TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 12.04.02 «Оптотехника»
Отделение материаловедения

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Исследование спектрально-кинетических характеристик нанокомпозитных материалов для фотоники

УДК 535.33-02:620.22-419.8:621.383

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ВМ72	Калмуратов Акимжан		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Вильчинская С.С	к.ф-м.н, доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Жаворонок А.В			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романова С.В			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Полисадова Е.Ф	д.ф.-м.н.		

Томск – 2019 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	Профессиональные компетенции
Р1	Способность формулировать цели, задачи научного исследования или разработки в области светотехники и фотонных технологий и материалов, способность выделять и обосновывать критерии, на основании которых формируются модели принятия решений, составлять план работ, способность строить физические и математические модели объектов исследования и выбирать алгоритм решения задачи
Р2	Способность разрабатывать программы экспериментальных исследований, применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы, защищать приоритет и новизну полученных результатов исследований в области обработки, изучения и анализа фотонных материалов, корпускулярно-фотонных технологий, оптоволоконной техники и технологии, в области оптических и световых измерений, люминесцентной и абсорбционной спектроскопии, лазерной техники, лазерных технологий и оборудования, взаимодействия излучения с веществом, производства и применения светодиодов
Р3	Способность к профессиональной оценке проблем проектирования в области светотехники, оптотехники, фотонных технологий и материалов на основе подбора и изучения литературных и патентных источников. Способностью к разработке структурных и функциональных схем оптических, оптико-электронных, светотехнических приборов, лазерных систем и комплексов с определением их физических принципов работы, структуры и технических требований на отдельные блоки и элементы
Р4	Способность к конструированию и проектированию отдельных узлов и блоков для осветительной, облучательной, оптико-электронной, лазерных техники, оптоволоконных, оптических, оптико-электронных, лазерных систем и комплексов различного назначения, осветительных и облучательных установок для жилых помещений, сельского хозяйства, промышленности
Р5	Способность к разработке и внедрению технологических процессов и режимов сборки оптических и светотехнических изделий, к разработке методов контроля качества изготовления деталей и узлов, составлению программ испытаний современных светотехнических и оптических приборов и устройств, фотонных материалов.
Р6	Способность эксплуатировать и обслуживать современные светотехнические и оптические приборы и устройства, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на производстве, выполнять требования по защите окружающей среды

Универсальные компетенции	
Р7	Способность проявлять творческий, нестандартный подход, требующий абстрактного мышления, при решении конкретных научных, технологических и
	проектно-конструкторских задач в области фотонных технологий и материалов и светотехники, нести ответственность за принятые решения
Р8	Способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
Р9	Способность к инновационной инженерной деятельности, менеджменту в области организации освоения новых видов перспективной и конкурентоспособной оптической, оптико-электронной и световой, лазерной техники с учетом социально-экономических последствий технических решений
Р10	Способностью к координации и организации работы научно- производственного коллектива, принятию исполнительских решений для комплексного решения исследовательских, проектных, производственно-технологических, инновационных задач в области светотехники и фотонных технологий и материалов
Р11	Способность к оценке современного состояния развития науки и техники, владение иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности
Р12	Способность к сбору сведений, анализу и систематизации знаний об исследуемом объекте

TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 12.04.02 «Оптотехника»
Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ _____ Полисадова Е.Ф.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
4ВМ72	Калмуратов Акимжан

Тема работы:

Исследование спектрально-кинетических характеристик нанокомпозитных материалов для фотоники

утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе *(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*	Отечественная и зарубежная литература по люминесценции композитных материалов основе квантовых точек CdSe/CdS. Спектрофотометр. Микровизор. Спектрофлюориметр. Импульсный спектрометр. Композитные материалы на основе квантовых точек CdSe/CdS

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов *(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).*	1) Применение и свойства нанокомпозитных материалов на основе квантовых точек CdSe/CdS 2) Методика исследования 3) Люминесценция и поглощение композитных материалов на основе квантовых точек CdSe/CdS 4) Спектрально-кинетические характеристики композитных материалов на основе квантовых точек CdSe/CdS 5) Анализ результатов
Перечень графического материала	Презентация в MS PowerPoint

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Жаворонок А.В
Социальная ответственность	Романова С.В
Раздел ВКР на иностранном языке	Рыбушкина С.В

Названия разделов, которые должны быть выполнены на русском и иностранном языках:

Применение и свойства полупроводниковых композитов на основе квантовых точек CdSe/CdS

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вильчинская С.С.	к.ф.м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ВМ72	Калмуратов А		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту: **Группа**	**ФИО**
4ВМ72	Калмуратову Акимжану

Школа	ИШНПТ	**Отделение**	Материаловедения
Уровень образования	Магистратура	**Направление/специальность**	12.04.12 «Оптотехника»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НТИ
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Проведение оценки экономической эффективности определения отношений между пользователями социальной сети Twitter на основе анализа текста сообщений.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет НТИ 4. Расчёт денежного потока 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ	
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Ассистент ОСГН	Жаворонок А.В.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ВМ72	Калмуратов А.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, 5 глав, и заключения с общим объемом 130 страницы, включая 49 рисунков, 29 таблиц. Список цитируемых источников содержит 41источника.

Ключевые слова: квантовые точки, CdSe/CdS, полимер, нанокомпозит, фотолюминесценция, спектрально-кинетические характеристики.

Диссертация посвящена исследованию полимерных нанокомпозитов с квантовыми точками CdSe/CdS.

Цель диссертационной работы: исследовать влияние матрицы на спектральные и кинетические характеристики полупроводниковых квантовых точек CdSe/CdS

Основной задачей являлось исследовать спектрально-кинетические характеристики квантовых точек CdSe/CdS внедренных в различные полимерные матрицы.

В результате проделанной работы Исследованы спектрально-кинетические характеристики квантовых точек CdSe/CdS внедренных в различные полимерные матрицы. Исследования композитов CdSe/CdS+полимер показали, что тип полимерной матрицы влияет на спектрально-кинетические характеристики композитов CdSe/CdS+полимер. Более однородное распределение квантовых точек CdSe/CdS наблюдается в матрице полидиметилсилоксана, что, вероятно, связано с наиболее близкой по природе, алкильной оболочкой квантовых точек.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями, обозначениями и сокращениями:

КТ –квантовые точки

ККТ – коллоидные квантовые точки

КО- кремний органика

УФ-ультрафиолетовые излучения

СД – светодиод

ФЛ – фотолюминесценция

ПММА – полиметилметакрилат (органическое стекло)

ПДМС – полидиметилсилоксан

КПД – коэффициент полезного действия

ФЭУ – фотоэлектронный умножитель

СИД – светоизлучающий диод

ПЭМ–просвечивающий электронный микроскоп

Оглавление

Введение 13
1.1 Свойства квантовых точек CdSe/CdS 15
1.2 Применение материалов на основе квантовых точек CdSe/CdS 17
1.3 Методика синтеза квантовых точек 23
1.4 Люминесценция наночастиц CdS, CdSe, CdSe/CdS 28
2.Методика эксперимента 32
2.1 Спектрофлуориметр CaryEclipse 32
2.2 Спектрофотометр СФ-256УВИ 33
2.3.Метод стационарной фотолюминесцентной спектроскопии 33
2.4 Методика импульсной-оптической спектрометрии 34
3. Результаты экспериментов 36
3.1Характеристики КТ CdSe различного размера в растворе гексана 36
3.2 Описание образцов композитных материалов КТ CdSe/CdS +полимер 38
3.3 Спектры пропускания, возбуждения и люминесценции композитов CdSe/CdS+полимер 41
3.4 Спектрально-кинетические характеристики фотолюминесценции композитов CdSe/CdS+полимер 46
3.5 Расчет координат цветности люминесценции композитов CdSe/CdS+полимер 49
3.5 Температурные зависимости интенсивности ФЛ 52
3.6 Измерения интегральной эффективности люминесценции 56
4.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 60
4.1Предпроектный анализ 60
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования 60
4.1.2 SWOT-анализ 62
4.1.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации 67
4.2 Инициация проекта 69
4.2.1 Цели и результаты проекта 69

4.2.2 Организационная структура проекта. 70
4.2.3 Ограничения и допущения проекта..... 71
4.3Планирование управления научно-техническим проектом..... 72
4.3.1Иерархическая структура работ проекта 72
4.3.3 Бюджет научного исследования 75
4.3.4. Расчет материальных затрат НТИ 76
4.3.5. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ 76
4.4 Организационная структура проекта 82
4.5 План управления коммуникациями проекта 83
4.6 Реестр рисков проекта 84
4.7 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования 85
4.8 Оценка абсолютной эффективности исследования 89
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности..... 93
5.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства 93
5.1.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя 93
5.2 Производственная безопасность..... 95
5.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования..... 97
5.2.2 Отклонение показателей микроклимата 97
5.2.3 Превышение уровня шума 98
5.2.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны 99
5.2.5 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека 100
5.3 Организационные мероприятия обеспечения безопасности 102
5.4 Охрана окружающей среды..... 103
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях..... 103
Выводы по разделу:..... 105

Заключение 106
Список используемых литературы 108
Приложение А 112

Введение

В последние годы интерес ученых прикован к перспективным наногибридным композитам, состоящим из полимерных органических соединений и полупроводниковых нанокристаллов [1,2]. Как правило, используются нанокристаллы типа ядро-оболочка, так называемые квантовые точки или стержни. Особенностью квантовых точек в форме коллоидных нанокристаллов является то, что каждая точка - это изолированный и мобильный объект, находящийся в растворителе и который можно использовать для создания наногибридных композитов [3]. Полупроводниковые квантовые точки CdSe/CdS фотостабильны, обладают узким эмиссионным спектром и широкой полосой поглощения, а также высоким квантовым выходом. Особенность полупроводниковых квантовых точек – зависимость спектра люминесценции от размера частиц [3]. Это свойство обуславливает возможность применения квантовых точек в тех областях, где требуется варьируемые по длине волны оптические свойства. В литературе обсуждается возможность создания лазерных сред на основе полупроводниковых нанокристаллов, панелей плоских экранов, светодиодов, солнечных батарей [1-4]. Весьма перспективным, с нашей точки зрения, является применение наногибридных композитов с полупроводниковыми квантовыми точками в качестве вторичной оптики для светодиодов (СИД). Основным преимуществом СИД с удаленным люминофором является отсутствие слепящего эффекта за счёт свечения всей поверхности люминесцирующего наногибридного рассеивателя, что повышает комфортность освещения.

