ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ТОВМАЧЕНКО ОЛЕГ ГРИГОРЬЕВИЧ

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ЭКСИТОННЫХ ВОЗБУЖДЕНИЙ В J-АГРЕГАТАХ

01.04.05 - оптика, лазерная физика

01.04.09 - физика низких температур

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук

Харьков-1997

ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ТОВМАЧЕНКО ОЛЕГ ГРИГОРЬЕВИЧ

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ЭКСИТОННЫХ ВОЗБУЖДЕНИЙ В J-АГРЕГАТАХ

01.04.05 - оптика, лазерная физика

01.04.09 - физика низких температур

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук

Харьков-1997

Диссертация является рукописью

Диссертация выполнена в НТК "Институт монокристаллов" НАН Украины

Научный руководитель: доктор физ.-мат наук, профессор, академик НАН Украины Семиноженко Владимир Петрович

кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник Малюкин Юрий Викторович

Официальные оппоненты: доктор физ.-мат. наук, профессор Милославский Владимир Константинович (Харьковский государственный университет)

доктор физ.-мат. наук, ст. научн. сотр. Остапенко Нина Ивановна (Институт физики НАН Украины)

Ведущая организация: Киевский национальный университет им. Т.Г.Шевченко

Защита состоится "11" апреля 1997 г. в 14 часов на заседании специализированного совета Д.02.02.15 в Харьковском государственном университете (310077, г. Харьков, пл. Свободи, 4, ауд. Им. К.Д.Синельникова)

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке ХГУ.

Автореферат разослан "____"_____1997 г.

Ученый секретарь специализированного совета В.П.Пойда

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

Актуальность темы и степень исследования тематики диссертации: изучение динамики экситонных возбуждений в системах с низкоразмерным транспортом, является одним из актуальных направлений в современной физике конденсированного состояния. Однако ситуация складывалась так, что до недавнего времени (середина 80-х годов), наиболее обширный экспериментальный и теоретический материал был накоплен для триплетных экситонов, обладающих длительными временами излучательной релаксации возбужденного состояния (микро- и миллисекундный диапазоны) и достаточно узкими экситонными зонами (единицы и десятки $см^{-1}$).

Появление стабильных лазерных систем генерирующих импульсы пикосекундной длительности и дальнейшее развитие фемтосекундной лазерной техники способствовало резкому повышению интереса к синглетным экситонам с широкими экситонными зонами (тысячи $см^{-1}$) и короткими (десятки пикосекунд) временами высвечивания. Подобными экситонными свойствами обладают люминесцирующие ассоциаты полиметиновых красителей (ПК), названые впоследствии J-агрегатами. Благодаря наличию узкой интенсивной экситонной полосы поглощения, J-агрегаты находят широкое применение в качестве сенсибилизирующих систем в фотографии. Кроме того, значительное повышение кубической восприимчивости при образовании J-агрегатов, делает их перспективными с точки зрения схемотехники оптических вычислительных устройств.

Ряд основополагающих результатов по спектроскопии J-агрегатов был получен ранее. В основном все они относятся к J-агрегатам, образованным молекулами псевдоизоцианина (PIC) в водных растворах при больших концентрациях, составляющих 10^{-1}-10^{-2} моль/л. Наиболее важными результатами являются: установление доминирующего влияния на кинетику затухания J-агрегатов PIC процес-

сов экситон-экситонной аннигиляции; обнаружение кооперативного эффекта в низкотемпературной излучательной релаксации экситонных возбуждений в J-агрегатах PIC.

Наряду с этим в литературе отсутствовали систематические исследования для J-агрегатов в аспекте классических экситонных проблем: микроскопическая природа экситонного транспорта и его размерность, экситон-фононное взаимодействие, рассеяние и захват экситонных возбуждений ловушечными центрами.

В отличии от молекул PIC, используемые в настоящей работе молекулы 1-метил-1'-октадецил-2,2'-цианин иодида (далее именуемые S120) позволяли получать агрегацию в бинарных растворах диметилформамида (ДМФА) и воды при их низкой исходной концентрации в ДМФА ($<10^{-4}$ моль/л). Это исключало какие либо взаимодействия между "макромолекулами" J-агрегатов, что гарантировало строго одномерный транспорт экситонных возбуждений.

