

БИБЛИОГРАФИЯ

«21.378.325(049.3)

**ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЕ ЛАЗЕРЫ: НОВЫЙ ЭТАП**

*Tunable Lasers*/Ed. by L. Mollenauer, J. White.— Berlin; Heidelberg; New York; Tokyo: Springer-Verlag, 1987.— Pp. 404.

Первый перестраиваемый по частоте источник когерентного оптического излучения — параметрический генератор света — был создан в 1965 г., через пять лет после запуска рубинового лазера.

В 1966 г. появились сообщения о получении лазерного действия в растворах органических красителей — лазерных материалах, обладающих очень широкими линиями усиления в видимой и ближней инфракрасной областях оптического спектра.

В начале 70-х годов были запущены перестраиваемые CO<sub>2</sub>-лазеры высокого давления. С середины 70-х годов интенсивно разрабатываются перестраиваемые лазеры на центрах окраски в щелочногалоидных кристаллах — «твердотельных аналогах» лазеров на растворах красителей. Перестраиваемые лазеры совершили подлинную революцию в ряде важнейших разделов оптики и экспериментальной физики. Сказанное относится прежде всего к оптической спектроскопии (перестраиваемым лазерам целиком обязана своими успехами нелинейная спектроскопия), физике и технике воздействия оптического излучения на вещество. Открывшиеся здесь перспективы надолго привлекли внимание многих исследовательских групп к поиску новых «широкополосных» лазерных и нелинейных материалов, разработке перестраиваемых лазеров в различных диапазонах оптического спектра.

Надо отметить также, что начиная с 70-х годов эти исследования и разработки все больше стимулировались и потребностями пико- и фемтосекундной лазерной технологии: для усиления и преобразования фемтосекундных лазерных импульсов необходимы материалы с поистине рекордными показателями, достигающими 10<sup>3</sup> см<sup>-1</sup>.

Какова ситуация здесь сейчас? Где наиболее перспективные «точки роста»? На эти вопросы и призвана ответить в первую очередь рецензируемая коллективная монография.

Надо сказать, что ее редакторы, сотрудники лаборатории «Белл телефон» (США) L. Mollenauer и J. White, собрали интернациональный авторский коллектив ведущих специалистов в области физики и техники перестраиваемых лазеров. Тщательно подготовленные, хорошо иллюстрированные, снабженные подробной библиографией обзоры, вошедшие в книгу, дают ясное представление о современном, новом этапе в развитии этой актуальнейшей области.

Во вступительной статье, написанной L. Mollenauer и J. White, изложены общие принципы, рассмотрены типовые конструкции перестраиваемых лазеров. Здесь же кратко обсуждаются и схемы синхронизации мод в лазе-

рах с широкими линиями усиления, спектроскопические приложения перестраиваемых лазеров \*).

Гл. 2 «Эксимерные лазеры» (M. Hutchinson, Imperial College, Англия) помимо довольно традиционного уже изложения принципов и схем перестраиваемых УФ лазеров содержит новые данные о мощных широкополосных усилителях на KrF (с выходными энергиями до 300 Дж) и XeCl. В последнее время такие усилители привлекают внимание в качестве выходных каскадов фемтосекундных генераторов сверхсильных световых полей.

Гл. 3 «Четырехволновое смещение в газах» (C. Vidal, Max-Planck-Institute, ФРГ) посвящена нелинейно-оптическим методам создания перестраиваемых источников в УФ диапазоне оптического спектра. Наиболее эффективный путь — смещение излучений перестраиваемых лазеров видимого и ближнего ИК диапазонов на кубической нелинейности атомарных газов; таким образом удается перекрыть область от 300 до 50 нм. Отмечается, что по спектральной яркости такие источники на несколько порядков превосходят источники синхротронного излучения.

В гл. 4 «Вынужденное комбинационное рассеяние» (J. White, «Bell Telephone Labs», США) главный акцент сделан на комбинационных лазерах, использующих в качестве нелинейной среды молекулярный водород и различные атомарные газы.

Хотя эта техника начала развиваться еще в 60-х годах, последние годы принесли здесь ряд существенных новых результатов. Одним из важнейших, безусловно, является разработка антистоксовых комбинационных лазеров (используется когерентное антистоксово излучение из возбужденных состояний), позволяющих получить перестраиваемое излучение в УФ диапазоне. В целом материал гл. 4 является, пожалуй, наиболее полным обзором по этой важной проблеме.

Авторы гл. 5 «Оптический параметрический генератор видимого и инфракрасного диапазона на кристалле УРЕА» К. Cheng, M. Rosker, C. Tang (Cornell Univ., США) отмечают новые возможности в технике параметрических генераторов света, связанные с использованием органических нелинейных материалов. Надо сказать, что это лишь один из примеров отчетливо проявляющегося сейчас нового подъема интереса к этим источникам перестраиваемого излучения.

