

ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В ПОЛИМЕРАХ И НАНОКОМПОЗИЦИИ НА ИХ ОСНОВЕ

РАМАЗАНОВ М.А.

Бакинский Государственный Университет
mamed_r50@mail.ru

Анализируется современное состояние в области получения и исследования фотолюминесценции в полимерах и наноконпозиции на их основе. Установлено, что фотолюминесцентные свойства микро- и наноконпозитов на основе полимеров зависят от химической и физической природы полимерной матрицы (электроотрицательность, полярность, надмолекулярная структура), свойств наполнителя, процессов межмолекулярного переноса и миграции энергии электронного возбуждения.

Исследование фотолюминесцирующих полимерных наноконпозиций (ПНК) имеет большое значение для понимания механизма передачи энергии и транспорта носителей в многофазных полимерных системах. На основе ПНК создаются люминесцентные экраны, преобразователи, сенсоры и другие устройства с улучшенными физико-механическими характеристиками и с расширенным интервалом времени флуоресценции в видимой области спектра. В работе исследованы [1] фотолюминесцентные свойства в интервале длин волн $\lambda=300-1000$ нм композитов на основе полипропилена с наночастицами CdS. Методом атомно-силовой микроскопии показано, что предварительная электроразрядная обработка полимерного порошка на воздухе влияет на концентрацию наночастиц в матрице вследствие образования окислительных центров, играющих роль зародышей наночастиц CdS, а также увеличивает интенсивность пиков фотолюминесценции композита. В последнее время выделилось несколько направлений, в которых широко используется способность ряда полимеров к интенсивной флуоресценции. К таким направлениям относятся применения флуоресцирующих полимеров в лакокрасочной промышленности, в производстве декоративных пластмасс, получение материалов для регистрации ионизирующих излучений, производстве пластмассовых сцинтилляторов, конвертирующих полимерных композиций и для изготовления материалов для лазерной техники [2,3].

Большинство флуоресцирующих полимеров, получаемых методом полимеризации, представляют собой сополимеры низкомолекулярных люминофоров с винильными группами и ненасыщенными соединениями. Полимеры с насыщенными C-C связями в основной цепи проявляют флуоресцентные свойства, если в их боковых группах имеется π -сопряженная система. Анализ работ [4,5], посвященных спектральным исследованиям полимеров, в которых отсутствует π -сопряжение, как в основной, так и в боковой цепи, позволяет сделать вывод, что свечение данных полимеров в области $\lambda > 400$ нм обусловлено наличием в них примесей. В работе [4] экспериментально получена эксимерная флуоресценция в полистироле. Авторы предположили, что поскольку эксимерное свечение расположено в более длинноволновой области, чем мономерное, т.е. $E_{\text{Э}} > E_{\text{М}}$, то очевидно, что эксимеры играют роль "ловушек" в синглетном возбужденном состоянии. Это подтверждается исследованием температурной зависимости люминесценции пленок полистирола. При

низких температурах наблюдаются полосы флуоресценции полимера с максимумом 410 нм. Очевидно, что при низкой температуре, при которой молекулярное движение заторможено, образование эксимеров затруднено. Установленная закономерность между интенсивностью флуоресценции различных центров свечения и составом сополимера позволила авторам [6,7] объяснить, как происходит высокий квантовый выход флуоресценции сополимеров стирола в винилдифениле и резкое уменьшение его величины с повышением концентрации винилдифенила, что связано с появлением эксимерного свечения. Для исследования процесса переноса энергии электронного возбуждения наиболее подходящими являются системы с равномерным распределением элементарных звеньев люминофора в полимерной цепи. Теоретические расчеты показали, что введение люминофора в полимерную цепь не влияет на эффективность переноса энергии электронного возбуждения.

