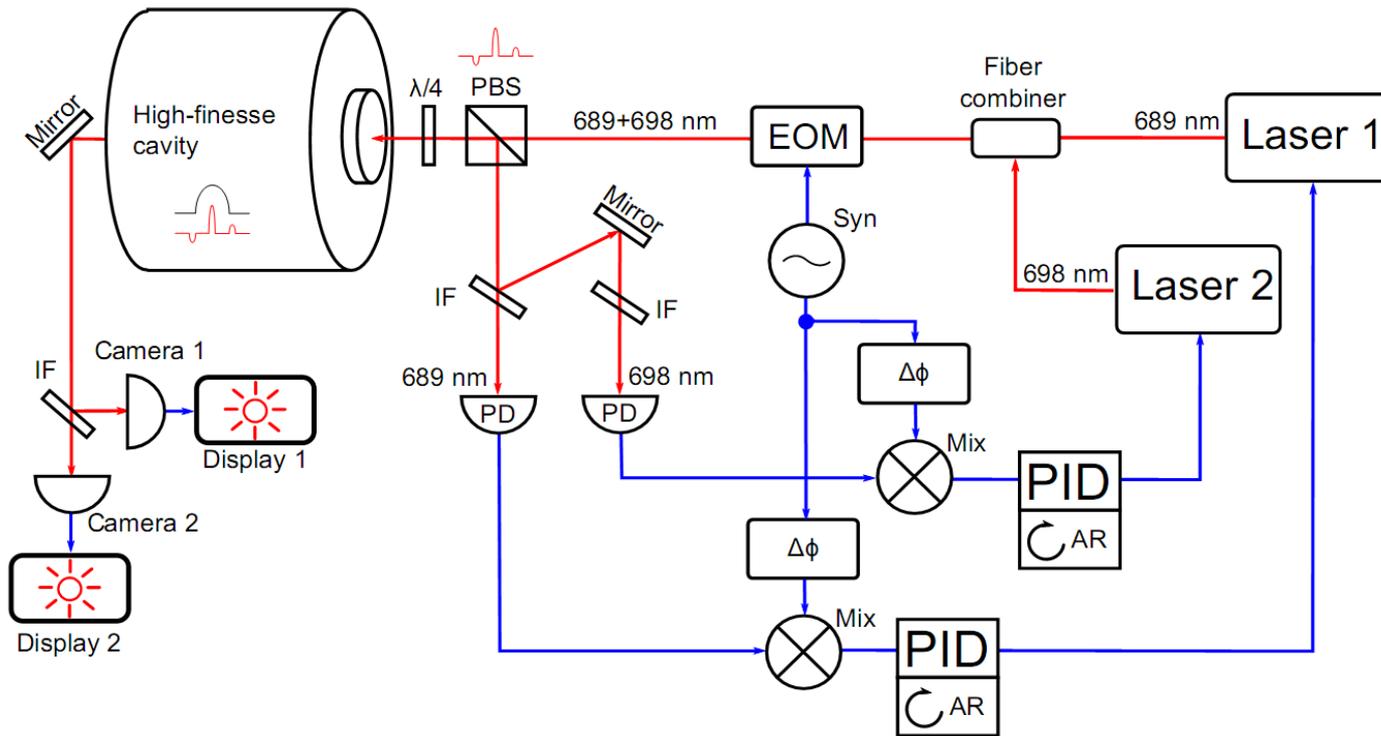
Для перехода из
системы «вторичного»
охлаждения
689 нм: 7480,0 Гц.



