

**Некоммерческое акционерное общество  
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»**

Кафедра «Автоматическая электросвязь»  
Специальность 6М071900 «Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
Зав. кафедрой  
Чежимбаева К.С.  
«    » январь 2014 г.

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ  
пояснительная записка**

на тему: Разработка новых рекламных систем с радиоэлектронным управлением и отработка схем их внедрения

|                        |                                    |           |                             |
|------------------------|------------------------------------|-----------|-----------------------------|
| Выполнил               | <u>магистрант гр. СССп–12–1</u>    | _____     | <u>Шаймагамбетова А. А.</u> |
|                        |                                    | (подпись) | (Ф.И.О.)                    |
| Руководитель           | <u>к.х.н старший преподаватель</u> | _____     | <u>Сулейменов И.Э.</u>      |
|                        | (ученая степень, звание)           | (подпись) | (Ф.И.О.)                    |
| Рецензент              |                                    |           |                             |
|                        | (ученая степень, звание)           | (подпись) | (Ф.И.О.)                    |
| Нормаконтроль          | <u>старший преподаватель</u>       | _____     | <u>Абиров Д.А.</u>          |
|                        | (ученая степень, звание)           | (подпись) | (Ф.И.О.)                    |
| Вычислительная техника | <u>профессор, кандидат</u>         |           |                             |
|                        | <u>технических наук</u>            | _____     | <u>Туманбаева К.Х.</u>      |
|                        | (ученая степень, звание)           | (подпись) | (Ф.И.О.)                    |

Алматы, 2014

## **Андатпа**

Бұл магитірлік жұмыста жазық световодтарды пайдалану негізінде әріпті-цифрлық символдардың индикациясын қамтамасыз ететін дамытылған жүйе қарастырылады. Мұндай типтегі жүйелерді жүзеге асыру үшін ең қолайлы нұсқа болып, жазық световодтарды жасауға негізделген және жарық тарататын нанобөлшектерден тұратын, полимерлі қабықша қолданылады. Осы жұмыста индикатор панелінің элементтерін қарапайым түрде дайындауға арналған тәсілдер көрсетіледі. Мұнда атомдық-күштік тәсілдердің микроскопиядағы бірнеше нанометрге дейінгі рұқсаты бар, тауарлық өнім болып табылатын, нанобөлшектер негізінде жасалатын нанокөмпозиттер зерттеледі. Химиялық синтез арқылы полимерлі матрицаға бекітілетін, нанокөмпозиттердің оптималды түрде синтездеу тәсілдері анықталады. Индикаторлы панелдерде тиімді түрде қолданылатын нанокөмпозиттердің тәжірибиелік зерттеулері баяндалады. Ең бастысы, басқару жүйелеріндегі радиоэлектронды блоктың жетілдірілуі мен оның жасалу жолдары қарастырылады. Осындай жұмыстар жарық элементтерін қолдана отырып, эшелет схемасы бойынша жүзеге асырылады.

## **Аннотация**

Разработана усовершенствованная система, обеспечивающая индикацию буквенно-цифровых символов на основе использования плоскостных световодов. Показано, что наиболее перспективный вариант реализации систем подобного типа должен основываться на использовании полимерных пленок, служащих плоскими световодами, и содержащими светорассеивающие наночастицы. Показано, что такой подход обеспечивает максимально простое изготовление элементов индикаторной панели. Проведены детальные исследования нанокөмпозитов на основе наночастиц, являющихся товарным продуктом, в том числе методами атомно-силовой микроскопии с разрешением до нескольких нанометров. Определены оптимальные методики синтеза нанокөмпозитов, показано, что целесообразно использовать нанокөмпозиты, в которых частицы закрепляются в полимерной матрице средствами химического синтеза. Проведены экспериментальные исследования, доказывающие эффективность использования указанных нанокөмпозитов в индикаторных панелях. Проведена отработка и осуществлено изготовление радиоэлектронного блока управления системой. Его отработка проведена с использованием светящихся элементов, выполненных по схеме эшелетта.

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 6  |
| 1 Совершенствование ранее предложенной конструкции новых индикаторных панелей на основе плоскостных световодов .....         | 8  |
| 2 Перспективы использования нанотехнологии для совершенствования индикаторных панелей на основе плоскостных световодов ..... | 17 |
| 3 Разработка индикаторной панели на основе эшелетт-элементов .....   | 53 |
| Заключение .....   | 67 |
| Список литературы .....  | 68 |

## Введение

Обеспечение импортозамещения в настоящее время рассматривается как одна из основных задач, стоящих перед научно-техническим сообществом Казахстана, что неоднократно подчеркивалось в выступлениях высшего руководства страны.

Нет необходимости доказывать, что рекламные системы различного принципа действия и назначения в настоящее время широко используются в казахстанских городах, вплоть до элементов оформления высотных зданий и т.д.

Продукция такого рода в подавляющем большинстве случаев является импортной, т.е. значительный сегмент внутреннего рынка РК оказывается фактически ориентирован на функционирование фирм-посредников, служащих связующим звеном между иностранными изготовителями и отечественными потребителями.