Известно, что при физических исследованиях полимеров важное место занимают релаксационные процессы. С этими процессами тесно связаны прочностные и релаксационные свойства полимеров и композитов на их основе. Среди методов исследования релаксационных свойств полимеров и композитов важное место занимает люминесцентная спектроскопия. Люминесцентная спектроскопия способна выявить особенности релаксационных явлений в полимерах [8,9]. В работе [10] изучены релаксационные свойства сшитого полиизопрена, содержащего добавки трех флуоресцентных зондов: транс-дифенилполиеновый бутадиев, гексаэрин и октатетраен. Изучена зависимость степени поляризации флуоресценции от плотности сшивок. Показано, что температура -10°C является началом вращательной подвижности зондов, т.е. она на 50°C выше температуры стеклования. С увеличением плотности сшивки полимера начало подвижности метки сдвигается в область высоких температур. Использование модели ориентационной диффузии вдоль основной цепи макромолекулы позволило установить время релаксации, отражающее движение сегментов минимального размера. Наклоны графиков зависимостей $\lg T$ от температуры и температурных зависимостей $\lg \alpha_T$, найденных из уравнения Вильямса-Ланделла-Ферри, приблизительно одинаковы в области $20-80^{\circ}\text{C}$:

$$\lg \alpha_T = -C_1 \frac{T - T_C}{C_2 + (T - T_C)},$$

где C_1, C_2 - эмпирические константы. T_C - температура стеклования полимеров.

В области низкой подвижности, соответствующей температурному интервалу от -10 до 20°C , наклон зависимостей $\lg T$ от температуры меньше, что указывает на более низкое значение энергии активации в результате появления второго перехода.

В работе [11] показана возможность метода деполяризованной флуоресценции для исследования релаксационных процессов в полимерах типа полиметилметакрилата с небольшим количеством люминофоров. Изучение температурной зависимости времени жизни триплетного состояния позволило определить температуры релаксационных переходов в изучаемых сополимерах.

В последние годы флуоресцирующие полимеры приобрели существенное значение в радиоэлектронике, как активные элементы для лазерной техники. Аналогично жидкостным лазерам на органических люминофорах, полимерные люминесцентные композиции обуславливают возможность осуществлять главную перестройку частоты когерентного излучения в любые частоты видимой и ближней инфракрасной области спектра [12].

Основными требованиями к люминесцирующим добавкам являются высокий квантовый выход и максимальное перекрытие спектра поглощения со спектром люминесценции полимерной основы. Для повышения прозрачности всей системы в состав полимерной сцинтилляционной композиции вводят вторую люминесцирующую

добавку-смеситель спектра, который увеличивает также эффективность регистрации световой вспышки фотоэлектронным множителем.

Одним из преимуществ полимерных сцинтилляционных материалов по сравнению с монокристаллическими, и в определенной степени, жидкими сцинтилляторами, является возможность вариации их состава не только за счет применения различных по своей природе полимеров и ЛД, но и путем введения в полимер различных классов органических и неорганических соединений, необходимых для придания новых свойств детекторам ионизирующего излучения.

Спектрально-люминесцентные и генерационные свойства активных элементов обуславливаются как свойствами люминофоров, так и свойствами полимерной матрицы, в которую они введены, их взаимным влиянием в процессе работы лазера. Полимерная основа влияет на расположение максимумов поглощения и люминесценции люминофора [13].

В работе [14] исследована фотолюминесценция нанокластеров сульфида кадмия, сформированных в матрице пленки Ленгмюра-Блюджетт, а также после ее удаления. Спектр фотолюминесценции нанокластеров в матрице состоит из широкой полосы с максимумом при 2,4эВ. После удаления матрицы гексаном спектр фотолюминесценции состоит из высокоэнергетической полосы с максимумом при 2,9эВ (ширина ~0,2эВ) и двух низкоэнергетических полос с максимумами при 2,4 и 2эВ (ширина ~0,5 эВ). Авторы считают, что высокоэнергетическая полоса связана с рекомбинацией экситонов в нанокластерах, а полосы с максимумами при 2,4 и 2,0эВ с рекомбинацией через уровни дефектов, расположенных в объеме матрицы и на границе раздела нанокластера. В работе [15] изучены флуоресцентные свойства солей непредельных карбоновых кислот E^{3+} и Tv^{3+} (акриловой, метакриловой, малеиновой) и полимеров на их основе при 300К и 77К. Обнаружено, что интенсивность флуоресценции исследуемых соединений при повышении температуры от 77К к 300К не уменьшается, а заметно возрастает. Также установлено, что при переходе от металлосодержащих мономеров к полимерам значительно уменьшается интенсивность флуоресценции E^{3+} и в 4 раза Tv^{3+} . Наблюдаемое ослабление люминесценции авторы связывают с наличием эффективного концентрационного тушения, обусловленного высоким содержанием металла в соединениях. Увеличение эффективности миграции энергии возбуждения, обусловлено независимостью интенсивности люминесценции в исследуемых полимерных макромолекулярных комплексах от температуры.