Учитывая вышесказанное, а также саму специфику экситонных возбуждений в J-агрегатах и возможное появление новых эффектов, представляются актуальными дальнейшие детальные низкотемпературные исследования экситонной динамики в J-агрегатах.

Целью работы и основными задачами исследования являются: изучение природы уширения низкотемпературной экситонной полосы поглощения J-агрегатов S120 в бинарных стеклующихся растворах ДМФА:вода, исследование низкотемпературной кинетики свечения J-агрегатов S120 при селективном возбуждении, исследование температурной трансформации спектральных и кинетических характеристик свечения J-агрегатов S120, а также создание центров захвата экситонных возбуждений в J-агрегатах S120 и исследование особенностей экситонного и ловушечного свечения в таких системах.

Методы исследований. Приведенные в диссертации результаты экспериментальных исследований получены при использовании мето-

лазерной спектроскопии, кривые затухания свечения получены методом время-кореллированного счета единичных фотонов. Характерные времена жизни экситонных возбуждений получены деконволюцией кривых затухания свечения. Результаты теоретических исследований при анализе экспериментальных результатов получены с использованием модели Wieting-Fayer-Dlott (WFD).

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что установлено неоднородное уширение экситонной полосы поглощения J-агрегатов S120 в бинарных стеклующихся матрицах. Обнаружена сложная температурная трансформация спектров свечения J-агрегатов S120. Получены низкотемпературные кинетики затухания свечения J-агрегатов S120, сохраняющие сложный немоноэкспоненциальный характер даже при малых плотностях возбуждающего излучения, а также установлена спектральная неоднородность кинетик. Для объяснения полученных экспериментальных результатов предложена микроскопическая модель автолокализованного состояния экситонов в J-агрегатах S120. В бинарных растворах ДМФА:вода для J-агрегатов S120 получен и исследован перенос энергии экситонных возбуждений на ловушечные центры. Определены константы переноса и оценен критический радиус переноса экситонов в J-агрегатах S120.

Основные научные положения, выносимые на защиту:

1.Программное обеспечение, позволившее проводить экспериментальные исследования стационарных спектров и временных параметров люминесценции в пикосекундном временном диапазоне на разработанном и созданном автоматизированном спектральном комплексе.

2.Результаты исследований стационарных спектров поглощения и люминесценции J-агрегатов S120 в стеклующихся матрицах, на основе которых показано, что форма линии экситонного поглощения J-агрегатов S120 при низких температурах определяется неоднородным уширением.

3.Модель автолокализации экситонных возбуждений в J-агрегатах S120, позволившая объяснить температурную трансформацию спектров люминесценции J-агрегатов S120, а также сложный немоноэкспоненциальный характер затухания кинетик свечения J-агрегатов S120 и их спектральную неоднородность.

4.Микроскопическая модель автолокализованного состояния экситонных возбуждений в J-агрегатах S120, предложенная на основании анализа специфического строения молекулярной цепи J-агрегатов ПК.

5.Результаты экспериментального исследования J-агрегатов S120 с внедренными центрами захвата экситонных возбуждений, на основе которых показано, что захват экситонов происходит по диполь-дипольному механизму Ферстера. Влияние процесса автолокализации на эффективность захвата экситонов ловушечными центрами.

Личный вклад автора диссертации состоит в непосредственном проведении экспериментальных исследований, обработке полученных экспериментальных результатов, разработке и созданию оригинального программного обеспечения для управляющих и обрабатывающих программ, анализу теоретических моделей. Автор принимал участие в обсуждении планов и написании статей по теме диссертации.

Теоретическая и практическая ценность работы определяется новыми результатами исследований динамики синглетных экситонов в одномерных системах на основе J-агрегатов S120. Эти результаты позволяют расширить современные представления о природе таких процессов как автолокализация экситонов и захват экситонных возбуждений на ловушки. Проведенные исследования могут содействовать прогрессу в изучении процесса автолокализации экситонов и его влияния на экситонную динамику в системах с широкими экситонными зонами.

Апробация работы. Результаты по теме диссертации докладывались и обсуждались на конференциях: "Сцинтилляторы-93" (Харьков, Украина, 1993), "XI семинаре по межмолекулярному взаи-

модействию и конформациям молекул" (Пущино на оке, Россия, 1993), "Международной конференции по люминесценции" (Москва, Россия, 1994).