Однако существует сложность получения стабильных нанокомпозитных материалов с равномерным распределением квантовых стержней в объеме полимерной матрицы.

Цель работы: исследовать влияние полмерной матрицы на спектральные и кинетические характеристики полупроводниковых

квантовых точек CdSe/CdS.

Задачи исследования:

1. Исследовать характеристики КТ CdSe различного размера в растворе гексана
2. Исследовать спектрально-кинетические характеристики квантовых точек CdSe/CdS внедренных в различные полимерные матрицы
3. Рассчитать координаты цветности люминесценции композитов CdSe/CdS+полимер
4. Исследовать температурную зависимость композитов CdSe/CdS+полимер

1.1 Свойства квантовых точек CdSe/CdS

Квантовые точки – это полупроводниковые нанокристаллы с размером в диапазоне 2-10 нанометров, состоящие из 10^3 - 10^5 атомов, созданные на основе неорганических полупроводниковых материалов Si, InP, CdSe и т.д., покрытые монослоем стабилизатора из органических молекул.

История КТ начинается с их первого открытия в 1980 году русским физиком Екимовым [1]. Систематический прогресс в науке и технике квантовых точек был достигнут после 1984 года, когда Луис Брус установил связь между размером КТ и шириной запрещенной зоной для полупроводниковых наночастиц [2,3]. Тем не менее, потребовалось почти десятилетие для нового продвижения в исследованиях КТ до успешного синтеза коллоидных КТ CdX (X = S, Se, Te) [4,5].

Важным свойством квантовой точки является ее большое отношение поверхности к объему. Следствием этой особенности является то, что КТ имеют явные поверхностные явления.

Квантово-размерные эффекты играют ключевую роль в оптоэлектронных свойствах квантовых точек [2]. Энергетический спектр квантовой точки принципиально отличается от объемного полупроводника.

Электрон в нанокристалле ведет себя как в трехмерной потенциальной «яме». Имеется несколько стационарных уровней энергии для электрона и дырки с характерным расстоянием между ними $h^2/2(2md\pi)^2$, где d – размер нанокристалла (квантовой точки)

Есть еще одно принципиальное свойство, отличающее коллоидные квантовые точки от традиционных полупроводниковых материалов – возможность существования в виде растворов, или точнее в виде золей. Это свойство обеспечивает широту возможностей манипулирования такими объектами и делает их привлекательными для технологий. Зависимость

энергетического спектра от размера дает огромный потенциал для практического применения квантовых точек.

Судя по изученным литературным данным [1-25], квантовые точки на основе полупроводников группы A2B6 обладают рядом уникальных свойств:

1. Фотостабильны, что позволяет использовать источники возбуждения с высокой мощностью
2. обладают узким спектром излучения
3. широкой полосой поглощения
4. также высоким квантовым выходом до 70%
5. Длина волны люминесценции КТ зависит от их размера, при этом для возбуждения КТ всех цветов достаточно одного источника излучения

1.2 Применение материалов на основе квантовых точек CdSe/CdS

В литературе обсуждается возможность создания лазерных сред на основе полупроводниковых нанокристаллов, панелей плоских экранов, светодиодов, солнечных батарей [20-35]. Весьма перспективным, с нашей точки зрения, является применение наногибридных композитов с полупроводниковыми квантовыми точками в качестве вторичной оптики для светодиодов (СИД). Основным преимуществом СИД с удаленным люминофором является отсутствие слепящего эффекта за счёт свечения всей поверхности люминесцирующего наногибридного рассеивателя, что повышает комфортность освещения.

Также, в последние годы, наблюдаются две новые тенденции в усовершенствовании жидкокристаллических дисплеев квантовыми точками. Во первых это замена обычных светофильтров QD матрицами, во вторых разработка улучшенной подсветки для ЖК-дисплеев на квантовых стержнях (QR). Так, результаты моделирования, приведенные в статье [35] указывают, что ЖК-монитор усовершенствованный QR в 1.26X более эффективный, чем дисплей на органических светодиодах (OLED), из-за его более широкой цветовой гаммы.

В работе [20] приведены результаты разработки светоизлучающего диода на основе многослойных наноструктур, в котором роль эмиттеров выполняют квантовые точки CdSe/CdS. Получены электролюминесценция квантовых точек CdSe/CdS и перенос энергии экситонного возбуждения в органическом светоизлучающем диоде.

Пример одного из возможных технологических решений для создания светодиода на основе ККТ в полимерной матрице представлен на рисунке 1.1.

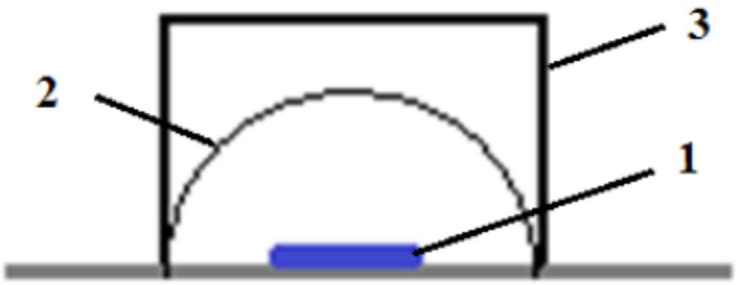

Рисунок 1.1- Светодиод на основе КТ, добавленных в полимер. 1 – светодиод, 2 – линза светодиода, 3 – полимерная матрица с КТ.

На рисунке 1.2 представлена схема установки накачки лазера на основе ККТ селенида кадмия [20].

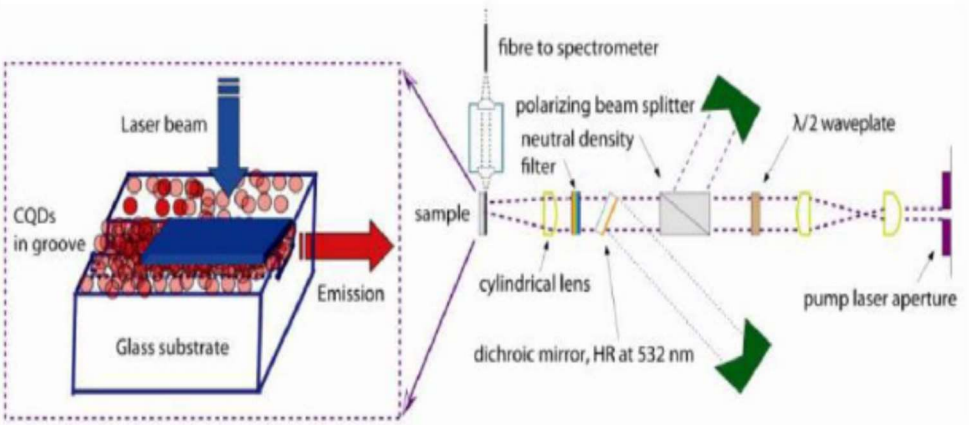

Рисунок 1.2-Схема установки накачки лазерной структуры на основе коллоидных квантовых точек селенида кадмия [20]

Квантовые точки являются ультра-маленькими частицами полупроводника, которые могут быть синтезированы почти с атомарной точностью с помощью современных методов коллоидной химии. Цвет свечения этих точек может быть изменен достаточно просто – изменением их размеров. Цветовая настройка в сочетании с высокой эмиссионной эффективностью позволяет использовать эти свойства в дисплеях на квантовых точках. Люминесцентный квантовый концентратор (ЛКК) представляет собой устройство управления фотонами, который выглядит как прозрачный материал, который содержит высокоэффективные излучатели,

такие как молекулы-красители или квантовые точки. Солнечный свет, рассеянный в такой пластине повторно излучается в более длинном спектре и направляется к краю пластины, где установлены солнечные фотоэлементы. ЛКК служит светособирающей антенной, которая концентрирует солнечный свет с больших площадей на очень небольшие солнечные элементы, что гораздо увеличивает их выходную мощность. ЛКК особенно привлекательны благодаря тому, что в дополнение к увеличению мощности, они способны реализовать интересные концепции, такие как фотовольтаическое окно, которое покрывает фасады зданий в больших объемах и площадях, преобразовывая свет в электричество.

Из-за высокой эффективности, цветонастраиваемым эмиссионным свойствам и решениям в технологичном секторе, квантовые точки являются привлекательным материалом для использования в недорогих, больших по площадям солнечных концентраторах. Между тем, одна из проблем в такой технологии – это накладка между излучением и поглощением в самих точках, что приводит к незначительным потерям света из-за повторного рассеивания уже излученного точками света. На рисунке 1.3 схематически показывается, как квантовые точки внедрены в пластик и направляют к краю пластины солнечный свет увеличивая эффективность солнечных панелей. Чтобы преодолеть эту проблемы ученые изобрели люминесцентный солнечный концентратор на основе квантовых точек с искусственно вызванным большим сдвигом между излучением и поглощением (так называемый большой сдвиг Стокса).Эти материалы со сдвигом Стокса представляют собой соединения кадмий-селений/кадмий-сульфид (CdSe/CdS), в которых преобладает толстый абсорбционый слой CdS, тогда как излучение происходит из тонкого слоя внешней оболочки из CdSe [21].