В работе [16] исследовано влияние полимерной матрицы на структуру наноконпозиций с сульфидом кадмия. Формирование частиц дисперсной фазы при синтезе наноконпозиций с использованием метода многоциклового обработки связано с возникновением в полимерной матрице первичных частиц, их ростом и коагуляцией с образованием вторичных частиц. Матрица полимера способна стабилизировать значительно более мелкие частицы CdS по сравнению с целлюлозой (размер первичных частиц с ростом степени заполнения меняется от 4,6 до 13 нм в первом случае и от 8 до 24 нм, во втором, размер вторичных частиц составляет 50-60 и 70-80 нм соответственно). С повышением концентрации Na_2S в реакционной среде размер частиц CdS также возрастает. Стабилизируемый размер частиц дисперсной фазы определяется удельной величиной межфазной свободной поверхностной энергии наносистемы, которая снижается при увеличении комплексообразующей способности полимерной матрицы и уменьшении концентрации Na_2S . Снижение свободной поверхностной энергии способствует увеличению степени дисперсности образующейся наноконпозиции.

В работе [17] изучены фото- и термолюминесценция *N*-карбозал замещавших гомо- и сополимеров. Показано, что при температурном интервале от 15 до 325 К, в зависимости от концентрации карбозола, спектры термолюминесценции сильно

изменяются. Авторы связывают изменение максимумов люминесценции релаксационным переходом.

Исследована фотолюминесценция фотопроводящих полимерных пленок антоциенилглицидилового эфира, поли-*n*-эпоксипропилкарбазола и поли *N*-винилкарбазола [18]. Результаты сопоставлены с фотолюминесценцией не фотопроводящих полимеров (ПС, ПВХ, ПЭ). Полимеры допированы катионными, анионными и нейтральными органическими красителями. Обнаружено, что относительный квантовый выход фотолюминесценцией в фотопроводящих пленках выше, чем в не фотопроводящих. Величина эффекта максимальна для поли-*N*-эпоксипропилкарбазола. Усиление ФЛ возрастает при уменьшении длины света. Этот эффект коррелируется с ростом фотопроводимости, тушащейся действием внешнего электрического поля на интенсивность фотолюминесценции и интенсивности рекомбинационной люминесценции. Авторы связывали эффект усиления фотолюминесценции с вкладом рекомбинационной люминесценции зарядов в фотогенерированных электронно-дырочных парах.

Отметим, что наблюдается повышенный интерес к изучению электролюминесцентных свойств полимерных материалов в связи с реальной возможностью создания низковольтных плоских цветных дисплеев нового поколения. Разработанные высокомолекулярные электролюминесцентные структуры по своим характеристикам составляют серьезную конкуренцию неорганическим люминофорам, широко используемых в цветных электронно-лучевых приборах. Одним из перспективных направлений в исследовании полимеров с электролюминесцентными свойствами, является разработка полимерных композитов на основе электроактивных высокомолекулярных структур, допированных наноразмерными частицами неорганических материалов с диэлектрическими и полупроводниковыми свойствами. В отличие от полимерных композитов, содержащих аморфные неорганические наноразмерные компоненты, авторы [19] получали и исследовали электролюминесцентные материалы, допированные нанокристаллами *J*-агрегатов цианиновых красителей. В работе [19] изучены электролюминесцентные свойства нового типа нанокompозитов на основе ароматических полиимидов, содержащих *J*-агрегаты в виде нанокристаллических фаз агрегированной формы цианиновых красителей. Установлено, что спектр электролюминесценции у композитов имеет форму узкой интенсивной полосы с максимумом 675нм. Показано, что *J*-агрегаты данного типа являются эффективными акцепторами энергии экситонного возбуждения, и в их присутствии не наблюдается излучение, как мономерной формы красителя, так и самого ароматического полиимиды.