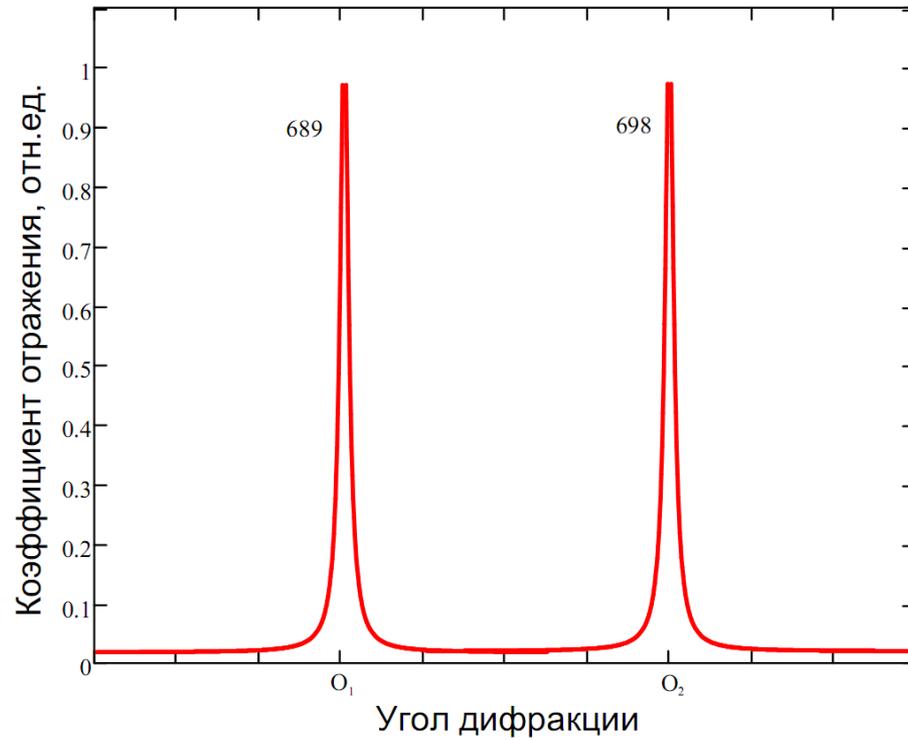
Изображение системы стабилизации Паунда-Древера-Холла в оригинальном исполнении с системой автовосстановления («AR»).



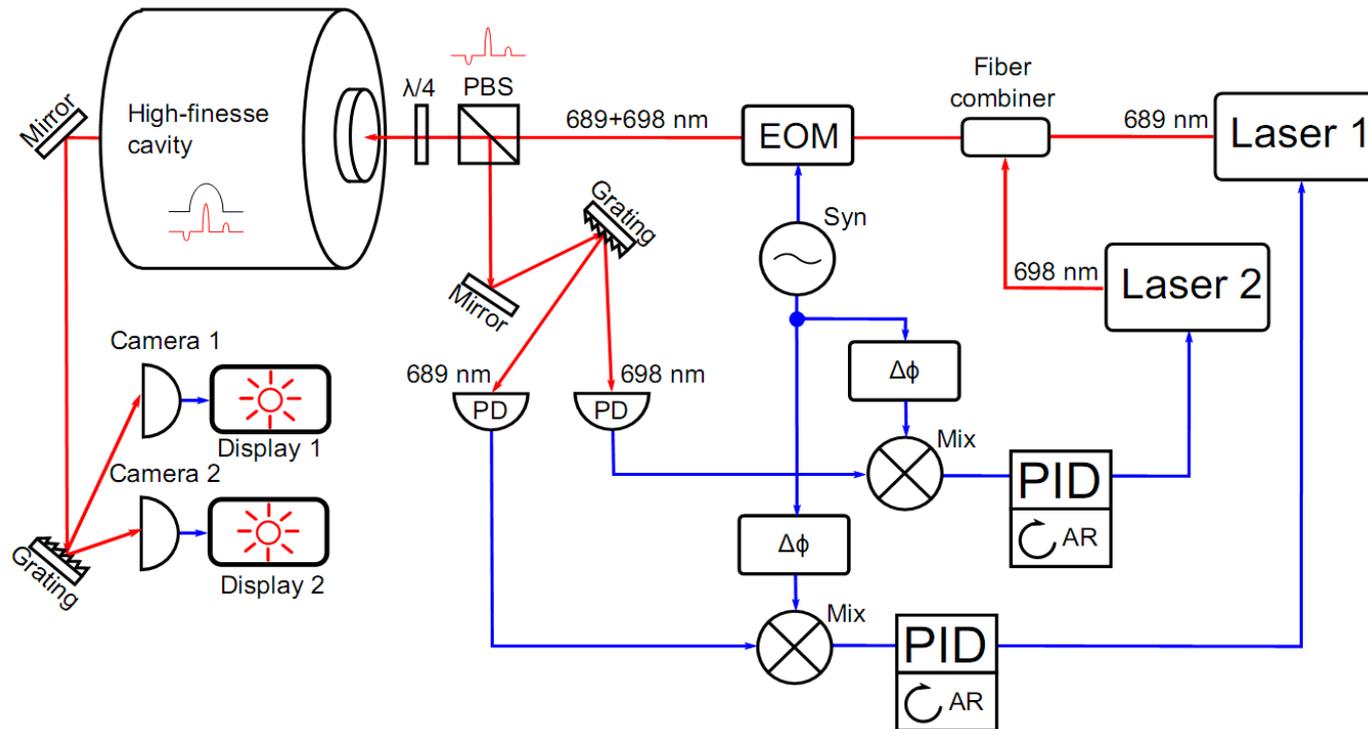
Изображение спектральной зависимости коэффициентов пропускания и отражения селектирующего элемента – интерференционного фильтра.



