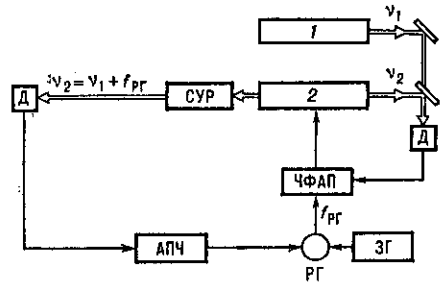


цы через световой пучок. Уменьшение ширины резонанса γ сопровождается резким падением его интенсивности ΔI (пропорц. кубу давления).

Наиб. узкие резонансы насыщенного поглощения с относит. шириной $\leq 10^{-11}$ получены в CH_4 на компонентах F_2^2 и E колебательно-вращат. линии $P(7)$ полосы ν_3 (см. *Молекулярные спектры*), к-рые близки к центру линии усиления гелий-неонового лазера на $\lambda = 3,39$ мкм. Для точного совмещения линий усиления и поглощения используют ^{22}Ne и увеличивают давление He в активной среде лазера либо помещают активную среду в магн. поле (для E -компоненты).

Схема О. с. ч., использующего сверхузкий резонанс (с относит. шириной 10^{-11} — 10^{-12}) в качестве репера, состоит из вспомогательного стабильного по частоте лазера 2 с узкой линией излучения, перестраиваемого лазера 1 и системы получения узкого резонанса (рис. 1). Узкая линия излучения перестраиваемого лазера, к-рый используется для получения сверхузкого

Рис. 1. Схема оптического стандарта частоты: ЧФАП — частотно-фазовая автоподстройка; СУР — система получения сверхузкого резонанса; АПЧ — система автоматической подстройки частоты; ЗГ — звуковой генератор; РГ — радиогенератор; Д — фотодетектор.



резонанса, обеспечивается посредством фазовой синхронизации этого лазера со стабильным. Долговрем. стабильность перестраиваемого лазера достигается плавной настройкой его частоты на максимум сверхузкого резонанса с помощью экстремальной системы автоподстройки. При этом возможно одновременно получать высокие значения кратковрем. и долговрем. стабильностей и воспроизводимости частоты.

Стабильность частоты. Наиб. высокая стабильность частоты получена в ИК-диапазоне с $\text{He} - \text{Ne}$ -лазером ($\lambda = 3,39$ мкм) с внутр. ячейкой поглощения. Т. к. абс. частота его известна с высокой точностью (10^{-11}), то этот лазер может быть использован как самостоят. вторичный эталон частоты для измерения абс. частот в оптич. и ИК-диапазонах.

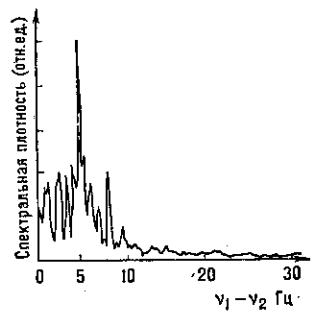


Рис. 2. Спектр биений частот двух независимо стабилизированных лазеров $\text{He} - \text{Ne}/\text{CH}_4$.

равна $4 \cdot 10^{-15}$ (рис. 3). Долговрем. стабильность и воспроизводимость частоты $\text{He} - \text{Ne}$ -лазеров с телескопич. расширением пучка, стабилизированных по резонансам в CH_4 на линиях поглощения F_2^2 и E (см. выше) с добротностью $\sim 10^{11}$, достигают $\sim 10^{-14}$. Принципиальным фактором, ограничивающим воспроизводимость и точность частоты, является квадратичный эффект Доплера.

Практич. интерес представляют О. с. ч. на основе CO_2 -лазера с внеш. поглощающей ячейкой, заполненной парами $^{192}\text{OsO}_4$. Спектральная линия поглощения колебательно-вращат. перехода $P(40)$ полосы ν_3 молекулы $^{192}\text{OsO}_4$ совпадает с линией $P(14)$ перехода $001 - 10^0$ CO_2 -лазера ($\lambda = 10,6$ мкм) и не имеет сверхтонкой структуры. Квадратичный эффект Доплера из-за боль-

шой массы этой молекулы мал. Стандарт $\text{CO}_2/^{192}\text{OsO}_4$ имеет стабильность 10^{-13} за время 10 с и воспроизводимость частоты 10^{-12} . Для стабилизации частоты CO_2 -лазера применяется также т. в. метод насыщенной флуоресценции, достоинством к-рого является возможность стабилизации на всех линиях генерации CO_2 -лазера. Достигается стабильность частоты 10^{-12} за время $\tau = 50$ с.