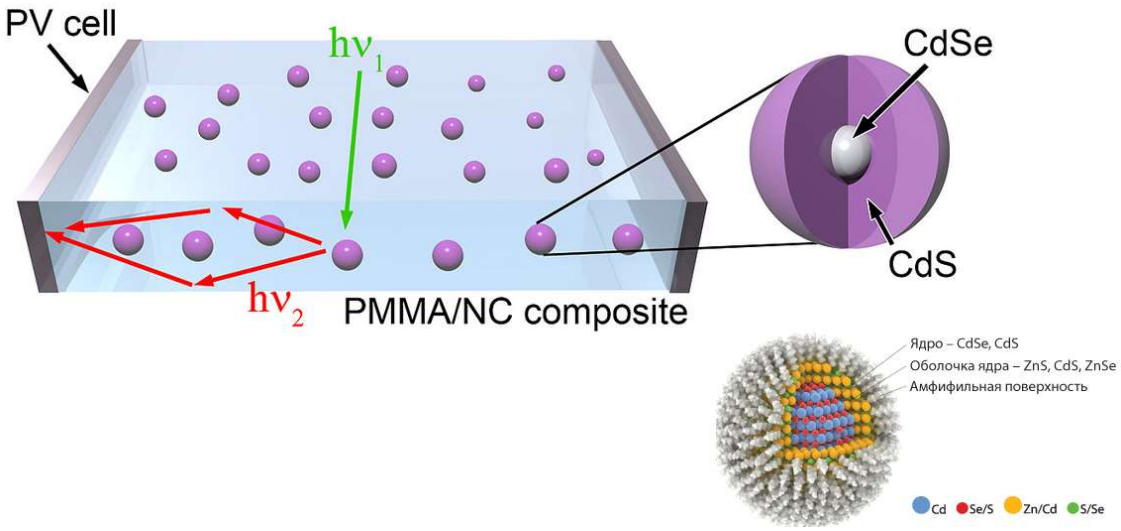

Рисунок 1.3- Солнечный концентратор на основе КТ наночастиц CdSe/CdS [21]

Спектроскопические исследования экспериментальных образцов показало практическое отсутствие потерь при повторном поглощении на расстояниях в десятки сантиметров. Кроме этого, тесты с использованием имитирующего солнечного света показали высокие результаты захвата фотонов в примерно 10% от поглощенного света, а это соответствует практически прозрачным образцам, что идеально подходит в качестве фотовольтаических окон. Несмотря на их высокую прозрачность, произведенные образцы показали значительное усиление солнечного потока в 4 раза. Эти удивительные результаты показывают, что технология квантовых точек со сдвигом Стокса достаточно перспективна и может применяться на больших площадях и целых фасадах зданий [21].

Применение в медицине

За последние несколько лет квантовые точки активно использовались в большинстве биотехнологических приложений, которые используют флуоресценцию, включая технологию ДНК-матрицы, анализы иммунофлюоресценции, биологии клеток и животных. Некоторые из ранних и наиболее успешных применений квантовых точек были в иммунофлуоресцентной маркировке фиксированных клеток и тканей. Не

смотря на токсичность ККТ, у них высокий потенциал в качестве биометок в сравнении с обычными флуоресцентными. КТ более яркие, чем флуоресцентные красители, из-за смешанных эффектов коэффициентов экстинкции, которые на порядок больше, чем у большинства красителей со схожим КВ. Но их основное преимущество заключается в их устойчивости к фотообесцвечиванию в течение длительных периодов времени (от минут до часов), что позволяет получать четкие и хорошо контрастные изображения.

В клеточной биологии обычной практикой является использование органических флуорофоров в качестве молекулярных меток или для идентификации структурных компартментов для наблюдения за молекулами или органеллами под оптическим микроскопом, что является очень важным методом, используемым для исследования клеточных процессов в живых клетках. , В противном случае клетки практически прозрачны для видимого света, и поэтому прямое наблюдение за любой активностью клеток вряд ли возможно. Эти флуорофоры могут быть присоединены к мишени непосредственно или к некоторой молекуле (такой как антитела), которая связывается с мишенью. Хотя такие методы маркировки широко используются сегодня, ограничения обычных флуорофоров очевидны. [22]

В последнее десятилетие квантовые точки были выделены как био-метки, поскольку они предлагают много преимуществ по сравнению с традиционными флуорофорами. Прежде всего, эти неорганические материалы более устойчивы к фотообесцвечиванию, чем органические молекулы.Это особенно важно для экспериментов, которые требуют наблюдения с длительным периодом времени. Фактически, это преимущество уже было успешно продемонстрировано во многих практических процессах маркировки. Во-вторых, поскольку длина волны фотолюминесценции квантовых точек определяется их размером, многоцветная визуализация может проводиться с одним и тем же материалом разных размеров. Кроме того, сложность

подготовки образцов ограничена, потому что их свойства поверхности определяются материалом покрытия. Кроме того, квантовые точки имеют широкий спектр поглощения и узкие полосы излучения, поэтому можно возбуждать разные точки с помощью одного источника света, и излучения одной размерной квантовой точки можно легко отличить от излучения квантовой точки другого размера. [23]

Высококачественные неорганические полупроводниковые наноматериалы, такие как CdSe, CdS, CdTe или CdSe / ZnS, были синтезированы с использованием различных подходов, среди которых метод синтеза с органическим растворителем при высокой температуре является наиболее популярным. Хотя поверхностно-активные вещества, используемые в этом способе, являются гидрофобными, эти квантовые точки все еще могут быть гидрофильными после модификации поверхности. Обмен гидрофобных покрытий с молекулами лиганда является наиболее часто используемым подходом. [24]

Чтобы использовать их в качестве био-меток, квантовые точки еще должны быть функционализированы. Поскольку тиольная группа (-SH) связывается с наиболее часто используемым материалом квантовых точек, таким как CdSe, CdS и ZnS, целевые биологические молекулы с тиольной группой могут быть конъюгированы с этими точками путем частичного обмена лигандами, что означает некоторое количество гидрофильного поверхностно-активного вещества. замещены целевыми молекулами. Одной из проблем такого типа сопряжения является стабильность связи между молекулами-мишенями из квантовых точек, поскольку связи «тиол - полупроводник» не очень прочны. Другим подходом к связыванию квантовых точек с молекулами-мишенями является ковалентная связь. Большинство квантовых точек имеют отрицательный заряд на поверхности, поэтому

положительно заряженные молекулы могут прикрепляться к точкам неспецифическим путем ионной связи [25].

1.3 Методика синтеза квантовых точек

В зависимости от их применения, высококачественные квантовые точки из различных полупроводниковых материалов синтезируются либо на подложке, либо диспергируются в (органическом / неорганическом) растворе. Некоторые из основных методов, используемых для изготовления квантовых точек, описаны в этом разделе.

Методы эпитаксиального роста

Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ) является широко используемой техникой для эпитаксиального роста квантово-ограниченных структур как полупроводниковых соединений II-VI, так и III-V, а также кремния и германия. Рост осуществляется в сверхвысоковакуумной камере, где атомы, которые являются составляющими выращиваемых полупроводников, испаряются путем нагревания эффузионных камер или печей. Пар проходит через небольшое отверстие, ускоренное перепадом давления на двух сторонах отверстия, и, таким образом, образует молекулярный пучок. Из-за низкой плотности этого молекулярного пучка частицы не реагируют и не сталкиваются друг с другом, прежде чем они ударяются о подложку, установленную на противоположной стороне камеры. Путем мониторинга и контроля потоков от разных клеток вместе с температурой субстрата можно точно контролировать состав и скорость эпитаксиального роста субстрата. Сверхвысоковакуумная камера в МЛЭ позволяет использовать многие аналитические методы in situ для характеристики состояния поверхности подложки до роста, а также кристалличности, состава и толщины эпитаксиального материала. Техника МЛЭ хорошо подходит для изготовления квантовых ям, квантовых проволок и квантовых точек. Рост квантовой ямы можно точно контролировать слой за слоем. Изготовление квантовых

проволок и квантовых точек может быть реализовано с использованием подложек с узорчатой поверхностью. Другая форма массива квантовых точек, трехмерные островки на подложке, может быть синтезирована, когда существует большая деформация между тонким эпитаксиальным слоем и подложкой из-за значительного несоответствия решетки между двумя материалами. Реконструкция поверхности, обусловленная температурой подложки, приводит к образованию трехмерных структур, состоящих из эпитаксиального материала с равномерным расстоянием по поверхности подложки. Метод MBE произвел революцию в полупроводниковых технологиях и широко используется в производстве полупроводниковых лазерных диодов и лазерных диодов с квантовыми точками, в которых используются структуры с квантовыми ямами и квантовыми точками роста МЛЭ. [26]

Металлоорганическое химическое осаждение из паровой фазы (МОХОП) является еще одним широко используемым метод эпитаксиального роста, при котором полупроводниковая структура выращивается из предшественников органических органических веществ и гидридов металлов. В процессе МОХОП подходящие предшественники полупроводника в газообразной форме транспортируются в реакционную камеру, а затем происходит осаждение и рост полупроводника на подложке. В итоге, оставшиеся продукты разложения удаляются из камеры. Тем не менее, прекурсоры являются высокотоксичными и, следовательно, требуют чрезвычайной защиты и осторожности при обращении. Кроме того, гидродинамическое состояние газового потока не позволяет проводить обширную характеристику на месте. [27]

Другой метод выращивания квантовых точек на подложке, который развивалась в последние годы - это лазерное осаждение из паровой фазы (ЛОПФ), при котором осаждаемые лазером материалы для осаждения

непосредственно наносятся на подложку или смешиваются с химически активным газом для получения соответствующего материала. [28]

Коллоидный синтез квантовых точек

Альтернативный подход заключается в получении квантовых точек в растворах, называемый коллоидным синтезом, который имеет дело с химическими реакциями в растворе. Коллоидный синтез проводят для получения полупроводниковых наноструктур различного состава, размера и формы. Этот метод включает выращивание наночастиц неорганических материалов посредством химической реакции их предшественников и, иногда, контролируемого осаждения продукта реакции в определенных растворителях. Как правило, процесс роста начинается с быстрого образования огромного количества ядер. Затем все больше и больше твердого продукта оседает на ядрах, поэтому размеры кристаллитов медленно растут, пока не будет достигнут желаемый размер. Квантовая точка CdSe/CdS является наиболее часто производимым полупроводниковым нанокристаллитом благодаря своим уникальным спектрам ФЛ. Одним из наиболее популярных методов синтеза квантовой точки CdSe/CdS является металлоорганический подход. В общем процессе синтеза диметил-кадмий и порошок селена, растворенные в триоктилфосфине, являются предшественниками CdSe и CdS, соответственно. Триоктилфосфиноксид (TOPO) используется в качестве реакционного растворителя и нагревается до 300 ° C в бескислородной среде. Затем жидкие предшественники быстро вводят в реакционную камеру. Нанокристаллиты CdSe сразу начинают зарождаться и расти. Желаемый размер квантовых точек CdSe может быть достигнут путем регулирования количества вводимых предшественников и времени реакции. Хотя этим методом с начала 90-х годов производятся квантовые точки высокого качества, этот дорогостоящий и чрезвычайно токсичный материал используется в этом процессе, и трудно контролируемые

условия реакции побуждают ученых исследовать более удобные для пользователя подходы к созданию квантовых точек. [28]

Рисунок 1.4- Коллоидный синтез квантовых точек [28]

Обязательным условием использования квантовых точек в качестве биологических меток является то, что они остаются стабильными в коллоидной суспензии, то есть они не растут настолько большими или не агрегируют, не осаждаются. Существует несколько механизмов стабилизации для предотвращения выпадения квантовых точек. Одним из них является электростатическая стабилизация, которая включает создание двойного слоя ионов вокруг точек, что приводит к кулоновскому отталкиванию между близкими точками.