Публикации. Основной материал диссертации отражен в 10 работах. Из них 6 статей в научных журналах, 4 тезиса докладов на различных научных конференциях.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка цитируемой литературы из 77 наименований, содержит 37 рисунков, 4 таблицы. Общий объем диссертации составляет 146 страниц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулирована цель представляемого исследования. Перечислены основные положения, выносимые на защиту, отмечена научная новизна и практическая ценность полученных результатов. Приведено описание структуры работы и данные по апробации работы.

В первой главе представлена обзорная часть, охватывающая научные результаты, относящиеся к изучению динамики экситонов в J-агрегатах. Сформулированы основные положения, полученные в рассматриваемой области исследований.

Во второй главе "Экспериментальная техника" описана установка для проведения экспериментальных исследований. Приведена структурная схема установки и описаны ее основные функциональные узлы: YAG:Nd^{3+} лазер с модуляцией добротности и активной синхронизацией мод; синхронно-накачиваемый перестраиваемый струйный лазер на органических красителях; система селекции импульсов; система регистрации свечения, работающая в режиме время-кореллированного счета фотонов (ВКСФ); криогенный блок; разработанное программное обеспечение для регистрации и анализа экспериментальных результа-

тов. В системе ВКСФ используется динодный ФЭУ-145. Аппаратная функция лазерного комплекса составляет 250 псек. Для регистрации стационарных спектров использовался ФЭУ-100, работающий в режиме счета фотонов.

Третья глава "Стационарная спектроскопия J-агрегатов" посвящена исследованию температурной трансформации стационарных спектров поглощения и люминесценции J-агрегатов S120, а также изучению природы уширения низкотемпературной экситонной полосы поглощения J-агрегатов S120.

Суть температурной трансформации полосы поглощения J-агрегатов S120 заключается в следующем: при комнатной температуре полоса поглощения J-агрегатов имеет лоренцеву форму с полной шириной на половине высоты $\Delta\nu$=300 см$^{-1}$; при понижении температуры до 1.5К наблюдается незначительные сужение полосы поглощения J-агрегатов и сдвиг ее максимума в коротковолновую область спектра, однако форма J-полосы описывается гауссовым контуром.

Увеличение концентрации воды в бинарном растворе приводит только к перераспределению интенсивностей наблюдаемых полос, в сторону увеличения интенсивности J-полосы, форма и положение которой при этом не изменяется независимо от температуры.

Напротив, температурная трансформация спектра люминесценции J-агрегатов носит более сложный характер и зависит от концентрации воды в бинарном растворе.

В случае высокой концентрации воды, равной 67%, трансформация J-полосы при понижении температуры заключалась в последовательном ее сужении с 400 см$^{-1}$, при T=300К до 100 см$^{-1}$, при T=1.5К и сдвиге максимума в коротковолновую область спектра.

При низкой концентрации воды, равной 50%, трансформация J-полосы приобретала более сложный характер. При понижении температуры до 77К в спектре люминесценции наряду с экситонной полосой

наблюдалась широкая бесструктурная полоса, смещенная относительно первой в низкочастотную область спектра на 1200 $см^{-1}$. При температуре 1.5К провал между этими полосами исчезал, в результате чего в спектре люминесценции J-агрегатов наблюдалась асимметрично-уширенная в длинноволновую область спектра полоса, коротковолновая граница которой совпадала по форме и положению с аналогичной в случае высокой концентрации воды. Ширина этой полосы ($\Delta\nu$=850 $см^{-1}$) в несколько раз превышала ширину низкотемпературной полосы поглощения J-агрегатов ($\Delta\nu$=300 $см^{-1}$) в аналогичном бинарном растворе.

Проявление отмеченных особенностей в спектре люминесценции J-агрегатов носило обратимый по температуре характер и не зависело от длины волны возбуждающего излучения.

Изучение спектров люминесценции J-агрегатов (в случае высокой концентрации воды в бинарном растворе) при селективном возбуждении в пределах их полосы поглощения показало, что наблюдается сужение низкотемпературной J-полосы при продвижении частоты возбуждающего излучения к дну экситонной зоны, тогда как при комнатной температуре ширина J-полосы не изменяется.. Учитывая, что форма полосы поглощения J-агрегатов при 1.5К описывается гауссовым контуром, можно сделать вывод, что форма J-полосы при 1.5К определяется неоднородным уширением.