Изображение многоканальной системы стабилизации Паунда-Древера-Холла в исполнении с интерференционным фильтром.

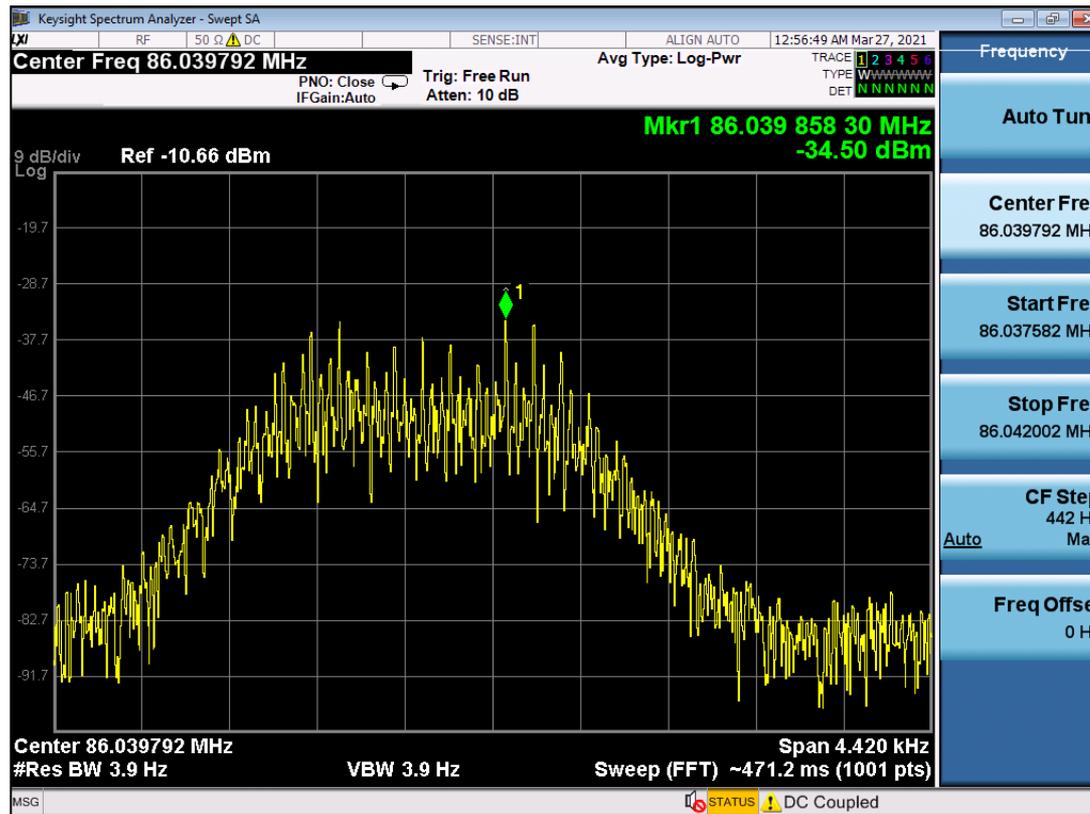


Изображение спектральной зависимости коэффициентов пропускания и отражения селектирующего элемента – дифракционной решетки.