В данной работе рассматриваются конкретные меры, обеспечивающие преодоление подобной ситуации.

В качестве одного из примеров продукции, предназначенной для обеспечения импортозамещения в РК (и последующего выхода на внешний рынок) в выполненных ранее работах [1-3] была предложена схема, обеспечивающая замену светодиодным информационным табло, широко распространенным в Алматы в настоящее время.

Необходимо подчеркнуть, что данная схема изначально разрабатывалась в лаборатории наноэлектроники АУЭС с ориентацией на возможность организации производства непосредственно в г.Алматы, причем параллельно с разработкой собственно схемы был осуществлен ряд подготовительных работ, нацеленных на организацию ее опытного производства. Соответствующие вопросы также кратко затрагиваются в настоящей работе.

Работа указанной выше схемы основывается на использовании плоскостных световодов, обладающих неоднородным рассеянием. Принцип работы иллюстрирует рисунок 1, на котором показаны два сочлененных световода, один из которых содержит, а другой не содержит рассеивающие частицы.

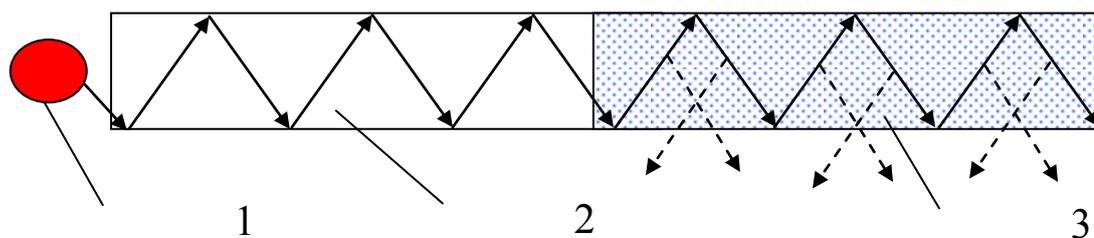


Рисунок 1 – Принцип работы системы отображения информации на основе плоскостных световодов

Излучение, испускаемое источником (1), не испытывая светорассеяния, распространяется по световоду (2) до области световода (3). В этой области происходит рассеяние света, благодаря чему область визуально воспринимается как освещенная.

Существенно, что как световод (2), так и световод (3) могут иметь достаточно сложную геометрию.

Ранее [1-3] были выполнены эксперименты, доказывающие, что если в материал световода внесены дополнительные рассеивающие частицы, то при распространении света по волноводу он визуально воспринимается как светящийся. Т.е. в данном случае для освещения плоской поверхности можно использовать одиночный источник света, преобразуя характер распространения излучения так, что оно будет создавать эффект освещенной плоскости достаточно большого размера (до 1 м.кв.).

Эксперименты [1-3] показали, что предложенный подход действительно обеспечивает приемлемую освещенность элемента табло, предназначенного для индикации цифровых символов.

Однако, в цитированных работах не было представлено конечных схем, предназначенных для коммерческих целей и одновременно реализующих предложенный принцип.

Данная работа изначально полностью строилась как ориентированная на коммерческое значение.

С этой целью в главе 1 рассматривается возможность реализации ранее предложенного подхода [1-3] в сугубо коммерческих целях (Глава 1).

Выяснилось, что в условиях инфраструктурной недостаточности РК требуется осуществить переход к изделиям существенно более простой конструкции. С этой целью в работе была предложена модификация системы [1-3], использующая пленки наполненные наночастицами (Глава 2).

На первый взгляд, такой подход представляет собой усложнение решаемой задачи. Однако, пленки указанной разновидности, разрабатываемые в рамках сотрудничества между НИА РК, Алматы и ИМХ АН ЧР, Прага, которые пригодны для создания новых индикаторных буквенно-цифровых панелей, ориентированы, в том числе и на использование в других целях [4-7].

Это делает оправданным использование таких пленок в рассматриваемых целях, а также расширяет область применения нанотехнологической продукции.

В работе полностью закончен действующий образец индикаторной панели на основе плоских световодов (Глава 3), который для тестовых целей работает на пластинах из оргстекла. Существенно, что в таком образце световоды могут быть заменены на рассеивающие пленки без изменения конструкции, т.е. в работе полностью завершена радиоэлектронная и конструкционная части конечного устройства.

## **1 Совершенствование ранее предложенной конструкции новых индикаторных панелей на основе плоскостных световодов**

В данном разделе рассматриваются буквенно-цифровые табло на основе плоскостных световодов, выполняемых из различных материалов по методике [1-3]. Первоначально в работе была сделана попытка усовершенствовать ранее предложенную конструкцию за счет изменения геометрии волноводных элементов.

Были выполнены необходимые усовершенствования, в частности, была разработана конструкция системы ввода светового излучения в плоские элементы, служащие проводниками оптического сигнала (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Фотография узла размещения светодиодов, обеспечивающего ввод излучения в осветительные элементы

Была также осуществлена модернизация системы подвода излучения, которая, в отличие от изготовленной ранее [1-3], не содержит острых углов, наличие которых приводит к неоправданным потерям амплитуды оптического сигнала, и возникновению паразитного свечения фоновых элементов.