В четвертой главе "Проявление автолокализации экситонных возбуждений в J-агрегатах S120" приведены результаты исследования кинетики свечения J-агрегатов S120, а также спектров люминесценции с временным разрешением. Выполнен теоретический анализ полученных особенностей низкотемпературной спектроскопии J-агрегатов в рамках трех возможных моделей.

Во избежание влияния процесса синглет-синглетной аннигиляции экситонов на результаты эксперимента использовались низкие плотности возбуждающего излучения, не более 10^{16} фот/$см^2$·сек.

Кинетика затухания свечения, зарегистрированная на коротковолновом краю полосы люминесценции J-агрегатов при T=1.5K, имеет моноэкспоненциальный характер с временем жизни t_{ex}=0.081 нсек. Однако, при смещении точки регистрации свечения в длинноволновую область спектра на величину, равную полуширине полосы свечения J-агрегатов ($\Delta\nu$=100 см$^{-1}$) в бинарном растворе с высокой концентрацией воды наблюдалось значительное удлинение кинетики затухания свечения, которая приобретала четко выраженный немоноэкспоненциальный характер. При дальнейшем смещении точки регистрации свечения в длинноволновую область полосы люминесценции J-агрегатов наблюдалось постепенное удлинение кинетики, которая сохраняла немоноэкспоненциальный характер.

Исследование низкотемпературных спектров свечения с разрешением во времени позволило четко выделить экситонную полосу свечения J-агрегатов S120 в окне регистрации 0-0.3 нсек после импульса возбуждения. При смещении и увеличении временного интервала регистрации свечения в спектре люминесценции наблюдалается только широкая бесструктурная полоса, сдвинутая в динноволновую область относительно экситонной полосы свечения J-агрегатов. Положение и ширина длинноволновой полосы существенно изменяются в зависимости от выбора окна регистрации свечения.

Сравнительный анализ полученных экспериментальных результатов выполненный в рамках трех моделей: модель J-агрегатов различной структуры; модель низкоэнергетических ловушек экситонных возбуждений; модель автолокализации экситонных возбуждений, - показал, что в первых двух случаях не удается найти удовлетворительного объяснения: сложной температурной трансформации спектров люминесценции J-агрегатов S120, спектральной неоднородности и неэкспоненциальному характеру кинетики свечения, а также спектрам люминесценции с временным разрешением.

Напротив, модель автолокализации экситонных возбуждений в J-агрегатах позволила непротиворечиво объяснить отмеченные ранее особенности свечения J-агрегатов S120. Исходя из особенностей молекулярной структуры ПК предложена микроскопическая модель автолокализованного состояния (АЛС).

При анализе микроструктуры АЛС отмечается что ПК находятся в состоянии, для которого характерно чередование положительных и отрицательных зарядов на атомах. При переходе молекулы в первое возбужденное состояние знаки зарядов меняются на противоположные, что приводит к изменению энергии межмолекулярного взаимодействия. В результате происходит смещение возбужденной молекулы в агрегате, приводящее к появлению динамического дефекта и соответственно развитию процесса автолокализации экситонов.

Пятая глава: "Захват экситонов на ловушки в J-агрегатах S120" посвящена спектроскопии ловушек, внедренных в молекулярную цепь J-агрегата. В качестве ловушек использовались молекулы 1,1'- диоктадецил-3,3,3'3'-тетраметилиндодикарбоцианин перхлората (D307). Концентрация ловушек D307 составляла $C_{D307}=2\cdot10^{-3}$.