Изображение многоканальной системы стабилизации Паунда-Древера-Холла в исполнении с дифракционной решеткой.

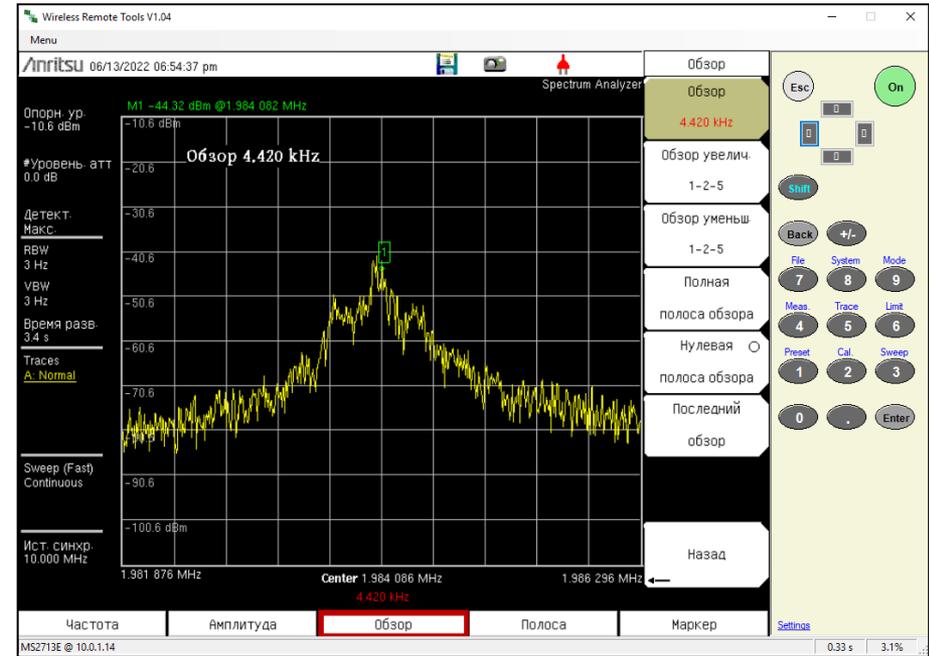
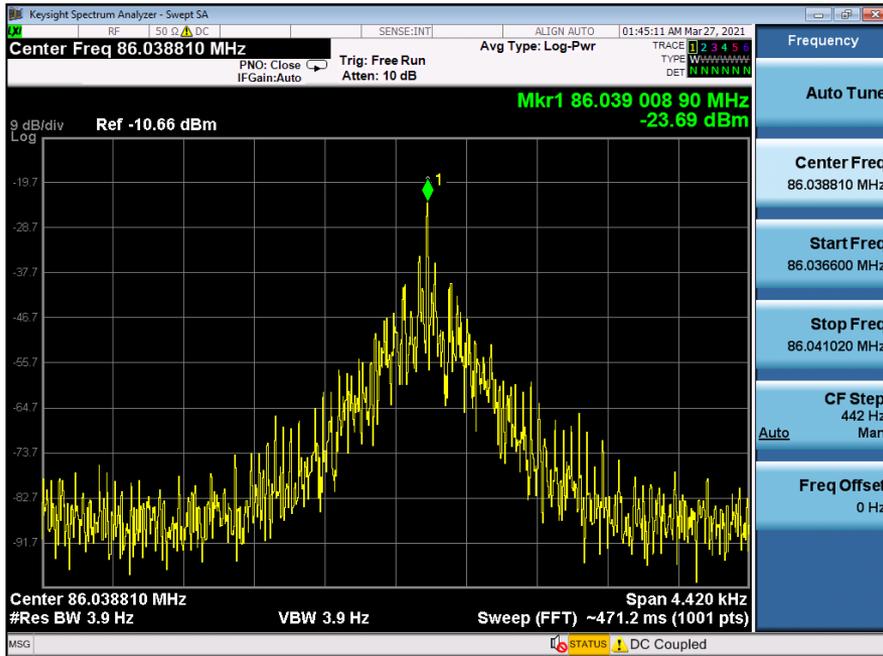
Проверка систем хранителей оптической частоты из ФИАН: горизонтальный и вертикальный резонатор