Такая конструкция действительно позволяет передавать световой сигнал без существенных потерь. Была также осуществлена отработка включения дополнительных отражающих элементов на основе металлической фольги в световодную систему. Назначением данных элементов является предотвращение потери света за счет бокового рассеяния.

В целом, проведенные работы позволили реализовать опытный образец буквенно-цифровой панели.

Фотографии, демонстрирующие характер работы предложенного образца, представлены на рисунке 1.2 (а-г).



Рисунок 1.2а – Индикация элементов, отвечающих воспроизведению цифры «1» при помощи световодных элементов; для наглядности в опытной демонстрации отсутствуют покрытия, блокирующие паразитное рассеяние света.



Рисунок 1.2б – Индикация элементов, отвечающих воспроизведению цифры «4» при помощи световодных элементов

На данных фотографиях представлен отдельный сегмент буквенно-цифровой панели, высвечивающий символы, отвечающие различным цифрам. Для наглядности в опытной демонстрации отсутствуют покрытия, блокирующие паразитное рассеяние света, благодаря чему видна структура сегмента, обеспечивающего передачу оптического сигнала. По этой же причине освещенность верхних элементов несколько превосходит освещенность нижних.



Рисунок 1.2в – Индикация элементов, отвечающих воспроизведению цифры «9» при помощи световодных элементов

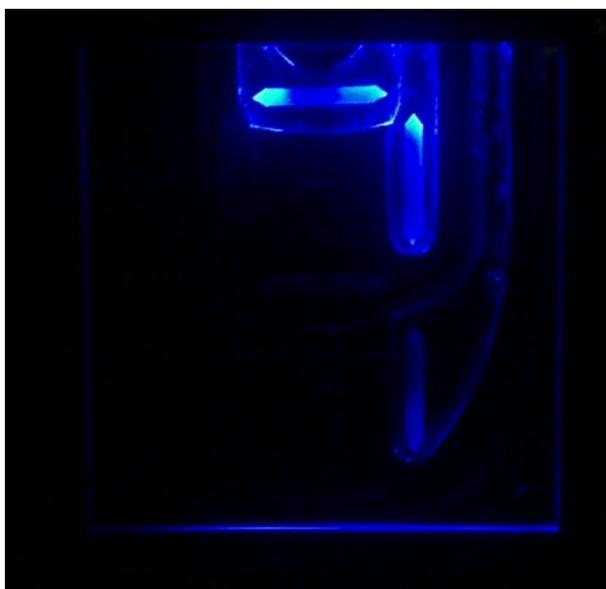


Рисунок 1.2г – Индикация элементов, отвечающих воспроизведению цифры «7» при помощи световодных элементов, особенности проведения демонстрационного опыта сохранены

Было также показано, что предложенная разновидность индикации буквенно-цифровых символов может быть использована и для реализации объемных эффектов (в этом случае на каждый символ используется несколько слоев световодов).

Существенно, что предложенный принцип допускает реализацию еще одной разновидности рекламно-информационного изделия. Такое изделие представляет собой оформление витрин, допускающее высвечивание надписей или иных рекламных элементов, располагаемых по периметру витрины.

Управляющая (осветительная) часть такой системы располагается под элементами декора, оформляющими периметр витрины.

Система представляет собой осветительную панель, построенную на основе плоских световодов и располагаемую по периметру витрины. Панель размещается непосредственно на под элементами декора. На панель могут быть нанесены любые изображения, для получения которых может быть использован способ, рассматриваемый в Главе 2.

В нерабочем состоянии осветительная панель является полностью прозрачной. Наблюдатель воспринимает панель как практически незаметное тонкое покрытие, нанесенное на периметр витрины. Осветительная схема на основе светодиодов полностью располагается под элементами декора, что делает ее незаметной наблюдателю.

Свет передается от светодиодов к плоскости покрытия за счет того, что последнее представляет собой волновод. Наполнение наночастицами по заданному закону (Глава 2) создает равномерное свечение панели во включенном состоянии.

Основное потребительское преимущество предлагаемых изделий состоит в том, что в дневное время осветительная система незаметна для наблюдателя, а в ночное помещение как бы освещается верхней частью самой периферией витрины. Дополнительным преимуществом является противопоылевая изоляция, а также возможность мойки осветительной поверхности обычными средствами.

В настоящее время реализован опытно-промышленный образец изделия (фотографии во включенном и выключенном состояниях представлены на рис.1.3 а и б).

Характер функционирования прототипа доказывает, что предлагаемый принцип (использование плоских световодов) действительно позволяет обеспечить требуемую потребительскую привлекательность.

Технические характеристики итогового изделия

Рабочее напряжение – 12В, рабочий ток – 1 А/м, потребляемая мощность – 14,4 Вт/м, кратность резки 50 мм, создаваемый световой поток – 30 Лм/Вт

В целях наглядности демонстрации предлагаемая система в демонстрационном опыте размещена на обоях комнаты, причем управляющий блок полностью размещается под галтелями.