Широкое использование аморфных органических фотополупроводников в качестве электрофотографических фоторецепторов, оптоэлектронных устройств и сред для оптической записи информации стимулирует исследования процессов транспорта носителей зарядов и спектров электронных возбуждений в этих системах [19, 20]. В аморфных системах спектры возбужденных состояний молекул и энергетических состояний молекул и энергетических состояний носителей заряда неоднородно уширены, вследствие эффектов энергетического разупорядочения и описывается функцией плотности состояния. Поэтому многие свойства аморфных фотополупроводников объясняются на основе процессов энергетической релаксации электронных возбуждений или фотогенерированных носителей заряда в системе разупорядоченных энергетических состояний [21]. Карбазолил содержащие полимеры на основе поливинилкарбазола и поли-*N*-эпоксипропилкарбазола (РЕРС) поглощают в ближнем УФ-диапазоне, то для их сенсibilизации к видимому и ИК-свету и повышения квантового выхода фотогенерации носителей заряда вводят специальные добавки, которые обычно служат центрами, как поглощения, так и фотогенерации. В работе [22] показано, что введение РЕРС некоторых красителей приводит к появлению

глубоких "ловушек" носителей заряда, происхождение которых связано с конформационными изменениями в полимере.

Механические свойства композитов зависят от структуры и свойств межфазных границ. Сильное межфазное взаимодействие между полимерной матрицей и наполнителем обеспечивает высокую прочность. Межфазное взаимодействие зависит от удельной активности наполнителя, а наполнитель, в свою очередь, зависит от адсорбционного свойства. На поверхности частиц наполнителя имеются активные центры с различной поверхностной энергией. С уменьшением размера частиц наполнителя до нанометрового размера увеличивается концентрация активных центров, т.е. увеличивается межфазное взаимодействие наполнителя с полимерной матрицей. Также с повышением содержания в полимере полярных групп, возрастает энергия активации процесса и совмещение его с наполнителем. Это объясняется тем, что с увеличением полярности полимера увеличивается энергия, необходимая для того, чтобы обеспечить взаимное проникновение сегментов макромолекул. Межфазная граница полимер-наполнитель является, по-видимому, наиболее слабым звеном в наполненной системе. Выше указанные литературные данные позволяют сделать вывод о том, что межфазные взаимодействия зависят от комплексных активных свойств отдельных компонентов композиции.

В работе [23] изучены особенности носителей зарядов в аморфных молекулярных полупроводниках, допированных полиметиновыми красителями. Исследованы процессы фотогенерации и рекомбинации носителей зарядов при облучении пленок с блокирующими контактами света, как из области поглощения красителя, так и за ее пределами. Изучена кинетика накопления и релаксация электронно-дырочных пар, время жизни которых превышает десятки и сотни секунд. Сделано предположение, что увеличение интенсивности рекомбинационной люминесценции в электрическом поле происходит из-за возрастания эффективности бимолекулярной излучательной рекомбинации, стимулируемой захваченными электронами и фотогенерированными экситонами. ПС относится к числу полимеров с высоким светопропусканием. На его основе получают однородные прозрачные в широком спектральном диапазоне оптические стекла различных размеров и форм. В настоящее время спектроскопические исследования ПС не утратили своей актуальности. Идентификация примесных центров будет способствовать конкретизации первичных элементарных актов процесса фотодеструкции ПС. Знание люминесцирующих структур полимера полезно и в том случае, когда он применяется как в фотофизических, так и в фото- и радиационно-химических исследованиях. В работе [24] исследованы спектры поглощения, люминесценции и возбуждения люминесцентных пленок технического ПС разного происхождения. Установлено, что их люминесцентные свойства обусловлены преимущественно химическими дефектами основной полимерной цепи и примесными оптическими центрами. Флуоресценция изученного полимера в области 300-500 нм связана с испусканием эксимеров ПС и примесных центров, со структурой стирола, концентрацией основных звеньев цепи. Длинноволновая полоса флуоресценции с максимумами при 338, 350 и 370 нм определяется концевыми группами со структурой фенилгексатриена, возникающими в процессе промышленного получения или переработки полимера.