Спектр биений выходного излучения систем хранителей оптической частоты («часовых систем», длина волны ~ 698 нм) с горизонтально и вертикально ориентированными резонаторами.

Ширина спектра биений ~ 2кГц. RBW:3,9Г ц. VBW:3,9 Гц.

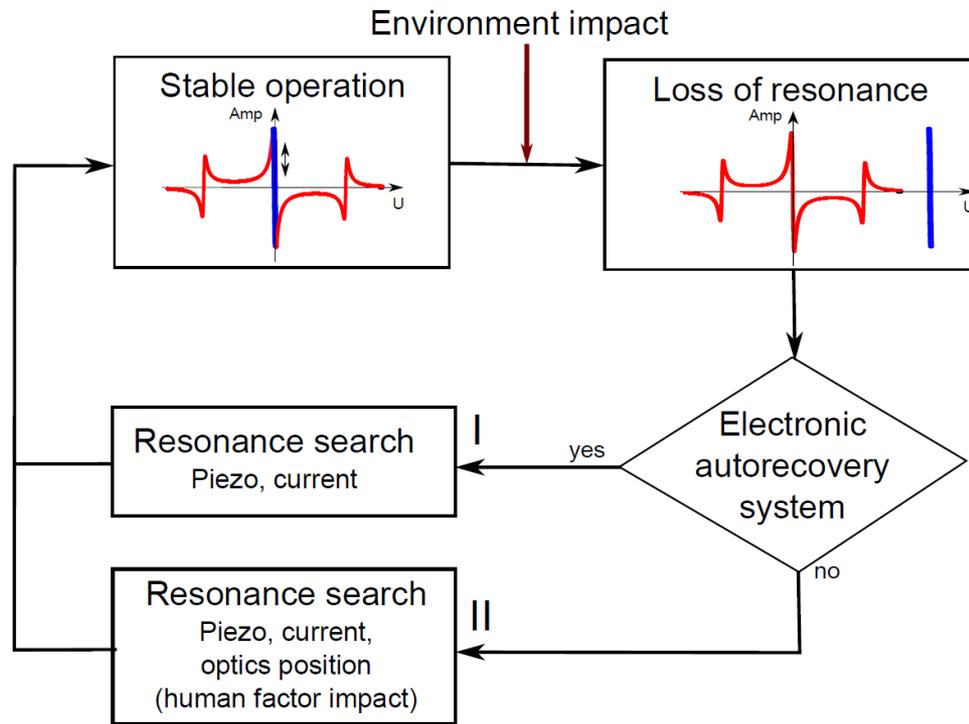
Проверка новой многоканальной системы хранителя оптической частоты в к.001 и 002