Рисунок 1.5-Синтез КТ [29]

За последние десятилетия высококачественные квантовые точки, используемые в биологических применениях, были исключительно подготовлены передовой коллоидной химией. Были предложены и реализованы различные подходы к стабилизации КТ в водном растворе. В рамках настоящего исследования была проведена оценка белковых и кремнийорганических покрытий для стабилизации квантовых точек. [29]

1.4 Люминесценция наночастиц CdS, CdSe, CdSe/CdS

В литературе достаточно хорошо описаны люминесцентные свойства КТ CdSe/CdS [4-20]. Для повышения эффективность люминесценции образцов КТ CdSe в качестве оболочки используются полупроводниковые материалы имеющие более высокие ширины запрещенные зоны например CdS или ZnS. Таким образом, создавая гибридные КТ, например для случая «ядро CdSe /оболочка CdS». На рис. 1.6 представлены спектры поглощения КТ CdSe и КТ структуры ядро\оболочка CdSe\CdS.

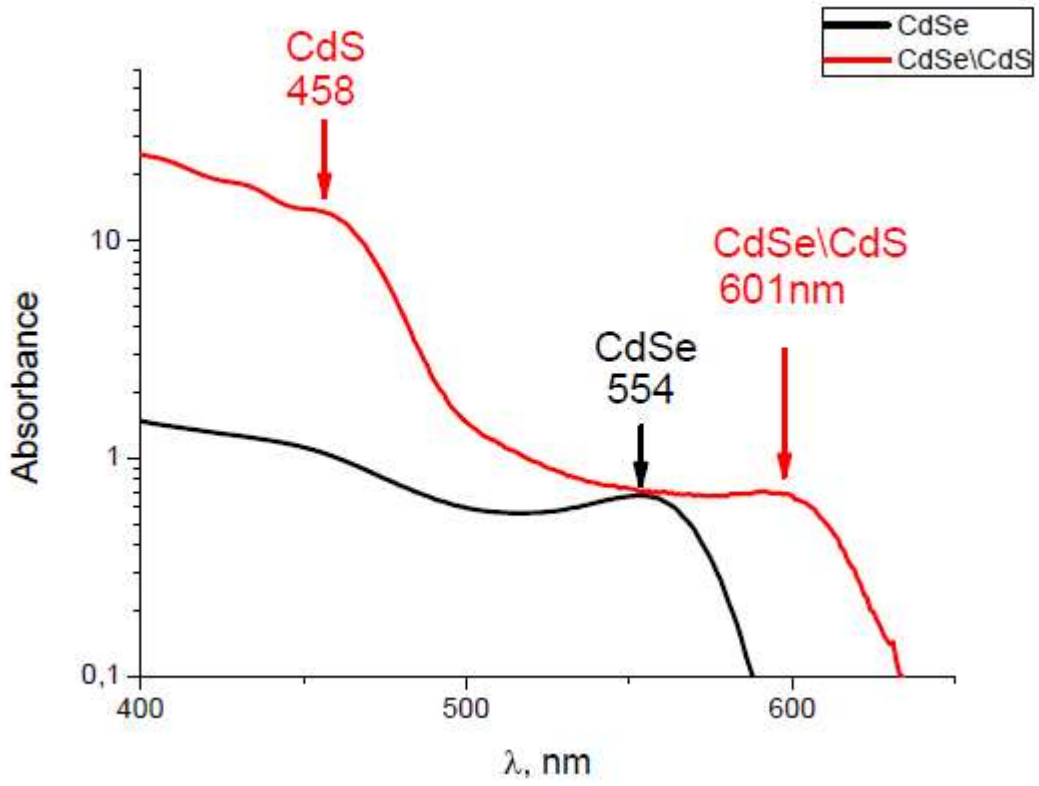

Рисунок 1.6-Спектры поглощения КТ CdSe и КТ структуры ядро\оболочка CdSe\CdS

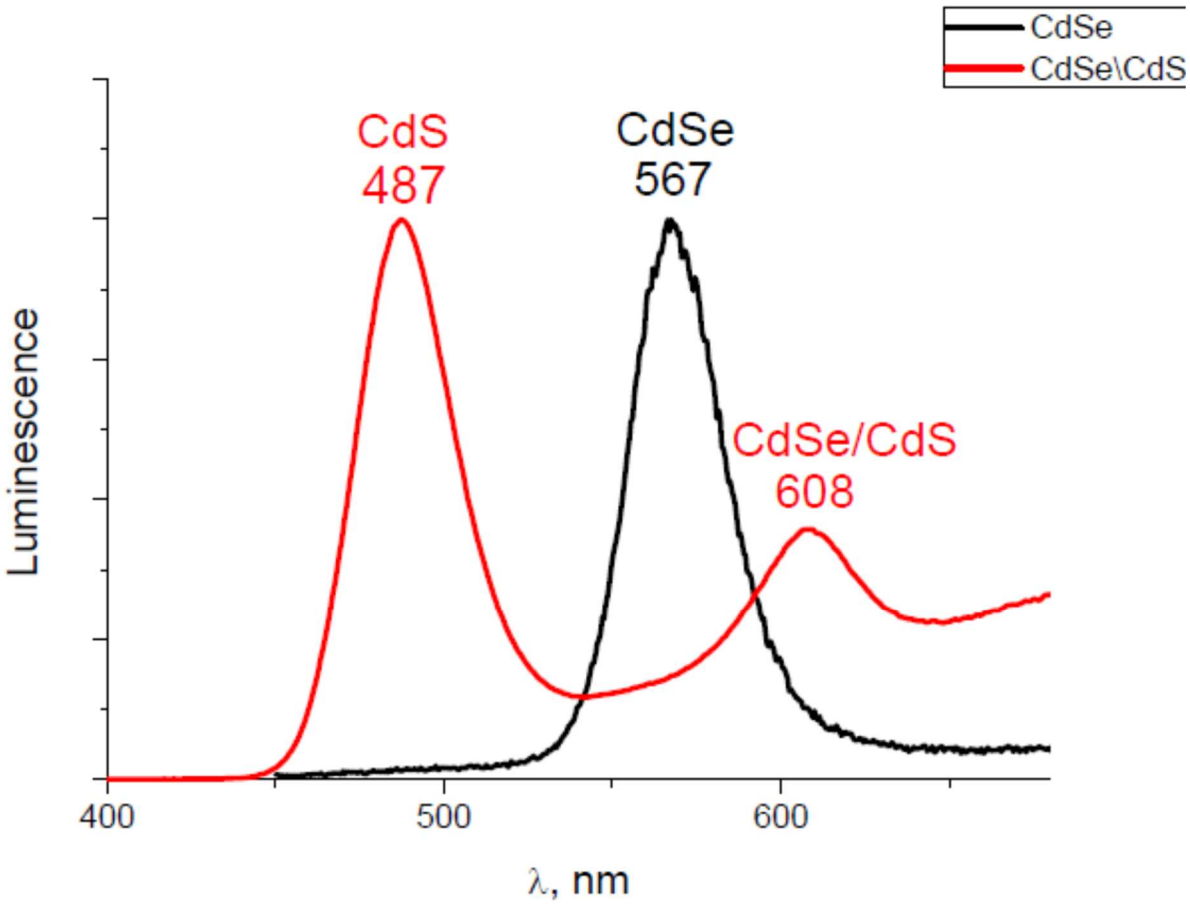

Рисунок 1.7-Спектры люминесценции КТ CdSe и КТ структуры ядро\оболочка CdSe\CdS

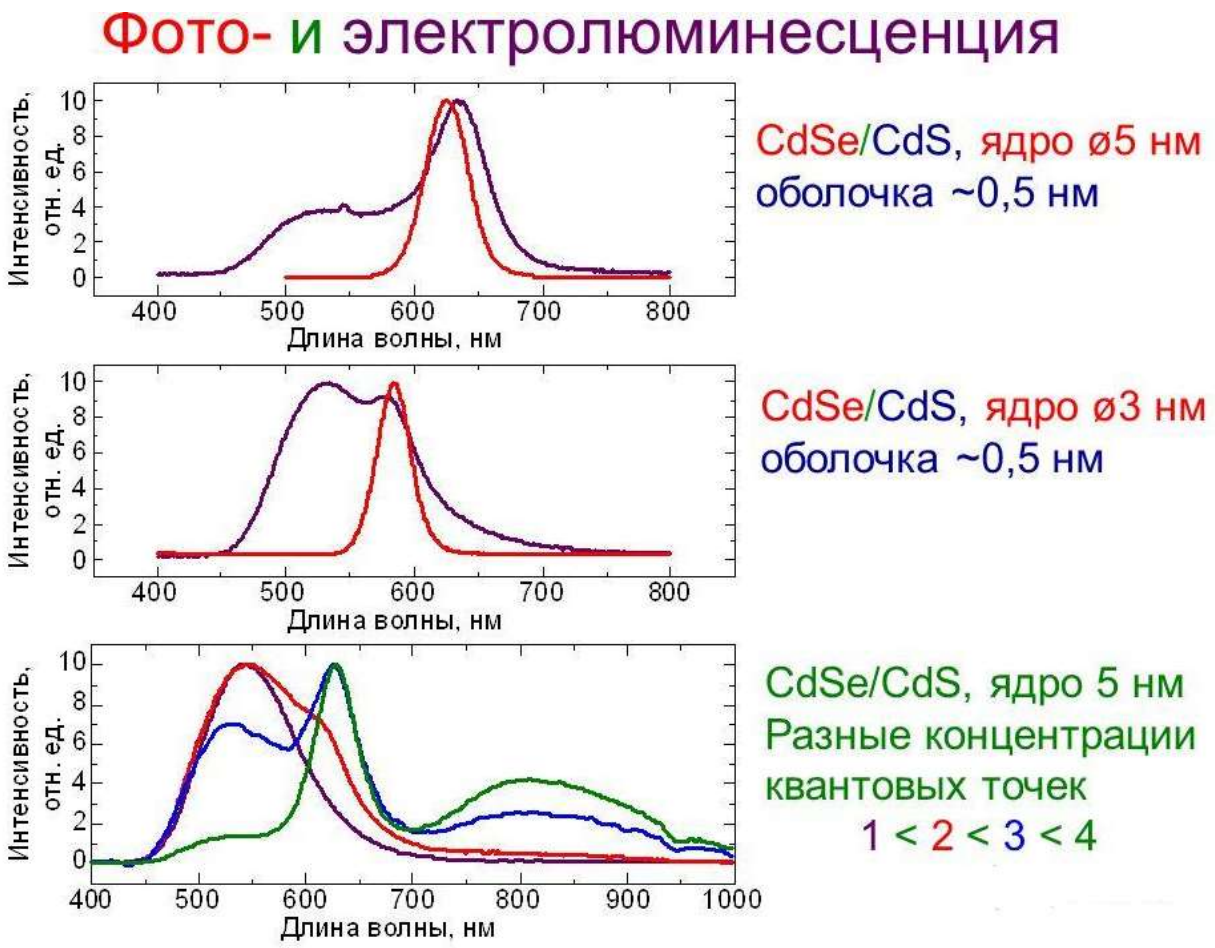

Рисунок 1.8-Спектры фото-и электролюминесценции ядер CdSe и структуры ядро\оболочка CdSe\CdS

На рисунке 1.7 представлены смоделированный и реальный спектры люминесценции смеси из растворов квантовых точек сульфида кадмия CdS с максимумом спектра на 440 нм и селенида кадмия CdSe с максимумом спектра на 500 нм. Взаимодействие отражается в изменении характеристик люминесценции итоговой структуры.