Рис.1.3а – Демонстрационный экземпляр оформления периметра витрин (выключенное состояние)



Рис.1.3б – Демонстрационный экземпляр оформления периметра витрин (включенное состояние)

Представленная на рисунке 1.3 система реализована на основе пластин, выполненных из оргстекла толщиной 1 мм, причем для обеспечения необходимого уровня освещенности использовалась схема эшелетта, т.е. совокупности пластин, расположенных «уступом».

Более надежные результаты обеспечивает использование специально разработанных пленок на основе полимерных композиций, наполненных наночастицами, которые рассматриваются в главе 2.

Тот же принцип – использование эшелета – применяется и для создания элементов, рассматриваемых в главе 3.

Необходимо также подчеркнуть, что изготовление элементов из оргстекла является достаточно трудоемким процессом. Требуется либо создавать специальное оборудование, либо ограничиться использованием фрезерных станков с программным управлением, что существенно повышает стоимость конечного изделия.

В работе была предпринята попытка разработать средства автоматизации для производства элементов рассматриваемого типа.

Ниже рассматриваются элементы конструкции, использующей трафарет-ножи для изготовления используемых элементов.

Трафарет-нож (пример отдельного ножа) для сегментов рекламных систем представлен на рисунке 1.4. Общая схема расположения трафарет-ножей представлена на рисунке 1.5. Ножи изготавливаются из стали. Высота полотна 20 мм.



Рисунок 1.4 – Пример отдельного трафарет-ножа

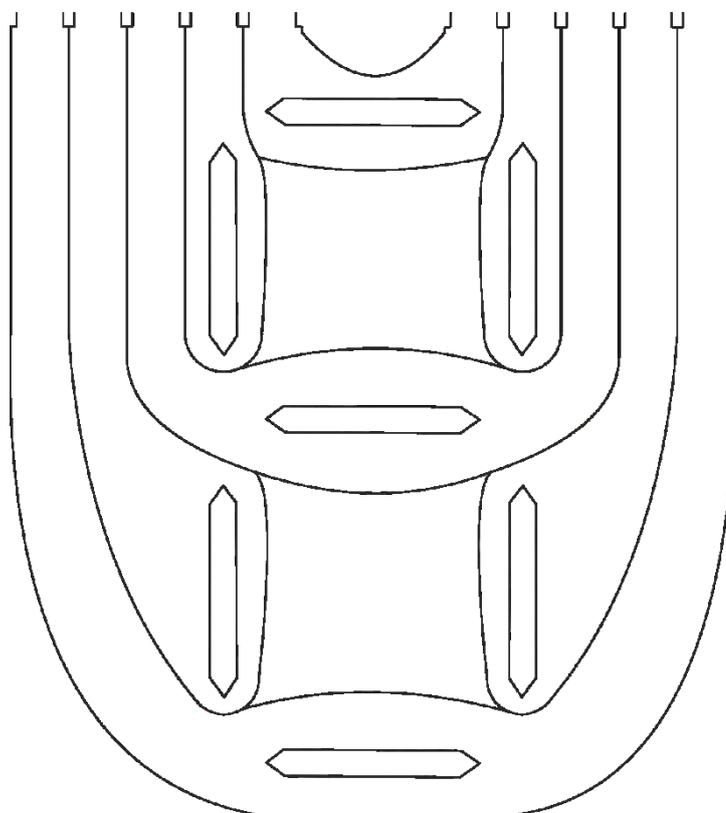


Рисунок 1.5 – Взаимное расположение и профиль трафарет-ножей для изготовления световых табло предлагаемого типа



В исходном положении рукоять маховиков находится практически вертикально. При нажатии на рукоять, маховики давят на пресс и ножи рассекают заготовку.

Маховики с рукоятью могут устанавливаться на различную высоту. Для этого нужно вынуть втулки из маховиков, установить маховики на нужную высоту и вставить втулки обратно. В вертикальных стойках отверстия для втулок расположены через каждые 100 мм.



