

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации А. К. Курносова «Теория электроразрядного СО лазера на основных и обертоновых переходах, учитывающая совокупность процессов одно- и многоквантового VV обмена», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.19 – лазерная физика

Диссертация А.К. Курносова посвящена исследованию процессов колебательного энергообмена с участием молекул СО на высоких колебательных уровнях в смесях СО: N<sub>2</sub> и исследованию влияния этих процессов на характеристики электроразрядного СО лазера.

Актуальность работы связана с необходимостью разработки теоретической модели СО лазера, обеспечивающей корректное описание характеристик лазера в спектральных диапазонах (5.4÷8.7) и (2.7÷4.2) мкм, в которых генерация СО лазера возможна на большом числе колебательно-вращательных переходов основной полосы и первого колебательного обертона. Эти диапазоны в значительной мере перекрываются с окнами прозрачности атмосферы и представляют большой интерес для спектроскопии и лазерных технологий, т.к. в указанных диапазонах лежит множество полос поглощения различных веществ. Использование разработанных ранее моделей для расчета характеристик СО лазера в указанных диапазонах не имело обоснования, т.к. не учитывало специфику процессов VV обмена с участием молекул СО на уровнях  $v > 14$ .

В автореферате помимо обоснования актуальности работы также описаны цели работы, ее научная новизна и практическая ценность. Сформулированы защищаемые положения и личный вклад автора. Далее описывается содержание диссертации.

В первой главе кратко описан метод вычислений констант скорости процессов VV обмена и VT релаксации между двухатомными молекулами; приведены результаты расчетов констант скорости колебательного энергообмена между молекулами СО и N<sub>2</sub>, а также между молекулами N<sub>2</sub>, которые сравниваются с данными экспериментов и результатами расчетов других авторов. Приведены аналитические выражения, хорошо аппроксимирующие результаты вычислений констант скорости процессов VV обмена.

Во второй главе описана теоретическая модель СО лазера, учитывающая совокупность одноквантовых и многоквантовых процессов VV обмена в смеси газов СО:N<sub>2</sub> и основанная на использовании расчетных констант скорости. Описана верификация модели на основе сопоставления теории и эксперимента по динамике восстановления инверсии населенностей на лазерном переходе в активной среде СО лазера после ее возмущения

частотно-селективным излучением. Описаны уравнения активной среды СО лазера, использованные в расчетах.

В третьей главе выполнен анализ результатов зондирования коэффициентов усиления слабого сигнала в активной среде импульсного СО ЭИЛ, цели которого состояли в верификации теоретической модели путем сравнения теории с экспериментом в широком диапазоне колебательных переходов и в выявлении роли различных столкновительных процессов в активной среде, влияющих на динамику коэффициентов усиления слабого сигнала.

Глава 4 посвящена теоретическому исследованию характеристик импульсных электро-ионизационных СО лазеров на переходах первого колебательного обертона и основной полосы. Дан теоретический прогноз характеристик СО лазера на обертоне, выполнено сопоставление теории и эксперимента. Кратко описано состояние исследований СО лазера на обертоне, характеристики которого могут представлять интерес для технологических применений. Описаны результаты теоретического исследования характеристик частотно-селективного импульсного СО ЭИЛ в зависимости от ширины и расположения «спектрального окна» селективного резонатора - спектрального диапазона, в котором возможна генерация излучения.

В заключении изложены основные результаты работы.

В Приложениях I и II представлены 6 таблиц с результатами расчетов констант скорости процессов  $VV'$  и  $VV$  обмена для пар молекул СО- $N_2$  и  $N_2-N_2$  в температурном диапазоне  $T=(200\div 2900)$  К и 5 таблиц с константами скорости  $VV$  обмена между молекулами СО для  $(T=100\div 500)$  К. Хочу отметить большую научную значимость представленных в этих Приложениях констант скорости не только для физики СО лазера, но и для исследований различных химических и плазмохимических процессов с участием молекул СО и  $N_2$  на высоких колебательных уровнях.

Безусловным плюсом диссертационной работы является верификация теоретической модели и полученных результатов. Достоверность и обоснованность этих результатов подтверждается результатами выполненного в главах 1-4 сопоставления теории с экспериментом как по константам скорости элементарных процессов колебательного энергообмена, так и по характеристикам электроразрядного СО лазера.

Материалы автореферата изложены на хорошем научном уровне и оставляют благоприятное впечатление. Текст автореферата практически свободен от опечаток. Результаты диссертации опубликованы в 34 журнальных статьях в научных изданиях, включенных в перечень ВАК и индексируемых в базе данных Web of Science, и докладывались на конференциях в нашей стране и за рубежом.

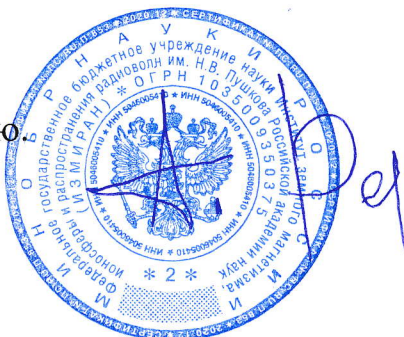
Судя по тексту автореферата, диссертация Курносова А.К. характеризуется высоким уровнем сложности и актуальности решенных в ней задач, а сам Курносов Александр Константинович заслуживает присвоения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.19 – лазерная физика.

Телегин Виктор Алексеевич  
кандидат физико-математических наук,  
в.н.с,  
и.о. зав. лаборатории исследования  
неоднородностей ионосферы ИЗМИРАН  
9 марта 2022 года.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской академии наук.

108840, г. Москва, г. Троицк,  
Калужское шоссе, д.4  
Телефон: +7 (495) 334 01 20  
E-mail: [izmiran@izmiran.ru](mailto:izmiran@izmiran.ru):

Подпись Телегина В.А. заверяю  
Ученый секретарь ИЗМИРАН



А.И.Рез