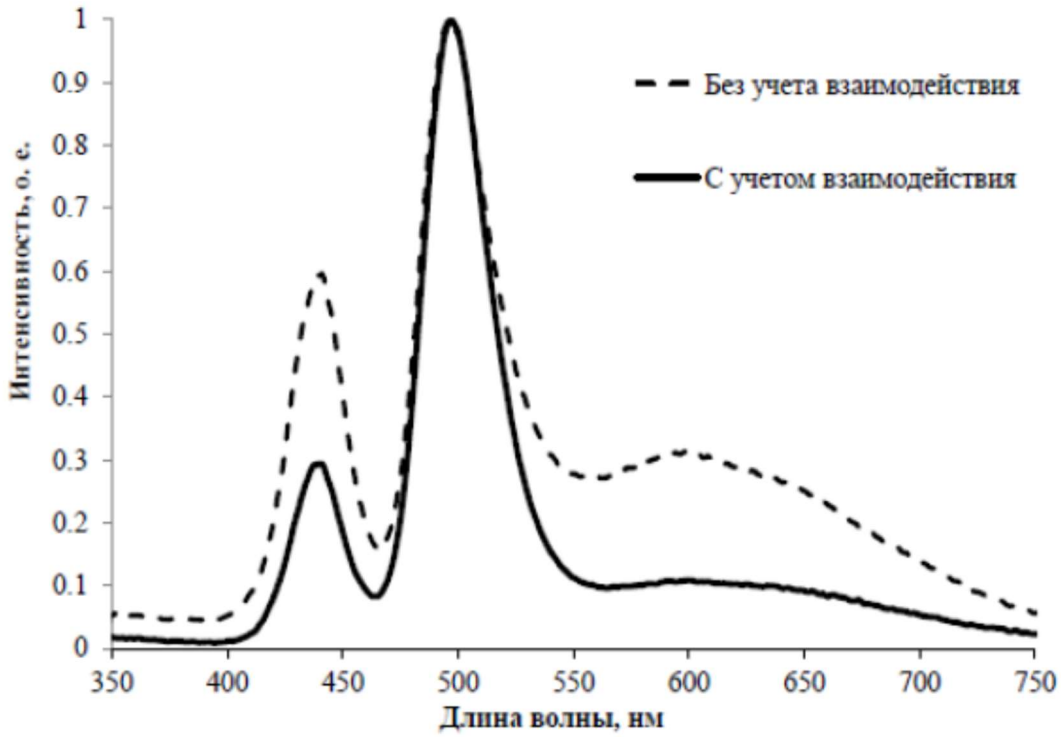

Рисунок 1.9- Взаимодействие между квантовыми точками сульфида кадмия CdS на 440 нм и селенида кадмия CdSe на 500 нм [30]

Важным следствием из этого графика является сильное влияние взаимодействия между ККТ на безоболочечные точки. Добиться снижения взаимодействие между квантовыми точками можно путем применения полимерных матриц на основе полистирола, поликарбоната и ПММА. Использование матриц позволяет создавать высокие локальные концентрации КТ. Достоинством такой системы является также механическая прочность и эластичность, что позволит создавать гибкие излучатели для применения в различных сферах науки и техники.

2.Методика эксперимента

В данной работе изучены свойства полученных композитных материалов различными методами: импульсной-оптической спектрометрией, стационарной спектрометрией; видимой адсорбционной спектроскопией; электронной микроскопией. В данной главе описаны приборы и методики измерений.

2.1 Спектрофлуориметр CaryEclipse

Флуоресцентный спектрофотометр Cary Eclipse фирмы «Аджилент» — эффективный, точный и адаптабельный прибор, позволяющий решать как текущие, так и будущие задачи. Точное регулирование температуры, исключение фотообесцвечивания пробы, разнообразие режимов измерения дают уверенность в том, что с помощью Cary Eclipse можно получать самые достоверные результаты.

Удобство работы с ценными или биологическими пробами. Ксеноновая импульсная лампа обеспечивает высокую чувствительность при анализе малых количеств материала пробы без его разрушения.

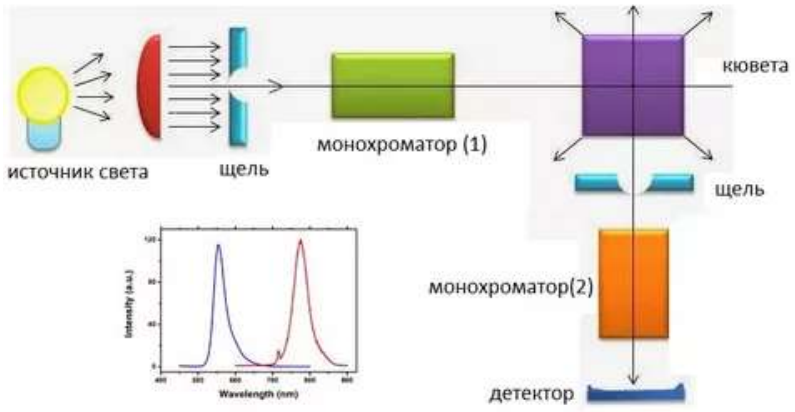

Рисунок 2.1 - Схема спектрофлуориметра

2.2 Спектрофотометр СФ-256УВИ

Принцип действия спектрофотометра основан на измерении отношения двух световых потоков: прошедшего через исследуемый образец к прошедшему через образец сравнения. Монохроматическое излучение, выходяш;ее из монохроматора разделяется на два канала (канал образца и канал сравнения) с помош;ью зеркального модулятора и направляется в кюветное отделение, затем излучение из обоих каналов поочередно направляется на приемник излучения.

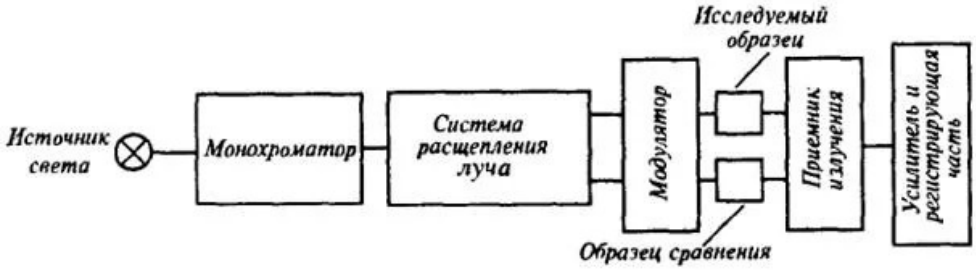

Рисунок 2.2 - Схема спектрофотометра

2.3.Метод стационарной фотолюминесцентной спектроскопии

Измерения стационарного (без временного разрешения) спектра излучения полимерных композитов проводились с помощью спектрометра AvaSpec-2048 L. Схема измерений приведена на рисунке 2.3

Измерения осуществлялись «на просвет». То есть при прохождении синего света светодиода (1) сквозь полимерный композит (3), нанесенный тонким слоем (20 - 200) мкм на поверхность стекла, часть излучения светодиода поглощалась люминофором и преобразовывалась в красную полосу люминесценции, а другая часть синего излучения проходила через композит и попадала на приемник - оптоволокно спектрометра AvaSpec-2048L.

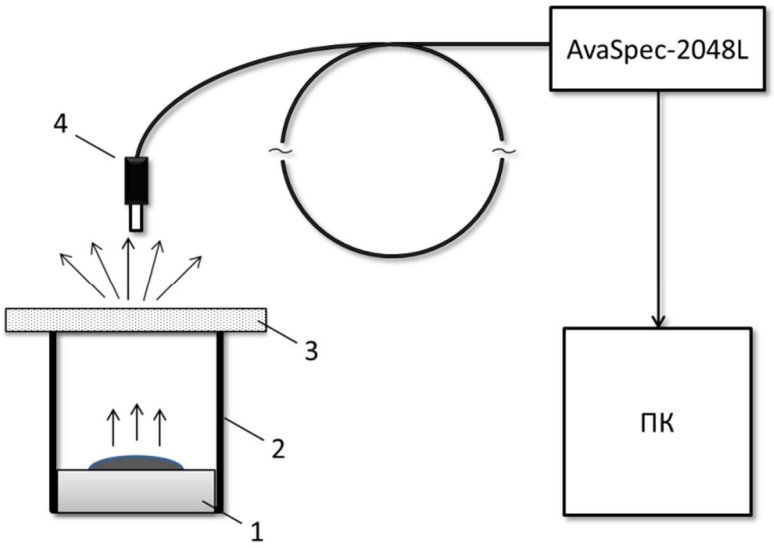

Рисунок 2.3-Схема измерения спектров люминесценции системы «синий светодиод - полимерный композит»

1 - синий СД; 2 – держатель; 3 – композит; 4 – оптоволокно

Пространственное распределение фотолюминесценции микро- и нанолюминофоров в полимерных матрицах регистрировали с помощью микровизора проходящего света μ Vizo-101.