Установлено, что в бинарных растворах J-агрегатов S120, содержащих молекулы D307, происходит захват экситонов, с последующей интенсивной люминесценцией ловушек D307. Перенос энергии экситонных возбуждений на ловушки происходит по диполь-дипольному механизму. Оценен критический радиус переноса, величина которого составляет 11Å. При охлаждении раствора до 1.5К происходит падение интенсивности свечения ловушек, что характерно для J-агрегатов ПК. Это связано с сокращением времени жизни экситонных возбуждений при понижении температуры. Кроме этого дополнительный вклад в снижение эффективности захвата экситонов на ловушки D307 в J-агрегатах S120 вносит процесс автолокализации экситонов, снижающий их подвижность. Получены кинетики затухания свечения и определены

константы скорости излучательной релаксации в экситонной и ловушечной полосах, а также константа скорости захвата экситонов на ловушки: $K_{tr}=2.6\cdot10^{11}$ сек$^{-1}$ (T=300 K), которая незначительно возростает при понижении температуры: $K_{tr}=3.7\cdot10^{11}$ сек$^{-1}$ (T=1.5 K).

В заключении приведены основные результаты и выводы, которые получены в диссертационной работе.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ.

1. Исследованы стационарные спектры поглощения и люминесценции J-агрегатов S120 в бинарных растворах (ДМФА:Вода) с различной концентрацией воды. Из спектрального сдвига полосы поглощения J-агрегатов относительно поглощения мономеров определена ширина экситонной зоны: $\Delta_{ex}=1416$см$^{-1}$.

2. На основании полученных результатов: при комнатной температуре полоса поглощения J-агрегатов S120 имеет лоренцеву форму; форма полосы люминесценции J-агрегатов S120 не изменяется при селективном возбуждении в пределах их полосы поглощения, - установлено, что форма J-полосы при комнатной температуре определяется однородным уширением.

3. Напротив гауссова форма низкотемпературной полосы поглощения J-агрегатов S120 и сужение аналогичной полосы свечения при приближении частоты возбуждающего излучения к дну экситонной зоны позволяет сделать вывод о неоднородном уширении J-полосы при 1.5K.

4. Наблюдается аномальная температурная трансформация полосы люминесценции J-агрегатов S120 при низкой концентрации воды в бинарном растворе (50%), в результате чего формы полос поглощения и люминесценции в интервале температур 1.5 - 77K существенно различаются.

5. Кинетики затухания свечения, зарегистрированные в пределах низкотемпературной полосы люминесценции J-агрегатов S120 при низкой концентрации воды (50%) имеют неэкспоненциальный характер и зависят от точки регистрации свечения.

6. На основе теоретического анализа полученных результатов в п.4,5 в рамках возможных моделей установлено, что в J-агрегатах S120 происходит автолокализация экситонных возбуждений.

7. На основе специфического строения молекулярной цепи полиметиновых красителей предложена микроскопическая модель автолокализованного состояния в J-агрегатах S120.

8. Созданы J-агрегаты S120, с внедренными в молекулярную цепь агрегата ловушками (молекулы D307) экситонных возбуждений. Получен эффективный перенос энергии экситонов на ловушки при комнатной температуре.

9. Установлено, что перенос энергии экситонных возбуждений на ловушки происходит по диполь-дипольному механизму Ферстера. Определен критический радиус переноса, составляющий 11Å.

10. Получены кинетики затухания свечения и определены константы скорости излучательной релаксации в экситонной и ловушечной полосах. Получена константа скорости захвата экситонов на ловушки: $K_{tr}=2.6\cdot10^{11}$ сек$^{-1}$ (T=300 K), которая незначительно возростает при понижении температуры: $K_{tr}=3.7\cdot10^{11}$ сек$^{-1}$ (T=1.5 K).

11. Наблюдается уменьшение эффективности захвата экситонов ловушками в J-агрегатах S120 при понижении температуры до 1.5K, вследствие сокращения времени жизни экситонов и снижения их подвижности за счет развития процесса автолокализации.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ОТРАЖЕНЫ В ПУБЛИКАЦИЯХ.

Малюкин Ю.В., Товмаченко О.Г. Субпикосекундный лазерный флуориметр для анализа временных параметров люминесценции // Сцинтилляторы-93: Тезисы докладов межгосударственной конференции. Харьков, Украина, 27-30 сентября 1993 г. - Харьков. - 1993. - Т. I. - С. 92-93.

Ищенко А.А., Кудинова М.А., Малюкин Ю.В., Товмаченко О.Г. Спектроскопия J-агрегатов цианиновых красителей в замороженных бинарных растворах // Сцинтилляторы-93: Тезисы докладов межгосударственной конференции. Харьков, Украина, 27-30 сентября 1993 г. - Харьков. - 1993. - Т. II. - С. 188-189.