В работах [25, 26] были исследованы полимерные системы, включающие наночастицы неорганического полупроводника-пленки полиамина, допированные наночастицами CdS. Интенсивная электролюминесценция в такой системе наблюдается во всем видимом диапазоне спектра при подаче импульсов электрического напряжения с амплитудой 20В и длительностью 20мкс. В отличие от полимерных композитов с J-агрегатами, в полиамине, содержащем неорганические наночастицы, световой сигнал сильно уменьшается после нескольких коротких импульсов напряжения с интервалом в 10с. Чтобы вернуться к применимым значениям сигнала, необходимо подавать импульс

напряжения примерно той же амплитуды и длительности, но обратной полярности. Следует отметить, что большие флуктуации тока при электролюминесценции не сказываются заметным образом на кинетике сложных по своей природе рекомбинационных процессов, приводящих к излучению. Учитывая большую поверхность раздела на границе полианилина CdS , можно предположить, что флуктуации обусловлены процессами заряда соответствующих емкостей на границе раздела фаз. По-видимому, это связано, как с гетерогенностью полимерной структуры в целом (дисперсия наночастиц CdS в полимерной матрице), так и с гетерогенностью самой матрицы.

В работе [27] изучена концентрационная зависимость флуоресцентных свойств ориентированных молекул красителей в полимерных пленках. Обнаружена зависимость степени ориентации молекул красителей в растянутых пленках поливинилового спирта от их концентрации. Изучены особенности миграции энергии электронного возбуждения между молекулами красителей в изотропных и ориентированных полимерных матрицах при изменении их концентрации. Показано, что люминесцентные свойства органических молекул красителей, внедренных в полимерные пленки, претерпевают значительные изменения при увеличении их концентрации и растяжении пленок. Полученные результаты объясняются тем, что при ориентации молекул активатора в полимерной матрице происходит частичное уменьшение спектрального неоднородного уширения электронных уровней люминесцирующих молекул.

В работе [28] исследованы спектрально-люминесцентные и фотоэлектрические свойства пленок полиимида (ПИ) на основе 9.10-бис-(*p*-аминофенил) антрацена. Эти ПИ обнаруживают люминесценцию эксиплексного типа, которая тушится внешним электрическим полем; относительный эффект тушения линейно зависит от квадрата напряженности поля. В ряду ПИ с диимидными фрагментами в цепи однотипного строения эффект тушения нелинейно возрастает с увеличением сродства к электрону диимидного фрагмента; обнаруживают ПИ с наибольшим эффектом тушения и наибольшую фоточувствительность в режиме стационарной фотопроводимости. Методом фотоиндуцированного спада поверхностного потенциала определены квантовые выходы фотогенерации носителей заряда для наиболее чувствительного из этих ПИ и их полевые зависимости, практически идентичные соответствующим зависимостям для тушения люминесценции. Обнаружен положительный эффект магнитного поля на фотогенерацию носителей, указывающий на ион-радикальную природу компонентов образующихся термолизированных ионных пар; сделаны оценки времени из жизни.

В работе [29] изучены пленочные наноконпозиции, содержащие до 50-60 % об. % сульфидов меди и кадмия. Образцы наноконпозиции получены методом *in situ* на основе сшитой полимерной матрицы ПАК-ПВС. Проведено сравнительное исследование механизма образования и структуры таких конпозиций. Высказано предположение, согласно которому системы с CdS формируются по конденсационному механизму, т.е. через стадию образования критического зародыша, тогда как наиболее вероятный механизм формирования нанофазы CuS связан с образованием и ассоциацией «мономерных единиц» - S содержащих в комплексах меди. Основная разница в структуре наноконпозиций с сульфидами кадмия и меди заключается в образовании при не слишком больших заполнениях ($\leq 25-30$ об.%) мелких поликристаллических частиц CdS (~ 5 нм) и более крупных (до ~ 15 нм) монокристаллических частиц CuS .