2.4 Методика импульсной-оптической спектрометрии

В качестве метода исследования полимерных композитных материалов применялась время-разрешенная фотолюминесцентная (ФЛ) спектроскопия. Возбуждение осуществлялось излучением импульсного азотного лазера (λ = 337,1 нм), работающего с частотой 10 Гц при длительности импульса 10 нс. Время-разрешенная ФЛ измерялась с помощью измерительной системы на основе дифракционного монохроматора МДР-23, ФЭУ-84 и осциллографа Tektronix DPO 3034, связанного с компьютером. Полное временное разрешение системы регистрации составляет ~ 15 нс.

На рисунке 2.4 представлена функциональная блок-схема импульсного спектрометра, который использовался для проведения люминесцентного анализа полимерных композитных материалов. В состав спектрометра входят: азотный лазер, монохроматор МДР-23, фотоумножитель (ФЭУ-84), блок питания ФЭУ, запоминающий осциллограф Tektronix DPO 3034 и компьютер.

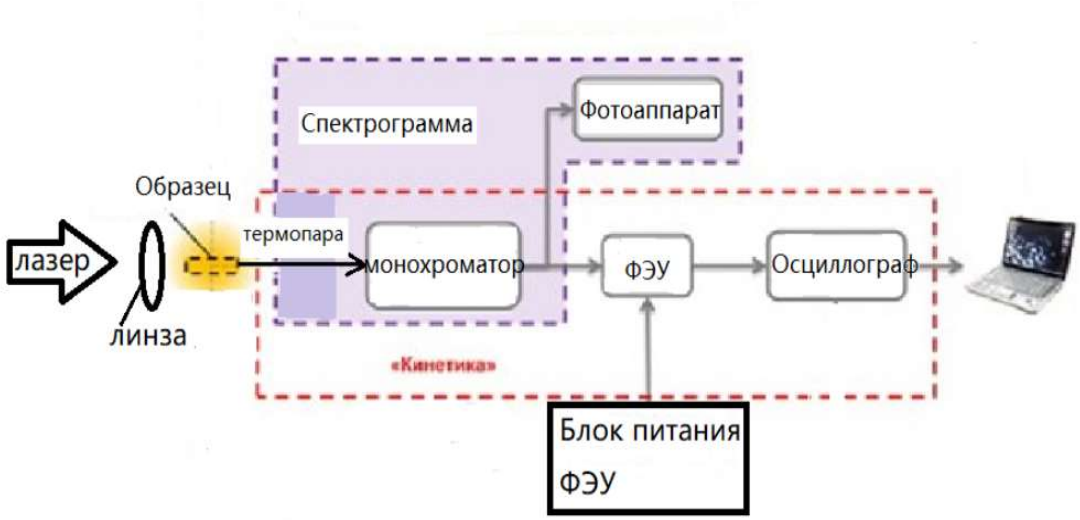

Рисунок 2.4- Функциональная схема установки.

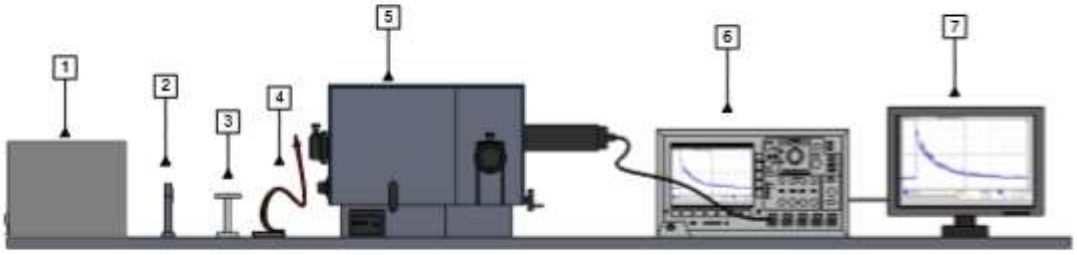

Рисунок 2.5- Функциональная схема установки.

4.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1Предпроектный анализ

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Темой выпускной квалификационной работы является исследование спектрально-кинетических характеристик нанокомпозитных материалов с квантовыми точками CdSe/CdS для фотоники. Работа заключается в пространственном распределением квантовых точек в полимерных матрицах. А также о спектрально-кинетических характеристик нанокомпозитов на основе CdSe/CdS.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы–будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуется для выхода на рынок и так далее.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Объектом исследования настоящей работы являются исследование и получение нанокомпозитов с квантовыми точками CdSe и CdS.

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Сегментирование –это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

Таблица 4.1- Карта сегментирование

Размер компании			
	Медицина	Научная лаборатория	Производители наноматерилов
Крупные			
Средние			
Мелкие			

Для обоснования эффективного внедрения разработки ниже приведена гистограмма, отображающая динамику использования продукта в процентах.

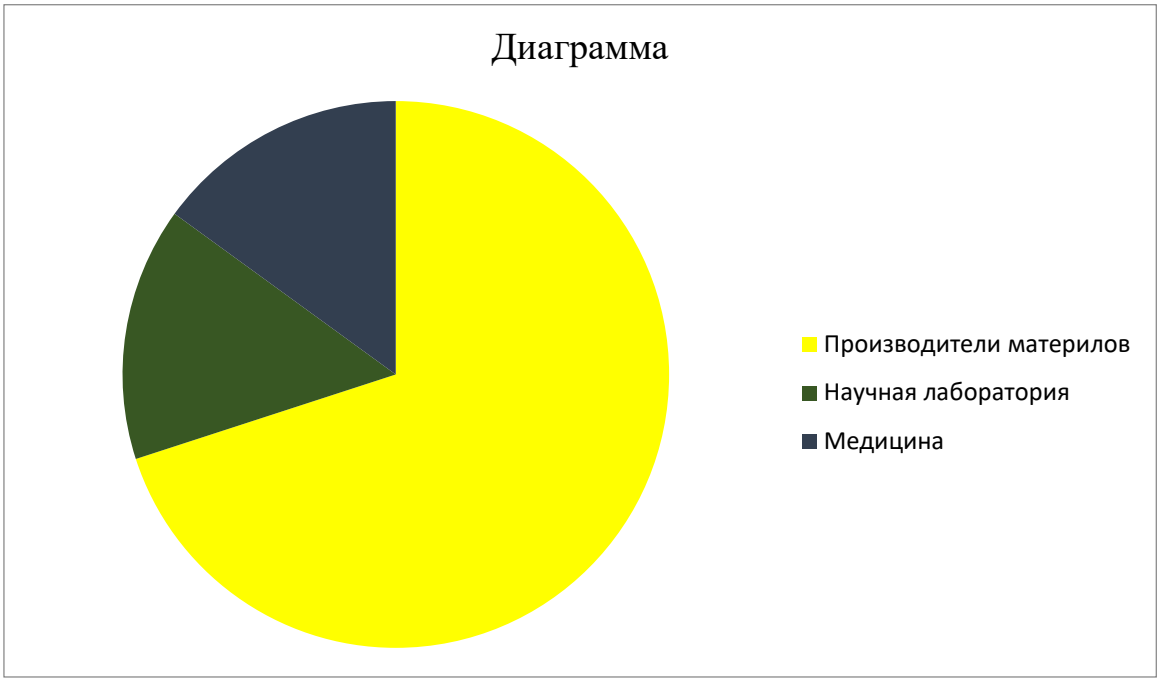

Рисунок 4.1 –Диаграмма сегментирования рынка услуг в зависимости от статуса потребители

Потенциальными потребителями разработки могут являться научные лаборатории, так и медицинские центры.

Целевым рынком являются компании, которые занимающиеся производством и продажей наноматериалов.

4.1.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Дадим трактовку каждому из этих понятий.

Таблица 4.2-Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта (С):	Слабые стороны проекта (СЛ):
	С1. Актуальность проекта; С2.Эксплутация; С3.Квалифицированный персонал. С4. Для получения новых материалов для лазеров, панелей плоских экранов, органических светодиодов, солнечных батарей перспективным является переход к наногибридным композитам, состоящим из полимерных органических соединений и полупроводниковых нанокристаллов - квантовых точек (КТ), имеющих структуру	СЛ1. Вероятность появления новых методик; СЛ2. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца; СЛ3. Обязательное наличие на ЭВМ программы Microsoft Exsel версии, не позднее использованной в разработке; СЛ4.Направленность разработки под конкретную оптическую систему. СЛ5. Старые приборы

	ядро/оболочка CdSe/CdS. С5. Возможность варьирования длины волны люминесценции и легкость создания тонких слоев на основе квантовых точек представляют большие возможности для создания светоизлучающих устройства с электрическим возбуждением – светодиодов.	для исследования.
Возможности (В): В1. Внедрения в учреждения высшего образования В2. Повышение стоимости конкурентных разработок В3. Появление дополнительного спроса на проект В4. Возможность существования в виде золей делает квантовых точек привлекательными с технологической точки зрения, позволяет встраивать их в	Квантовые точки из-за своих уникальных свойств имеют большое значение как для науки, так и в практическом смысле. Например, уже сейчас их применяют как эффективные метки в биохимии, есть работы по созданию электролюминесцентных дисплеев и лазеров на основе квантовых точек, также их используют как источники одиночных фотонов и элементы квантовой логики. Это свойство обеспечивает широту возможностей манипулирования	Необходимость анализа дополнительной оптической системы способствует возможности расширения функций разработки, то есть увеличению вариаций алгоритма программы, и, как следствие, повышения спроса на нее. На настоящий момент наиболее высоким коэффициентом преобразования (до 25%) обладают традиционные батареи на кремнии. Однако они достаточно дороги и существующие

различные матрицы В5.Увелечение количества работ в этой области приведет к появлению уникальных методов химического синтеза наночастиц с чрезвычайно узким распределением по размерам, например, синтез в обращенных мицеллах, коллоидных нанореакторах, в полимерных матрицах и т.д.	такими объектами и делает их привлекательными для технологий.	технологии не позволяют создавать батареи большой площади (либо это является слишком дорогим производством).
Угрозы (У): У1.Усовершенствование имеющихся или появление новых методов исследования; У2. Отсутствие спроса на разработку; У3. Введение дополнительных государственных требований к сертификации разработки;	Изучение свойства нанокомпозитов CdSe/CdS является сейчас одной из наиболее интенсивно развивающихся их областей прикладного применения. Основной причиной такого повышенного интереса является то, что в отличие от обычных, однокомпонентных наночастиц, свойства нанокомпозитов сильно зависят не только от размера, но и от структуры, формы и состава, что даёт больше возможностей для управления физико-химическими	Актуальность темы может привести к появлению новых методик исследования и к усовершенствованию старых. Появление новых квантовых точек.