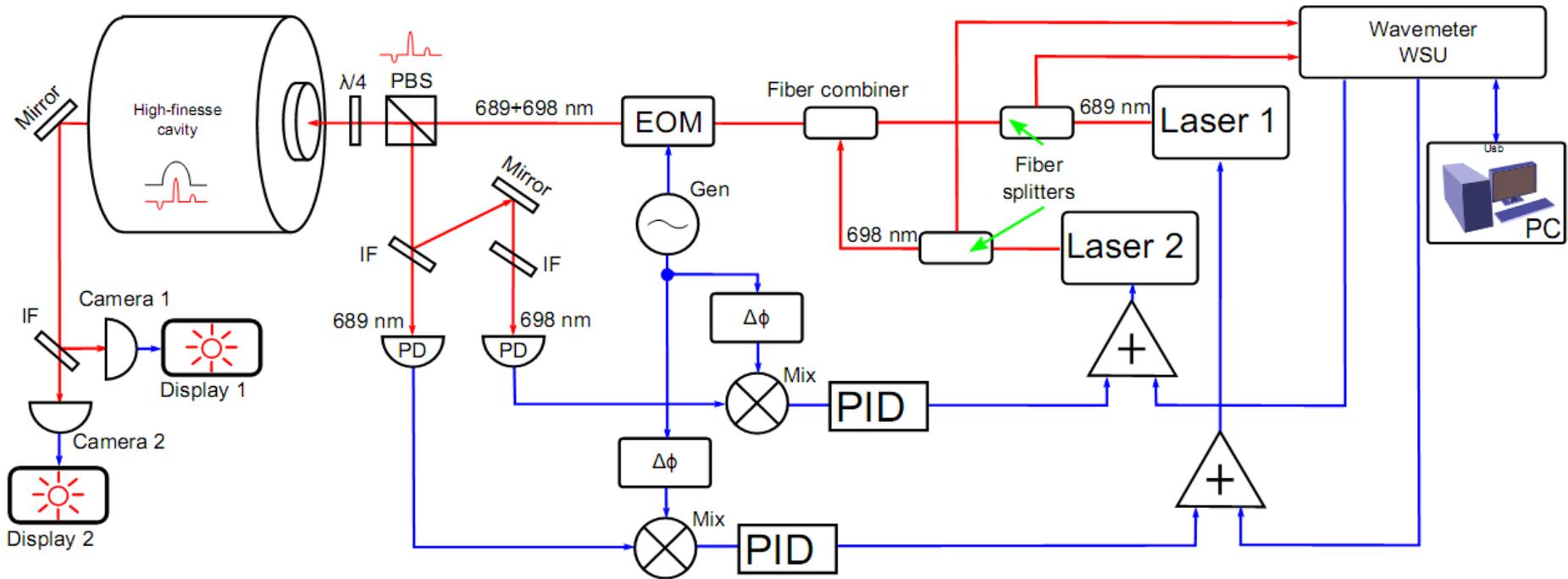
Спектр биений «часовых» систем после выключения вентиляции (span 4,4 кГц)

Ширина центрального пика биений ~ 15 Гц.
Неприемлемый для стабилизации дрейф
данного пика.

Спектр биений «часовых» систем:
горизонтального (~ 47см) и малого
вертикального (~ 10 см) без выключения
вентиляции (span 4,4 кГц).



Блок-схема логической последовательности удержания системы и автоматического поиска условий и диапазонов стабилизации, включающая два направления поиска точки стабилизации: автоматической, при использовании автоматического корректора и стабилизации, и ручной при поиске оператором.



Изображение многоканальной системы стабилизации Паунда-Древера-Холла с возможностью удержания рабочей моды системы с внешним резонатором.

Узкополосная многоканальная система стабилизации частоты оптического излучения

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 786 601** (13) **C1**



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК
H03L 7/00 (2006.01)

(52) СПК
H03L 7/00 (2022.08)
H04B 10/00 (2022.08)
H03B 17/00 (2022.08)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 22.12.2022)

(21)(22) Заявка: **2022117613**, 29.06.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.06.2022

Дата регистрации:
22.12.2022

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **29.06.2022**

(45) Опубликовано: **22.12.2022** Бюл. № 36

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 10009103 B2, 26.06.2018. WO
2016138291 A1, 01.09.2016. RU 140707 U1,
20.05.2014. RU 2704728 C1, 30.10.2019.