В видимой области спектра используются $\text{He} - \text{Ne}$ -лазеры ($\lambda = 0,633$ мкм, $0,612$ мкм), стабилизированные по резонансам насыщенного поглощения паров $^{127}\text{I}_2$ и $^{129}\text{I}_2$ на компонентах сверхтонкой структуры электронных переходов, к-рые используются в качестве оптич. стандарта длины волны для метрологич. измерений (см. *Метр*) и спектроскопич. исследований. Наиб. высокие значения стабильности частоты О. с. ч. $\text{He} - \text{Ne}/^{127}\text{I}_2$ и $\text{He} - \text{Ne}/^{129}\text{I}_2$ составляют $1,9 \cdot 10^{-13}$ ($\tau = 270$ с) и $2 \cdot 10^{-13}$ ($\tau = 100$ с). Воспроизводимость частоты этих лазеров достигает $8 \cdot 10^{-13}$ и $6 \cdot 10^{-13}$.

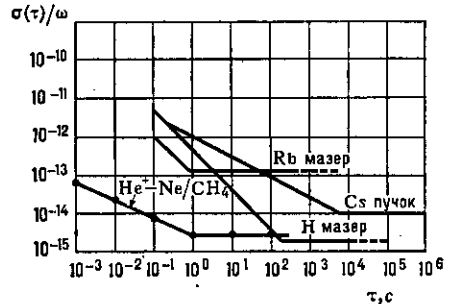


Рис. 3. Зависимость стабильности частоты от времени усреднения τ .

Стабилизация частоты мощных ионных лазеров представляет интерес для развития техники перестраиваемых лазеров на красителях и лазеров на центрах окраски. В качестве оптич. репера используются узкие резонансы насыщенной флуоресценции в $^{127}\text{I}_2$ шириной ~ 100 кГц. Достигнуты стабильность $5 \cdot 10^{-14}$ при $\tau = 100$ с и воспроизводимость частоты $1,5 \cdot 10^{-12}$.

Оптические часы. О. с. ч., снабжённый системой деления его частоты в радиодиапазон, представляет собой устройство, позволяющее определять единицу шкалы времени — секунду — по числу периодов высокостабильных оптич. колебаний. Схема оптич. часов включает эталонный высокостабильный стандарт $\text{He} - \text{Ne}/\text{CH}_4$, цепочку подобранных и синхронизованных по фазе лазеров ИК-, субмиллиметрового диапазонов и генераторов СВЧ-диапазона, обеспечивающих деление оптич. частоты в радиодиапазон с выходом на стандартные частоты 1 и 5 МГц. Последоват. фазовый захват частоты одного генератора к другому (см. *Захватывание частоты*) позволяет передавать высокую стабильность частоты О. с. ч. в радиодиапазон без потерь. В качестве быстродействующих нелинейных элементов для преобразования частот лазеров и генерации гармоник высокого порядка применяются точечные диоды типа металл — окисел — металл (МОМ-диод) с постоянной времени $\sim 10^{-14}$ с. Пока система деления частоты $\text{He} - \text{Ne}/\text{CH}_4$ стандарта является громоздкой. Необходимо её упрощение, чтобы О. с. ч. стали конкурентноспособными со стандартами радиодиапазона.

Абсолютное измерение частот. Для измерения частот оптич. диапазона необходимо осуществлять умножение известной частоты стандарта радиодиапазона в $10^4 - 10^5$ раз или деление измеряемой частоты лазера в такое же число раз. Длит. время абс. измерения частот лазеров проводилось поэтапно. Сначала определялись частоты лазеров дальнего ИК-диапазона сравнением умноженного сигнала от СВЧ-стандарта с частотой лазера. Затем известная частота лазера снова умножалась