	особенностями их поведения и, соответственно, расширяет области потенциального применения. Продолжительный срок службы может способствовать переизбытку рынка.	

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Соотношения параметров представлены в таблице 4.3

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	-	-	-	0	+
	В2	-	-	-	+	+
	В3	-	+	+	-	0
	В4	-	+	+	+	-
	В5					

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		СЛ1	СЛ2	СЛ3	СЛ4	СЛ5
	В1	-	-	+	0	-

	В2	-	-	-	-	+
	В3	-	-	-	-	+
	В4	-	+	+	+	-
	В5	0	-	0	-	+

Сильные стороны проекта				
Угрозы проекта		С1	С2	С3
	У1	0	+	+
	У2	-	+	+
	У3	-	0	-

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		СЛ1	СЛ2	СЛ3
	У1	+	-	+
	У2	+	-	+
	У3	+	-	+

Рассматриваемый этап исследования имеет достаточно большие перспективы развития. Актуальность проекта, продолжительный срок службы, внедрения разработки в учреждения высшего образования, а также научные центры и лаборатории, подтверждают конкурентоспособность проекта и необходимость дальнейшего анализа возможностей разработки.

4.1.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого необходимо заполнить специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта. Перечень вопросов приведен в табл.4.4.

Таблица 4.4 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	4
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	3	4

4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	3	2
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	3
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	2
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	5	4
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	3	4
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	3
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	4
	ИТОГО БАЛЛОВ	50	46

Итоговые значения проработанности научного проекта и знания у разработчика лежат в диапазоне от 46 до 50, что говорит о средней перспективности проекта. Многие аспекты вывода продукта на рынок не были учтены, а также проявляется недостаток знаний. Следовательно, требуется дополнительные затраты на наём или консультации у соответствующих специалистов.

4.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать, и влиять на общий результат научного проекта.

4.2.1 Цели и результаты проекта

В данном разделе приведена информация о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

В таблице 4.5 приведена информация о заинтересованных сторон проекта:

Заинтересованные стороны проекта	**Ожидание заинтересованных сторон**
Пользователь	исследование спектральных характеристик системы «синий светодиод - полимерный люминесцирующий композит»
Разработчик	Получение прибыли со своего продукта
Научный руководитель, студент	Выполненная выпускная квалификационная работа
Каз Атом Про	Качественные образцы
Государство	Применение квантовых точек разных отраслях
Конкуренты	Большой спрос на квантовых точек
Предприятия	Нанокомпозит на основе квантовых точек CdSt/CdS + полимер

Цели и результат проекта представлены в таблице 4.6:

Таблица 4.6 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	исследование спектральных кинетических характеристик системы «синий светодиод - полимерный люминесцирующий композит»
Ожидаемые результаты проекта:	Изучено влияние технологии изготовления полимерных композитов на фотолюминесценцию системы «синий светодиод-композит». В результате исследований были определены: оптимальные концентрации CdSe/CdS в полимерном композите
Требования к результату проекта	Требование:
	Вид полимера должно влиять на положение максимума и кинетику затухания ФЛ композитов. Полимеризация обязательно должна привести к смещению максимума излучения в длинноволновую область, данный эффект по видимому связан с агломерацией КТ в композите.

4.2.2 Организационная структура проекта.

Состав рабочей группы научно-исследовательской работы представлен в таблице 4.7.

ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции

Вильчинская С.С., НИ ТПУ ИШНПТ отделение материаловедение доцент	Руководитель НИР (Научный руководитель)	Предоставление заданий; Консультации; помощь при проведения экспериментальных исследовании; обсуждение результатов.
Калмуратов А.А., НИ ТПУ магистрант группы 4ВМ72	Исполнитель НИР (Магистрант)	Проведение экспериментов, обработка результатов, написание пояснительной записки ВКР.

4.2.3 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта. Эту информацию представить в табличной форме (табл. 4.8).

Фактор	
Бюджет	100000 рублей
3.1. Сроки проекта	
3.1.1. Дата утверждения плана управления проектом	03.02.18
3.1.2. Дата завершения проекта	02.06.18
3.3. Прочие ограничения и допущения	Ограниченное количество образцов для исследования

4.3Планирование управления научно-техническим проектом

4.3.1Иерархическая структура работ проекта

Группа процессов планирования состоит и процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования.

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта. На рисунке №2 представлен шаблон иерархической структуры.

Рисунок – 4.2 Иерархической структуры работ по проекту

Таблица 4.9 – Календарный план проекта

Код работы (из ИСР)	**Название**	**Длительность, дни**	**Дата начала работ**	**Дата окончания работ**	**Состав участников**
1.1	Составление и утверждение темы диссертации	3	10.10.17	13.10.17	Руководитель
	Анализ актуальности	2	15.10.17	17.10.17	Рук.-студ.
	темы				
2.1	Поиск и изучение материала по теме	3	19.10.17	22.10.17	Студ.-рук.
2.2	Выбор направления исследования	2	23.10.17	25.10.17	Руководитель
2.3	Календарное планирование работ	1	26.10.17	26.10.17	Руководитель
3.1	Изучение литературы по теме	18	27.10.17	22.11.17	Студент
3.2	Подбор нормативных документов	5	23.11.17	28.11.17	Студ.-рук.
3.3	Изучение экспериментальной методики	5	29.11.17	4.12.17	Студент

4.1	Измерение спектрально-кинетических характеристик композитов	15	5.12.17	20.12.17	Студ.-рук.
4.2	Исследование спектральных характеристик системы«синийсветодиодлюминофор»	5	21.12.17	26.12.17	Студ.-рук.
5.1	Анализ результатов	5	27.12.17	1.01.18	Студ.-рук.
5.2	Заключение	3	4.05.19	7.05.18	Студент
Итого:		67			

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в виде табл. 4.10. с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 4.10 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Код работы (из ИСР)	Вид работ	Исполнители	$T_к$, ч.	Продолжительность выполнения работ														
				Янв.			Февр.			Март			Апр.			Май.			Июнь
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1	Постановка	Р, С	2																

	целей, задач			
2	Описание требований	Р	3	
3	Подбор и изучения материалов	С	20	
4	Анализ материалов	Р	2	
5	Изучение литературы	С	40	
6	Проектирование модуля по сбору данных	С	20	
7	Разработка макета	С	9	
8	Написание программ	С	10	
9	Проведение эксперимента	С	14	
10	Анализ полученных результатов	С	5	
11	Оформление	С	5	
12	Подведение итогов	С,Р	20	
13	Проверка работы	Р	5	

– Руководитель(Р) – Студент (С)

4.3.3 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов,

необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице.

4.3.4. Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_м = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^{m} Ц_i \cdot N_{расхi},$$

где:m– количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$– количество материальных ресурсов i-го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м^2 и т.д.);

$Ц_i$– цена приобретения единицы i-го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м^2 и т.д.);

k_T– коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 4.11 – Материальные затраты

Наименование	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Синий светодиод	1	500	500
Полимерной матрицы	20	50	1000
Всего за материалы			1500
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)			75
Итого по статье $С_м$			1575

4.3.5. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по

конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Таблица 4.12– Расчет затрат на спецоборудование для научных работ

№	Наименование оборудования	$Ф_п$, руб.
1	Фотоэлектронный умножитель ФЭУ-118	15000
2	Фотоаппарат Sony α500	20000
3	Микроскоп МБС-10	18000
4	Остальная аппаратура	10000
итого		63000

Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Расчет основной заработной платы сводится в табл. 4.13.

Таблица 4.13 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., руб	Всего заработная плата по тарифу (окладам), руб.

1	1.1Составление и утверждение темы 1.2Анализ актуальности темы 1.3Календарное планирование работ 1.4Выбор направления исследования	Руководитель	13	16000	16000
2	2.1Изучение литературы по теме 2.2 Изучение экспериментальной установки 2.3Исследования спектральных характеристик 2.4Анализ результатов	Магистр	38	2450	2450
			Итого:		18450

$$C_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (4.1)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата $З_{осн}$ руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \bullet Т_{раб} \quad (4.2)$$

где $Т_{раб}$– продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн. (таблица 14);

$З_{дн}$– среднедневная заработная плата работника, руб.

Значит,для руководителя:

$$З_{осн} = 16000 * 1{,}3 = 20800 \text{ рублей}$$

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн}=(З_м \bullet М)/F_д \qquad (4.3)$$

где $З_м$ – месячный должностной оклад работника, руб (в качестве месячного оклада магистра выступает стипендия, которая составляет 2450 руб);

М – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 45раб. дней М=10,4 месяца, 6 - дневная неделя;

$F_д$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала (в рабочих днях) (табл.14). Тогда,

Для руководителя:

$$З_{дн} = \frac{20800 * 10{,}4}{254} = 851{,}6 \text{ рублей}$$

Для дипломника:

$$З_{дн} = \frac{2450 * 10{,}4}{217} = 117{,}41 \text{ рублей}$$

Баланс рабочего времени представлен в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	**Руководитель**	**Магистр**
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	 52 14	 82 14

Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	45 –	52 –
Действительный годовой фонд рабочего времени	254	217

Таблица 4.15 – Результаты расчета основной заработанной платы

Исполнители	**$З_б$, руб.**	**$k_р$**	**$З_м$, руб**	**$З_{дн}$, руб.**	**$Т_р$, раб. дн.**	**$З_{осн}$, руб.**
Руководитель	16000	1.3	20800	851,6	48	20800
Магистр	2450		2450	117,41	76	2450
Итого по статье $З_{осн}$:						23250

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы:

$$З_{доп} = k_{доп} * З_{осн} \quad (4.4)$$

где $З_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты ($k_{доп}$ =0,1);

$З_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

Для руководителя:

$$З_{доп} = 20800 * 0{,}1 = 2080 \text{ рублей}$$

В таблице 4.16 приведен расчёт основной и дополнительной заработной платы

Таблица 4.16 – Заработная плата исполнителей ВКР, руб

Заработная плата	Руководитель	Магистр
Основная зарплата	20800	2450
Дополнительная зарплата	2080	–
Зарплата исполнителя	22880	2450
Итого		25330

Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$С_{внеб}= k_{внеб}\cdot(З_{осн} + З_{доп})= 0,3*(20800 + 2080) = 6864 \text{ руб.} \quad (4.5)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Накладные расходы

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$С_{накл}= к_{накл} * (З_{осн} + З_{доп}) \quad (4.6)$$

где $k_{накл}$ – коэффициент накладных расходов, который равен 90% (0.9).

$$С_{накл}= 0,9*(20800 + 2080)=20592 \text{ руб.}$$

Таблица 4.17-Бюджет затрат НТИ

N	Затраты по статьям						
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Накладные расходы	Отчисления на социальные нужды	Итого плановая себестоимость
1	-	63000	23250	25330	6864	6864	**125308**
2	-	100 000	50000	5000	16500	16500	**188000**

Аналоговые данные были взяты у компании РосАомПро. [1]

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

В результате было получено, что бюджет затрат НТИ составит 76 296 руб. При этом затраты у конкурентов составляют 188000 рублей, из чего можно сделать вывод что полученный продукт будет экономичней, чем у конкурентов.