Адрес для переписки:

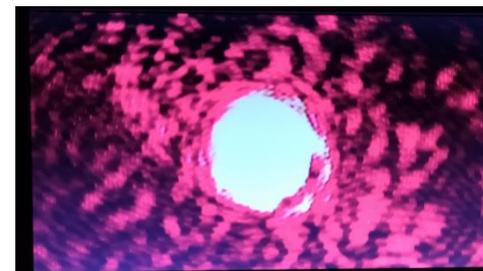
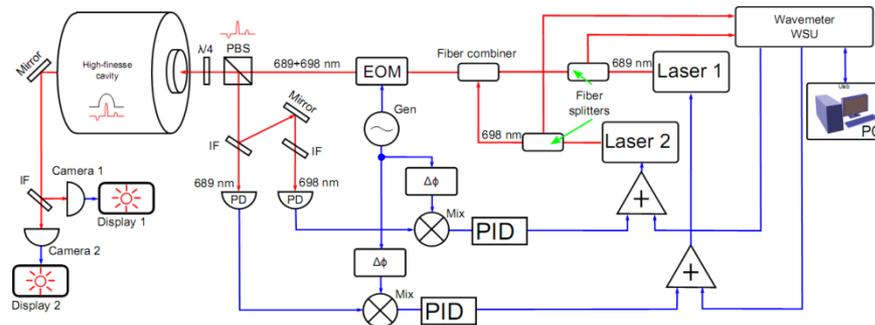
141570, Московская обл., Солнечногорский
р-н, п/о Менделеево, ФГУП "ВНИИФТРИ",
Патентный отдел

(72) Автор(ы):

Гуров Михаил Геннадьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное унитарное
предприятие "Всероссийский научно-
исследовательский институт физико-
технических и радиотехнических
измерений" (ФГУП "ВНИИФТРИ") (RU)**



Выводы:

- При добавлении достаточного узкополосного оптического селектирующего элемента, который позволяет разделить оптические несущие в пространстве и направить их на фотоприемники для получения разделенных сигналов ошибки и коррекции для каждого источника лазерного излучения/лазера, устраняется необходимость использования нескольких высокочастотных резонаторов, заменив их одним. Это, в свою очередь, положительно сказывается на уменьшении массогабаритных характеристик оконечных устройств, таких как оптические реперы частоты, а также упрощении настройки данных устройств. Добавление сверхмедленной цепи обратной связи в систему стабилизации позволяет внести определенность в выбор рабочей оптической моды резонатора и многократно увеличить длительность производимых стабилизации и измерений.

Полезные ссылки:

1. Gurov M G Patent RU № 2704728 26.11.2018. Электронная система стабилизации: система автоматического поиска точки стабилизации и коррекции смещения сигнала ошибки для схемы фазовой автоподстройки частоты и схемы стабилизации по методу Паунда-Древера-Холла.
2. Gurov M G Patent RU № 2786601 29.06.2022. Многоканальная система стабилизации частоты оптического излучения: использование дополнительных многоканальных волоконных объединителей и оптических селектирующих высокоразрешающих элементов, например, интерференционных фильтров, дифракционных решеток или призм для реализации принципа объединения.
3. Gurov M G, Gurova E G Towards the species of the autorelock schemes of the high-frequency feedback loops of the stabilization systems, J. Phys.: Conf. Ser. – 1661. – p. 012097, 2020, DOI 10.1088/1742-6596/1661/1/012097. Представлены разработанные и уже применяющиеся дополнительные корректоры для стандартных обратных связей типа Паунда-Древера-Холла и Хенша-Койо от самых простых до корректоров с анализом сигнала ошибки, обеспечивающие автоматический поиск и установку точки стабилизации, тем самым, позволяющие многократно увеличить срок проводимых измерений.