Рисунок 1.8 – Чертеж пресса в проекции 1

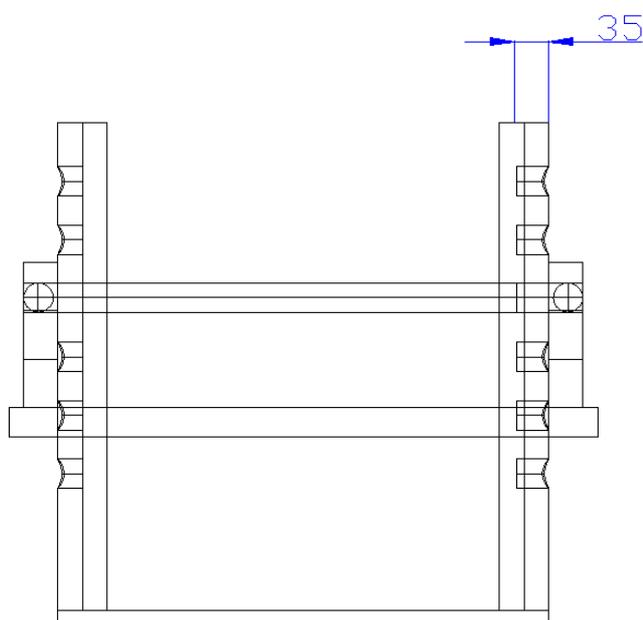


Рисунок 1.9 – Чертеж пресса в проекции 2

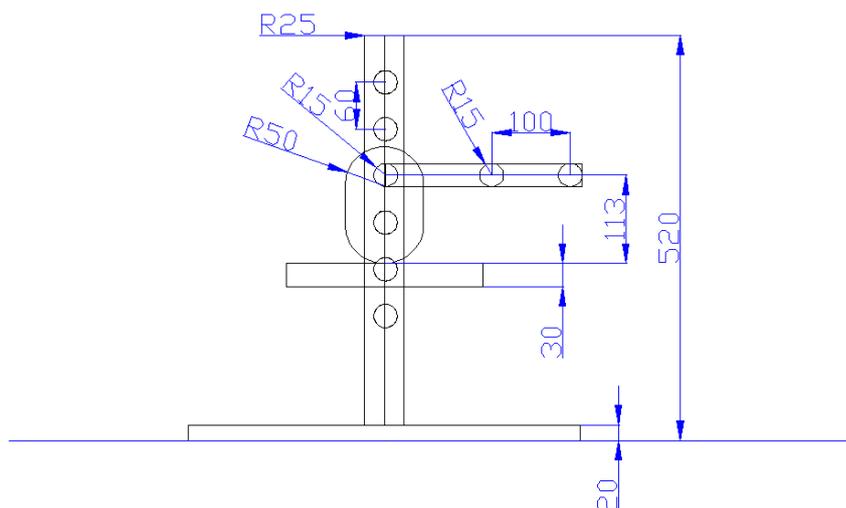


Рисунок 1.10 – Чертеж пресса в проекции 3

Чертежи выполнялись средствами САПР, допускающими последующее использование для изготовления на станках с программным управлением. Все детали изготавливались из нержавеющей стали.

Однако необходимо подчеркнуть, что надежность работы таких систем для резки оргстекла остается весьма проблематичной, поэтому автоматизация производства элементов табло предложенного типа требует перехода к более мягким материалам.

Такую возможность предоставляют пленки, иммерсированные наночастицами, которые рассматриваются в следующем разделе настоящей диссертации.

## **2 Перспективы использования нанотехнологии для совершенствования индикаторных панелей на основе плоскостных световодов**

Работа панелей рассматриваемого типа [1-3], подчеркнем еще раз, основана на использовании комбинированных плоских световодов. Одна их часть (подводящая) не рассеивает излучение, а другая (воспроизводящая элемент символа) – рассеивает свет.

При поступлении оптического сигнала в подводящую часть световода высвечиваются (т.е. визуально воспринимаются как освещенные) только те части поверхности, которые рассеивают свет. Рассеивающую часть световода можно выполнить или механически (например, фрезерованием надписи в пластине, выполненной из оргстекла) или, как это и было описано в [1-3], наполнением отверстий в пластинах светорассеивающим материалом. Оба упомянутых способа получения светорассеивающих элементов являются достаточно трудоемкими. Намного более перспективным является способ, основанный на использовании полимерных пленок, допускающих наклейку вырезных из них букв или иных символов на подводящие прозрачные поверхности, например, витринное стекло.

Следовательно, изготовление светорассеивающих пленок, обеспечивающих надежный оптический контакт между двумя плоскими прозрачными элементами, используемыми как световоды, является актуальной задачей.

В данном разделе показано, что указанная задача может быть решена за счет использования пленок на основе сополимера бутилметакрилата и 2,6-этилметакрилата, содержащих силикатные наночастицы.

Соединения такого рода являются одним из наиболее распространенных нанотехнологических продуктов, представленных в настоящее время на рынке.

Существенно также, что, как это будет ясно из дальнейшего, соответствующие элементы сложной конфигурации могут изготавливаться прямым синтезом. Возможен и альтернативный путь, когда рабочая пленка изготавливается промышленно в виде рулонов, а элементы необходимой формы вырезаются из нее при помощи сравнительно простой оснастки.

В данном разделе доказывается, что пленки такого рода могут быть получены сравнительно простыми методами химического синтеза. При этом необходимо подчеркнуть, что переход к производству индикаторных панелей на основе нанотехнологии может быть осуществлен только по мере продвижения соответствующих изделий на рынок, как это и отмечалось во введении в работе. Это связано со значительными затратами даже на организацию опытного производства. Поэтому в рамках данной работы рассматриваются системы (раздел 3), которые на первых этапах внедрения

могут быть выполнены без использования нанопленок, причем вся остальная конструкционная часть остается неизменной.

Переходить к производству нанопленки имеет смысл только после апробации внедрения на рынок более простых изделий. Кроме того, указанная пленка может быть использована также и для изделий другого назначения [4-7].