Предполагается, что указанные различия в механизме образования и структуре рассматриваемых систем могут быть обусловлены неодинаковыми термодинамическими характеристиками высокодисперсной фазы и энергией

образования неорганического компонента, и величиной свободной поверхностной энергии межфазной границы полимер-частица для композиций с CdS и CuS .

В работе [30] изучены спектры фотолюминесценции композиций на основе термопластических полимеров и полупроводникового наполнителя $CaGa_2S_4:Eu$ в интервале длин волн $\lambda=350-700$ нм. Показано, что спектры фотолюминесценции зависят от объемного содержания наполнителя, полярности полимера и от условий электротермополяризации. Показано, что наблюдаемые изменения спектров композиции в зависимости от объемного содержания, электротермополяризации и полярности полимера, связаны с изменением надмолекулярной структуры полимеров, степени взаимодействия полимера с наполнителем. Исследованы фотолюминесцентные свойства композиций на основе поливинилденфторида и наполнителя CdS . Получены композиции с размером частиц наполнителя CdS 3-5мкм и 20-35нм. Показано, что появление дополнительного максимума для композиции ПВДФ+ CdS с размером 3-5 мкм вызвано слабыми межфазными взаимодействиями. Широкая полоса ФЛ с максимумами при 2,4эВ образцов, содержащих нанокластеры в матрице, является суперпозицией двух полос: полосы, связанной с рекомбинацией через уровни дефектов в матрице, и полосы, обусловленной состояниями на границе нанокластер-матрица.

Анализ литературных данных позволяет сделать следующие заключения:

•фотолюминесцентные свойства микро- и нанокомпозитов на основе полимеров зависят от химической и физической природы полимерной матрицы (электроотрицательность, полярность, надмолекулярная структура), от свойств наполнителя, от процессов межмолекулярного переноса и миграции энергии электронного возбуждения.

-
1. *А.М.Магеррамов, М.А. Рамазанов, Ф.В.Гаджиева.* Ж.Физика и химия обработка материалов, №1, с.71-74
 2. *Гундер О.А., Рапота Т.М.* «Монокристаллы, сцинтилляторы и органические люминофоры» Черкассы ОНИНТЭХИМ, 1972. Вып. 6. Ч 1. с 11-27
 3. *Альтишуллер Г.Б., Дульнева Е.Г., Мешковский И.К.* Ж. Прикладная спектроскопия. 1982. Т 36. №2, с 592-599
 4. *Harrash L.A.* J. Chem. Phys 1972. Vol. 56. P 385-387
 5. *Roberts A.J.* J. Photochem. 1981. Vol. 17. №1-2, P. 11-14
 6. *Краковск М.Г., Миловская Е.Б., Рудковская Г.Д.* Ж. Высокмолекулярные соединения. 1980. Сер. А, Т 22, №1, с 143-150
 7. *Phillips D., Roberts A.J., Soutar J.* J. Polymer Sci, Polymer Lett. Ed. 1980. Vol. 18. №2 P. 123-129
 8. *Jarry J.P., Monneril L.* J. Macromol. Sci. 1980. Pt B. Vol. 18. №4 P. 637-639
 9. *Henry R., Soutar J.* J. Polymer Sci, Polymer Phys. Ed. 1980. Vol. 18. №5 P. 1021-103
 10. *Дюмаев К.М., Маненков А.А., Малюков.* Ж. Квантовая электроника, 1983. Т 10. №4 с.810-818
 11. *Henry R., Soutar J.* J. Polymer Sci, Polymer Phys. Ed. 1980. Vol. 18. №5 P. 1021-103
 12. *Henry R., Soutar J.* J. Polymer Sci, Polymer Phys. Ed. 1980. Vol. 18. №5 P. 1021-103
 13. *Тицкая В.Д.* «Исследование полимеризации сцинтилляционных систем» Автореф. дис. канд. хим. наук. М., 1981, 22 с
 14. *Багаев Е.А., Журавлев К.С., Свешникова Л.Л. и др.* Ж. Физика и техника полупроводников, 2003, Т. 37. вып 11 стр 1358-1362
 15. *Мирочник А.Г., Петроченкова Н.В., Карасев В.Е.* Ж. Высокмолекулярные соединения. 1980. Сер. А, 1999, Т 41, №10, с 1642-1646
 16. *Багиров М.А., Малин В.П., Абасов С.А.* "Воздействие электрических разрядов на полимерные диэлектрики" Баку, Елм, (1975) 168с.