Ищенко А.А., Кудинова М.А., Малюкин Ю.В., Товмаченко О.Г. Низкотемпературная спектроскопия J-агрегатов хино-2-монометин цианина в замороженных бинарных растворах // УХЖ. - 1994. - 60, №9/10, С. 661-664.

Малюкин Ю.В., Товмаченко О.Г. Автолокализация экситонных возбуждений в J-агрегатах // Письма в ЖЭТФ. - 1993. - 58, №5. - С. 385-388.

Малюкин Ю.В., Товмаченко О.Г. Проявление автолокализации экситонных возбуждений в системах с одномерным транспортом // Международная конференция по люминесценции: Тезисы докладов международной конференции. Москва, Россия, 22-24 ноября 1994 г. - Москва. - 1994. - Т. I. - С. 56.

Малюкин Ю.В., Семиноженко В.П., Товмаченко. О.Г. Проявление автолокализации экситонных возбуждений в J-агрегатах // ЖЭТФ. - 1995. - 107, №3, С. 812-823.

Малюкин Ю.В., Семиноженко В.П., Товмаченко. О.Г. Автолокализация экситонных возбуждений в J-агрегатах хино-2-монометин цианина // ЖПС. - 1995. - 62, №3, С. 104-108.

Малюкин Ю.В., Ищенко А.А., Товмаченко О.Г. Исследование ловушечного свечения в J-агрегатах цианиновых красителей // Международная конференция по люминесценции: Тезисы докладов международной конференции. Москва, Россия, 22-24 ноября 1994 г. - Москва. - 1994. - Т. I. - С. 280.

Малюкин Ю.В., Ищенко А.А., Товмаченко О.Г. Свечение ловушек в гетероагрегатах полиметиновых красителей // Функц. материалы. - 1994. - 1, №1, С. 130-132.

Малюкин Ю.В., Ищенко А.А., Товмаченко О.Г. Спектроскопия экситонных ловушек в J-агрегатах ХМЦ // Опт. и спектроскопия. - 1996. - 80, №1, С. 94-100.

Tovmachenko O.G. The low-temperature spectroscopy of exciton excitation in J-aggregates. The dissertation for competition for the degree of candidate of physical and mathematical sciences in specialities 01.04.05 - "Optics, physics of lasers" and 01.04.09 - "Low-temperature physics". Kharkov State University, Kharkov, Ukraine, 1997.

The anomalous temperature transformation of luminescence band for exciton in J-aggregates was obtained for the first time in the dissertation work. On the base of the self-trapping of excitons model the temperature transformation of J-aggregate luminescence band and peculiarities in luminescence decay kinetics were explained. On the base of specific nature of cyanine dyes the microscopic model of self-trapping state was proposed. The exciton trapping was studied for the first time in J-aggregates solutions. The dissertation work is based on 10 published articles.

Key words: exciton, J-aggregate, self-trapping, trap.

Товмаченко О.Г. "Низькотемпературна спектроскопія екситонніх збуджень у J-агрегатах". Дисертація у формі рукопису на здобуття наукового ступеню кандидата фізико-математичних наук за спеціальністями 01.04.05 - "Оптика, лазерна фізика" та 01.04.09 - "Фізика низьких температур". Харківський держуніверситет, Харків, Україна, 1997.

В дисертації вперше отримано аномальну температурну трансформацію смуги світіння екситонів у J-агрегатах. В рамках моделі автолокалізації екситонів дано пояснення температурної трансформації спектрів світіння J-агрегатів та особливостей кінетик затухання світіннD-я. На основі специфічної будови цианінових барвників запропоновано мікроскопічну модель автолокалізованого стану. Вперше експериментально вивчено захват екситонів уловлювачами в J-агрегатах у розчинах. Матеріали дисертації базуються на 10 надрукованих наукових роботах.

Ключові слова: екситон, J-агрегат, автолокалізація, уловлювач.

Подписано к печати 12.01.97 г.
Формат 60x84 1/16. Уч.-изд. л. 1,0.
Тираж 100. Зак. 2. Бесплатно.

Ротапринт Института монокристаллов
Харьков, пр. Ленина, 60
30-70-97.