Для синтеза используемых полимеров использовались бутилметакрилат (БМА) и 2-этилгексилакрилат (ЭГА), Aldrich, без дополнительной очистки, а также динитрил азо-бис-изомасляной кислоты (ДАК), Aldrich.

Для синтеза модифицирующих катионных соединений были использованы 2-(диметиламино)этилметакрилат (ДАМА), Aldrich, бензилбромид, Aldrich, тетрагидрофуран, диоксан, метанол в качестве растворителей и осадителей.

Для введения силикатных наночастиц в исследуемые пленки использовали продукты Nanocor и Cloisite 20A (Southern Clay).

В экспериментах использовались сополимеры бутилметакрилата и 2-этилгексилакрилата, полученные методом радикальной сополимеризации с ДАК в качестве инициатора. Полимеризацию проводили в растворе тетрагидрофурана.

Компонента ЭГА вводилась в состав сополимера в целях повышения адгезии пленки к полиметилметакрилату.

Средневесовая молекулярная масса полученных сополимеров определялась методом гель-проникающей хроматографии и составила 250 000 Дальтон.

Были проведены четыре серии измерений оптического контакта между синтезируемыми пленками и пластиной, выполненной из промышленного оргстекла (полиметилметакрилата, Hangzhou Uniwise International Co., Ltd).

Для первой серии экспериментов были получены пленки БМА-ЭГА переменного состава, пленки получали испарением из раствора в тетрагидрофуране. Образцы этой серии не содержали наночастиц, исследование по переменному составу было проведено для определения оптимального (с точки зрения эффективности оптического контакта) состава сополимера.

Во второй серии экспериментов использовались пленки БМА-ЭГА при соотношении компонент 90:10 (соотношение по молярным процентам), содержащие наночастицы Cloisite 20A (Southern Clay). Расчетное весовое количество наночастиц вводилось в раствор полимера в смеси ацетонитрил – ацетон (1:2), из которого формировались пленки методом испарения.

В третьей серии экспериментов использовались пленки БМА-ЭГА состава 90:10 (соотношение по молярным процентам), также содержащие наночастицы Cloisite 20A. Пленки получали методом испарения из смеси ацетонитрил – ацетон (1:2), наночастицы вводились в исходную мономерную смесь. Диспергирование наночастиц осуществлялось при помощи ультразвука с помощью (оборудование).

В четвертой серии измерений для внедрения наночастиц (использовались глины марки Nanosor) в полимерную матрицу были использованы модифицирующие катионные соединения, полученные по следующей методике.

Использованные модифицирующие катионные соединения были синтезированы алкилированием 2-(диметиламино)этилметакрилата бензилбромидом в соответствии со схемой реакции, представленной на рис.2.1 в растворе тетрагидрофурана.

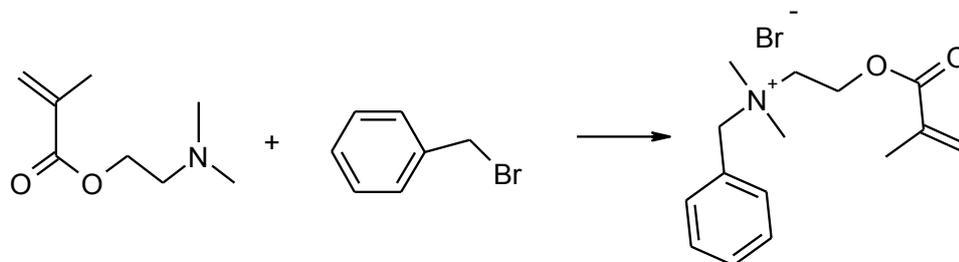


Рисунок 2.1 – Схема реакции синтеза катиона с четвертичной аммониевой группой

Для проведения реакции смешивали 0,1 моля ДАМА с 0,15 моля бензилбромидом в среде тетрагидрофурана объемом 250 мл; реакционную смесь выдерживали в холодильнике. Выпавшую в осадок четвертичную аммониевую соль отфильтровывали, промывали тетрагидрофураном. Выделенные продукты очищали перекристаллизацией в смеси диоксан - метанол и сушили до постоянного веса. Их характеризовали при помощи элементного анализа и <sup>1</sup>H ЯМР, а также измерения температуры плавления.

Результаты анализов подтвердили структуру модификатора, отвечающую химической формуле, представленной на рисунке 2.1, а также необходимую степень чистоты полученного продукта.

Необходимость использования модификатора определяется тем, что используемая глина (вещество, обеспечивающее присутствие наночастиц) марки Nanosor представляет собой природный слоистый силикат, точнее природный Na<sup>+</sup>-монтмореллонит (ММТ), который является гидрофильным и не смешивается с используемыми полимерами на молекулярном уровне.

Для того, чтобы сделать используемые слоистые наночастицы совместимыми с полимерными системами, противоионы, в данном конкретном случае Na<sup>+</sup>, находящиеся в пространстве между слоями, должны быть заменены на молекулы, которые могли бы сделать поверхность частиц органотфильной.