17. *Dobruchowska E., Gorna G., Glowacki.* Workshop on Electroluminescence and polymers Pares». 28-29 May, 2001. P. 15
18. *Гетманчук Ю.П., Давиденко Н.А., Деревянко Н.А и др.* Ж. Высокомолекулярные соединения. 1980. Сер. А, 2002, Т 44, №8, с 1347-1358
19. *Мальцев И., Липенко Д.А., Шапиро Б.И. и др.* Ж. Высокомолекулярные соединения Серия А, Т 42, №2, с 299-305
20. *Ванников А.В., Гришина А.Д.* «Фотохимия полимерных донорно-акцепторных комплексов». Наука, М (1984), 261 с
21. *Basler H. In.* «Disordered effect on relaxational processes». Springe -Verlag, Berlin (1994) P. 585
22. *Скрышевский Ю.А., Кадацук А.К., Остапенко Н.И.* Ж. Физика твердого тела, 2000, Т 42, вып 8. стр. 1505-1510
23. *Давиденко Н.А., Ищенко А.А.* Ж. Физика твердого тела, 1998, Т 40, №4 с.629-635
24. *Нурмухалитов Р.Н., Рыжакова Н.В., Белай И.А.* Ж. Высокомолекулярные соединения. Сер. Б, 2001, Т 43, №9, с 1586-1590
25. *Ванников.А.В.* Российский Химический Журнал ТХЛХ (2001) №5-6 стр 41-50
26. *Ruhstaller B., Scott J.C., Brock P.J.* J. Chemical Physics Letters 317 2000, P 238-244
27. *Грачев А.В., Южаков В.И.* Ж. Вестник Московского Университета Серия 3. Физика, Астрономия, 1999, №4. стр. 24-28
28. *Капустин Г.В., Румянцев Б.М., Пибалк Д.В.* Ж. Высокомолекулярные соединения. Серия А, 1996, Т 38, №8, с 1343-1350
29. *Волков В.А., Москвина, Волинский, Бакеев Н.Ф.* Ж.Высокомолекулярные соединения, Серия А, 1999, Т 41, №6, с 963-969
30. *Рамазанов М.А., Тагиев О.Б.Исмаилов А.А., Бартоу С., Беналолу П.* Ж. Прикладная физика, №2, 2003, стр.51-54
31. *Рамазанов М.А.* Ж. Прикладная физика, №6, 2007, стр.8-12

POLIMERLƏRDƏ VƏ ONLARIN ƏSASINDA NANOKOMPOZISIYALARDA FOTOLÜMINESSENSIYA

RAMAZANOV M.Ə.

Polimerlərdə və onların əsasında alınmış nanokompozisyalarda fotoluminenssiya effektinin formalaşmasının müasir vəziyyəti analiz edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, polimerlər əsasında alınmış mikro- və nanokompozisyalarda fotoluminenssiya xassələri polimer matrisanın fiziki və kimyəvi təbiətindən (elektromənfiyindən, polarlığından, üstmolekulyar quruluşundan), doldurucunun xüsusiyyətindən, elektron həyəcanlanmasının enerjisinin molekullar arası köçürməsindən və miqراسiyasından asılıdır

PHOTOLUMINESCENCE IN POLYMERS AND NANOCOMPOSITE ON THEIR BASIS

RAMAZANOV M.A.

The analysis of modern condition in the field of reception and researches a photoluminescence in polymers and nanocomposite on their basis is made. It is established, that photo luminescent properties micro-and nanocomposite on the basis of polymers depend on the chemical and physical nature of a polymeric matrix (electronegativity, polarity, supermolecular structure), from property filler, from processes of intermolecular carry and migration of the electronic excitation energy.