Разработка принципиально новых систем накачки, основанных на высокостабильных YAG-лазерах и эксимерных лазерах, последние успехи в создании эффективных нелинейных материалов — органических кристаллов, легированных кристаллов ниобата лития, кристаллов калий — титанил-фосфата и бората бария — позволили по-новому взглянуть на место параметрических генераторов света в технике генерации перестраиваемого излучения. Сейчас речь идет о создании высокостабильных импульсных параметрических генераторов с шириной линии до  $10^{-2}$  см<sup>-1</sup>, перекрывающих на одном кристалле весь видимый и ближний ИК диапазон.

Гл. 6 «Лазеры на центрах окраски» (L. Mollenauer, «Bell Telephone Labs», США) подводит определенный итог почти пятнадцатилетней истории разработки этих источников. Современные лазеры на центрах окраски щелочногалоидных кристаллах оказались особенно эффективными в диапазоне 0,8—4 мк. Автору гл. 6 принадлежат пионерские результаты в разработке и применении таких лазеров; напомним, в частности, что именно с помо-

---

\*) Заметим в связи с этим, что хотя генерация узкополосного перестраиваемого излучения с помощью дисперсионного резонатора и получение сверхкоротких импульсов за счет синхронизации продольных мод — по существу альтернативные методы использования лазерного действия в средах с широкими линиями усиления, в спектроскопии «полюса сближаются». Основанная на применении сверхкоротких импульсов «временная спектроскопия» дает информацию о фурье-образах восприимчивостей, измеряемых методами «частотной спектроскопии» с узкополосными перестраиваемыми лазерами.

щью пикосекундного лазера на центрах окраски L. Mollenauer и соавторы впервые наблюдали оптические солитоны.

Сравнительно короткая гл. 7 «Волоконные комбинационные лазеры» (С. Lin, «Bell Telephone Labs», США) посвящена очень перспективной и бурно развивающейся области. Широкие линии комбинационного рассеяния в кварцевых оптических волокнах позволяют создать эффективные комбинационные лазеры перестраиваемые в диапазоне 0,3—2 мк.

С уверенностью можно сказать, что в ближайшем будущем такие источники займут видное место в оптическом эксперименте, в качестве генераторов перестраиваемых фемтосекундных импульсов.

Гл. 8 «Перестраиваемые инфракрасные лазеры высокого давления» (Т. Jaeger, G. Wang, Norwegian Defense Research Establishment, Норвегия) содержит сводку данных по молекулярным лазерам высокого давления на  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Cs}_2$  и  $\text{N}_2\text{O}$ . Повышение давления смеси до ~10 атм приводит к перекрытию вращательных линий; в результате возникает возможность плавной перестройки частоты в сравнительно узких областях инфракрасного спектра.

Представлены новые экспериментальные данные, конструкции лазеров, используемых в экспериментах по селективному воздействию на многоатомные молекулы.

Написанная J. Walling (США) заключительная гл. 9 посвящена обзору последних достижений в разработке перестраиваемых твердотельных лазеров. Совершенно определенно можно сказать, что здесь, как и в области разработки параметрических генераторов света, происходит подлинная «пероценка ценностей».

Такие яркие достижения, как создание лазера на александрите, перестраиваемого в диапазоне 710—820 нм, и в особенности лазера на сапфире с ионами титана, полоса перестройки которого простирается от 660 до 1060 нм, радикально изменяют статус твердотельных лазеров на парамагнитных ионах в обширном семействе перестраиваемых лазеров.

Экспериментальный материал, представленный в этой главе, показывает, что сейчас с помощью перестраиваемых твердотельных лазеров можно перекрыть диапазон от 660 до 2280 нм. Специально следует отметить перспективность использования широкополосных твердотельных материалов для усиления фемтосекундных лазерных импульсов; энергии насыщения в них достигают  $\sim 1$  Дж/см<sup>2</sup>, т. е. почти на три порядка превышают таковые для эксимерных усилителей и усилителей на красителях. Последнее представляет особый интерес для быстро развивающейся техники генерации сверхсильных световых полей, полей с напряженностью, достигающей  $E \approx \approx 10^{10} - 10^{11}$  В/см.

В целом рецензируемая книга дает впечатляющую картину прогресса одного из важнейших разделов современной лазерной физики.

Несомненно, она с интересом будет встречена специалистами, занимающимися разработкой перестраиваемых лазеров, физиками и инженерами, ведущими работы в области лазерной спектроскопии, физики селективного воздействия излучения на вещество, специалистами по пико- и фемтосекундной лазерной технологии.