Органотфильный ММТ приготавливали следующим образом. Натриевую форму монтмориллонита (10г) диспергировали в дистиллированной воде (60 мл) и давали набухнуть при перемешивании при комнатной температуре в течение 24 часов. Затем дисперсию нагревали до 70°C и перемешивали в течение 1 часа. После охлаждения в дисперсию медленно добавляли раствор четвертичной аммониевой соли при концентрации, эквивалентной 3 трем

концентрациям Na<sup>+</sup>-ММТ по ионообменной емкости. После перемешивания в течение 30 мин при комнатной температуре систему выдерживали 24 часа в холодильнике. Затем отфильтрованный продукт промывали несколько раз деионизованной водой для удаления избытка исходных реагентов. Итоговый порошок О-ММТ был получен просушкой.

На следующей стадии проводили полимеризацию БМА-ЭГА в присутствии глины, модифицированной по описанной выше схеме, в смеси тетрагидрофурана и воды (ТГФ:Н<sub>2</sub>О = 2:1). В качестве инициатора радикальной полимеризации использовали ДАК. Схема внедрения наночастиц в полимерную цепь представлена на рис.2.2. Продукт высушивали и растворяли в хлороформе (5% весовых процентов полимера). Пленки получали испарением из раствора хлороформа.

Полученные пленки все указанных выше разновидностей обладали необходимой для выполнения оптических измерений однородностью и визуально были оптически прозрачными (вплоть до концентрации наночастиц 3% по весу).

Фотографии полученных пленок представлены на рисунке 2.3.

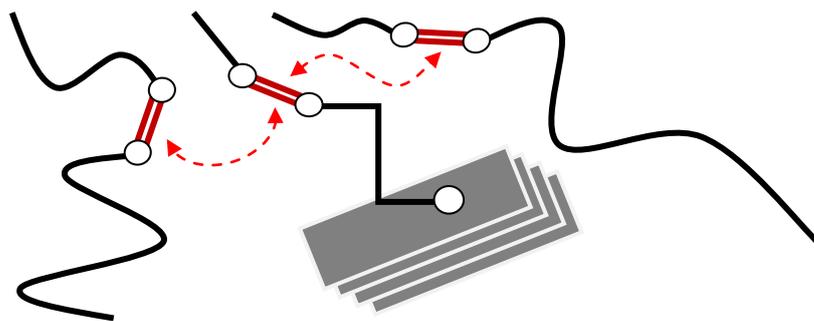


Рисунок 2.2 – Схема внедрения наночастиц в полимерную цепь

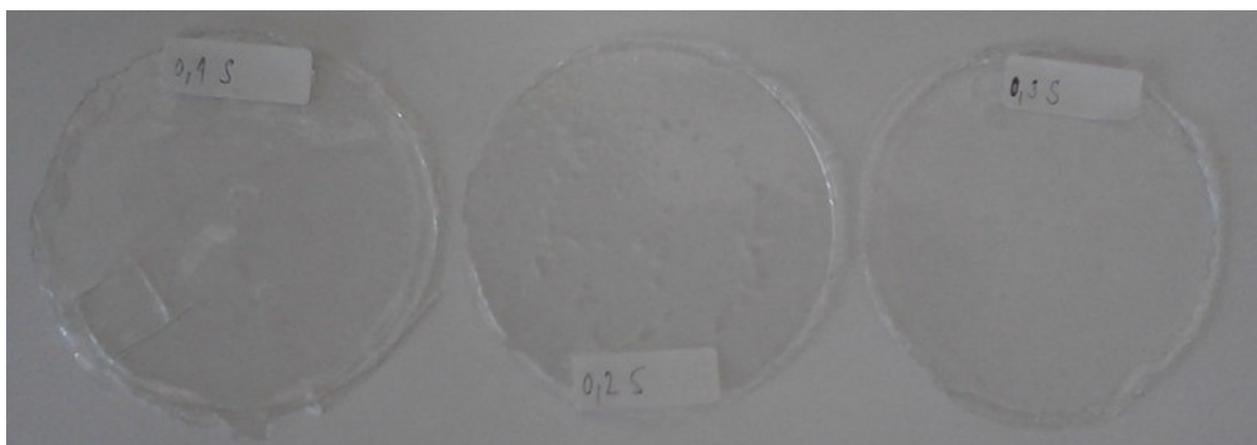


Рисунок 2.3 – Фотография полученных пленок с концентрацией наночастиц 0.1, 0.2 и 0.3 процента

Для исследования качества оптического контакта между полученными пленками и промышленным полиметилметакрилатом использовали установку, собранную по следующей схеме (рисунок 2.4).