4.4 Организационная структура проекта

В практике используется несколько базовых вариантов организационных структур: функциональная, проектная, матричная.

Для выбора наиболее подходящей организационной структуры можно использовать табл.4.18.

Таблица 4.18 – Выбор организационной структуры научного проекта

Критерии выбора	Функциональная	Матричная	Проектная
Степень неопределенности условий реализации проекта	Низкая	Высокая	Высокая
Технология проекта	Стандартная	Сложная	Новая
Сложность проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Взаимозависимость между отдельными частями проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Критичность фактора времени (обязательства по срокам завершения работ)	Низкая	Средняя	Высокая

Взаимосвязь и взаимозависимость проекта от организаций более высокого уровня	Высокая	Средняя	Низкая

В данном случае выбор лежит к проектной структуре проекта из-за особенностей разработки. Составляющая проекта является модульные системы, работающие в постоянном взаимодействиис другими модулями. Также основной причиной выбора проектной структуры является то, что технология проекта является новой, и имеются ограниченные сроки реализации.

4.5 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта. Пример плана управления коммуникациями приведен в табл. 4.19.

Таблица 4.19 – Пример плана управления коммуникациями

№ п/п	**Какая** информация передается	**Кто** передает информацию	**Кому** передается информация	**Когда** передает информацию
1.	Статус проекта	Руководитель проекта	Представителю заказчика	Ежеквартально (первая декада квартала)
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель проекта	Участникам проекта	Еженедельно (пятница)
3.	Документы и информация по проекту	Ответственное лицо по направлению	Руководителю проекта	Не позже сроков графиков и к. точек
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Не позже дня контрольного события по плану

				управления

4.6 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Таблица 4.20– Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска *	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Потеря актуальности темы	Появление новых идей	2	5	средний	Применение в нанотехнологии	Ежегодно появление новых наноматериалов
2	Маленькие образцы	Увелечение тольщины образца позволяет получит хорошие данные	4	5	высокий	Увеличение толщины образцов	С течением времени создание новых образцов
3	Недостоверность полученных	Низкая точность выводов из экспер	2	4	средний	Тщательное проведение экспериментальных работ	Неправильное использование используемого оборудования

	результатов	имента					
4	Невыполнение исследований в срок	Наказание за невыполнения контрактных обязательств	2	1	низкий	Привлечение дополнительных рабочих сил	Систематические остановки экспериментальных исследований

4.7 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносится финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Ф}^{p} = \frac{\Ф_{pi}}{\Ф_{max}} \tag{4.7}$$

где I_{ϕ}^{p} - интегральный финансовый показатель разработки;

$\Ф_{pi}$ – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Так как разработка имеет одно исполненеие то:

$$I_{\Phi}^{p} = \frac{319162}{330625} = 0.96$$

Для аналогов соответственно:

$$I_{\Phi}^{a1} = \frac{330625}{330625} = 1$$

$$I_{\Phi}^{a2} = \frac{325500}{330625} = 0{,}98$$

I_{Φ}^{a1}–соответствует газофазному насыщению водород;

I_{Φ}^{a2} – соответствует плазменно – имерсионной имплантации водорода.

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{m}^{a} = \sum_{i=1}^{n} a_i \cdot b_i^m \tag{4.8}$$

$$I_{m}^{p} = \sum_{i=1}^{n} a_i \cdot b_i^p \tag{4.9}$$

где I_{m}^{a} – интегральный показатель ресурсоэффективности для аналога;

I_{m}^{p} – интегральный показатель ресурсоэффективности разработки;

a_i – весовой коэффициент *i*-го параметра;

b_i^a – бальная оценка i-го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, пример которой приведен ниже.

Таблица 4.21– Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО / Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,25	4	3	3
2. Удобство в эксплуатации	0,3	4	3	5
3. Энергосбережение	0,15	3	4	2
4. Надежность	0,2	5	4	3
5. Материалоемкость	0,1	5	4	4
ИТОГО	1	21	18	17

$$I_m^p = 0.25 \cdot 4 + 0.3 \cdot 4 + 0.15 \cdot 3 + 0.2 \cdot 5 + 0.1 \cdot 5 = 4.15$$

$$I_1^a = 0.25 \cdot 3 + 0.3 \cdot 3 + 0.15 \cdot 4 + 0.2 \cdot 4 + 0.1 \cdot 4 = 3.45$$

$$I_2^a = 0.25 \cdot 3 + 0.3 \cdot 5 + 0.15 \cdot 2 + 0.2 \cdot 3 + 0.1 \cdot 4 = 3.55$$

Интегральный показатель эффективности разработки $\mathrm{I}_{\text{финр}}^{\text{p}}$ и аналога $\mathrm{I}_{\text{финр}}^{\text{a}}$определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I^{p}_{\text{Финр}} = \frac{I^{p}_{m}}{I^{p}_{\text{ф}}};\ I^{a}_{\text{Финр}} = \frac{I^{a}_{m}}{I^{a}_{\text{ф}}} \quad (4.10)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\text{Э}_{\text{ср}} = \frac{I^{p}_{\text{финр}}}{I^{a}_{\text{финр}}} \quad (4.11)$$

где $\text{Э}_{\text{ср}}$ – сравнительная эффективность проекта; $I^{p}_{mэ}$ – интегральный показатель разработки; $I^{a}_{mэ}$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

$$I^{p}_{\text{Финр}} = \frac{4{,}15}{0.91} = 4.56$$

$$I^{a1}_{\text{Финр}} = \frac{3{,}45}{1} = 3.45$$

$$I^{a2}_{\text{Финр}} = \frac{3.55}{0.93} = 3.81$$

$$\text{Э}_{\text{ср1}} = \frac{4{,}56}{3{,}45} = 1.32$$

$$\text{Э}_{\text{ср1}} = \frac{4.56}{3.81} = 1{,}2$$

Таблица 4.22– Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Аналог 1	Аналог 2	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0.93	0,91
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3.45	3.55	4.15
3	Интегральный показатель	3.45	3.81	4.5+6

	эффективности			
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1.32	1.2	1

4.8 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков (cash flow). Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности инноваций согласно «Методическим рекомендациям по оценке эффективности инвестиционных проектов…»[2] в качестве основных показателей рекомендуются:

- чистый доход;
- чистый дисконтированный доход;
- внутренняя норма доходности;
- потребность в дополнительном финансировании;
- срок окупаемости;
- индексы доходности затрат и инвестиций и др.

$$K_o = \frac{1}{(1+E)^t}$$

Таблица 4.23– План денежных потоков

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1.	Выручка от реализации, тыс.руб.	0	89,184	89,184	89,184	89,184
2.	Итого приток, тыс.руб.	0	89,184	89,184	89,184	89,184
3.	Инвестиционные издержки, тыс.руб.	-66,296	0	0	0	0
4.	Операционные затраты, тыс.	0	24,827	24,827	24,827	24,827

	руб. С+Ам+ФОТ					
5.	Налогооблагаемая прибыль		64,357	64,357	64,357	64,357
6.	Налоги, тыс. руб Выр-опер=донал.приб*20%	0	12,252	12,252	12,252	12,252
7.	Итого отток, тыс.руб. Опер.затр.+налоги	-66,296	37,079	37,079	37,079	37,079
8.	Чистый денежный поток, тыс. руб. ЧДП=Пчист+Ам Пчист=Пдонал.-налог	-66,296	52,105	52,105	52,105	52,105
9.	Коэффициент дисконтирования (приведения при **i** =20%)	1,0	0,733	0,594	0,478	0,382
10.	Дисконтированный чистый денежный поток, тыс.руб. (с8*с9)	-66,296	38,192	30,95	24,90	19,90
11.	То же нарастающим итогом, тыс.руб. (**NPV**=47,987 тыс.руб.)	-66,296	-28,104	3,187	28,087	47,987

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 47,987 тыс. рублей, что позволяет его эффективности.

Дисконтированный срок окупаемости

Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости.

Рассчитывается данный показатель примерно по той же методике, что и простой срок окупаемости, с той лишь разницей, что последний не учитывает фактор времени.

Таблица 4.24 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1.	Дисконтированный чистый денежный поток (**i** =0,20)	-66,296	38,192	30,95	24,90	19,90
2.	То же нарастающим итогом	-66,296	-28,104	3,187	28,087	47,987
3.	Дисконтированный срок окупаемости	$\mathbf{PP_{дск}}$ = 1+28,104/30,95=0,94года				

Выводы

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет судить о приемлемостисуществующего варианта решения поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе проведения анализа показателей эффективности инвестиций была получена чистая текущая стоимость (NPV) – 47,987тыс. руб.Таким образом, данный инвестиционный проект можно считать выгодным, NPV является положительной величиной. Дисконтированный срок окупаемости проекта ($\mathbf{PP_{дск}}$) составляет 0.92 года.

1. Потенциальными потребителями разработки могут являться научные лаборатории, так и медицинские центры, которые занимаются наличием распознающих молекул на поверхности нанокристаллов позволяющие им реализовать адресное связывание: нужный объект (например, опухолевый)

окрашивается заданным цветом. Целевым рынком являются компании, которые занимающиеся производством и продажей наноматериалов.

2. Из карты сегментирования можно сделать вывод, что предложенный алгоритм по исследованию нанокомпозитов с внедрением квантовых точек слабо развита. Поэтому данное направление имеет большие перспективы.