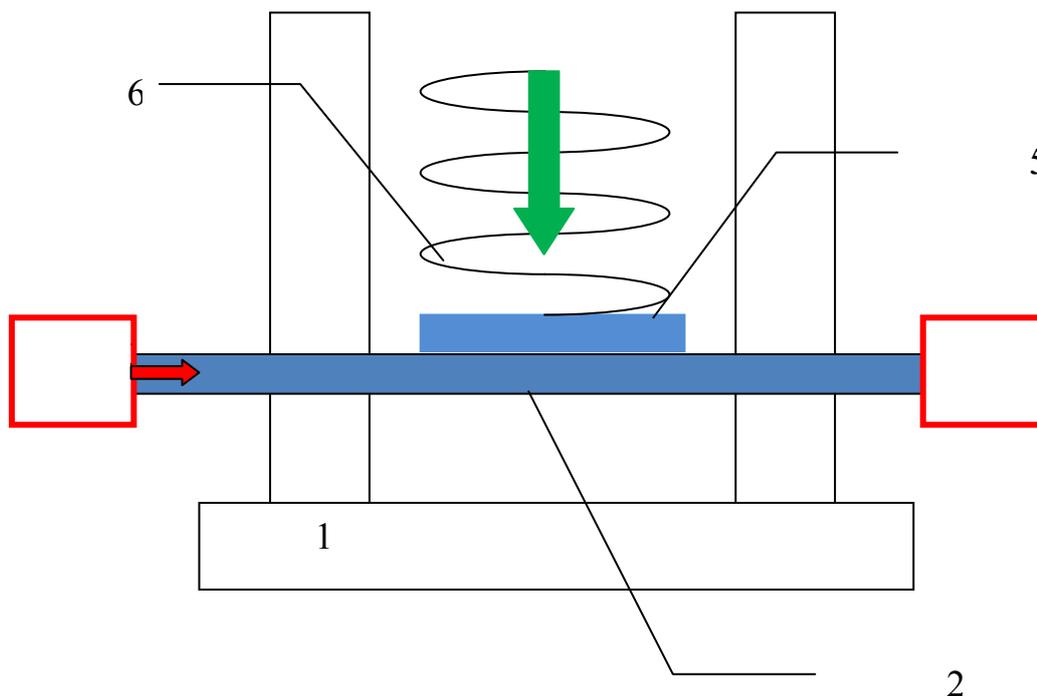


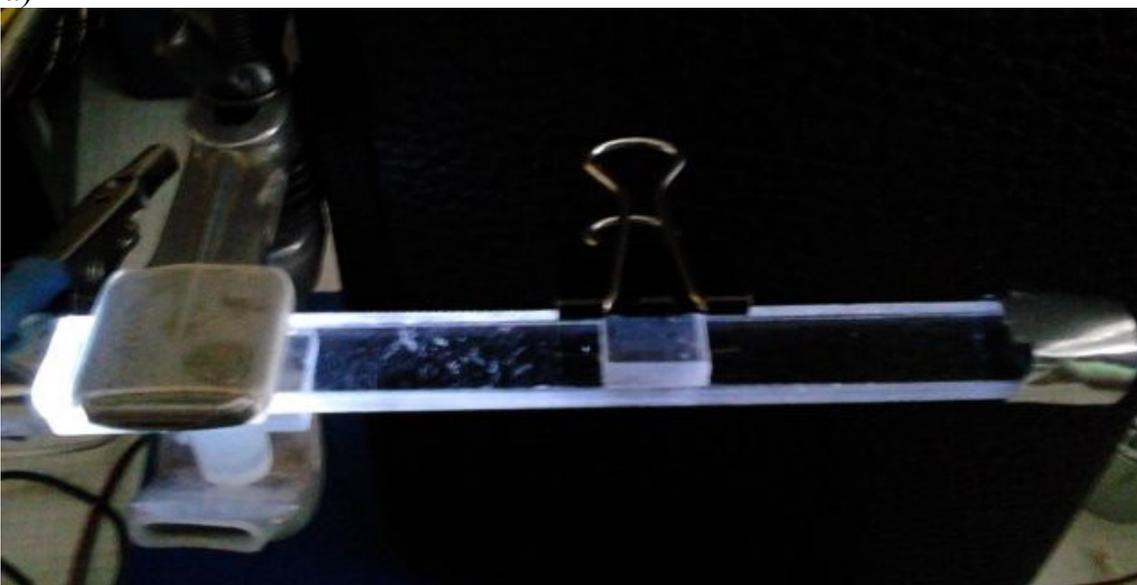
Рисунок 2.4 – Схема экспериментальной установки

Установка содержала держатели (1), в которые вставлялась пластина (2), выполненная из оргстекла. В торец пластины подводилось излучение оптического диапазона, генерируемое светодиодом (3) KTL0500WHCI (белый цвет). Приемник излучения (4, фоторезистор СФ3-2Б) располагался на противоположном торце пластины. Исследуемый образец пленки (5) располагался непосредственно на платине (2) и прижимался к ней пружинным зажимом (6), обеспечивающим усилие в 1,5 Н. Данный показатель приблизительно соответствует усилию, создаваемому пальцем оператора на клавиатуре компьютера или сенсорной панели. Для предотвращения повреждений пленки использовалась дополнительная прокладка, также выполненная из оргстекла (7). Схема установки предусматривала также возможность использования калиброванной механической нагрузки с помощью грузов.

Фотографии основной части экспериментальной установки показаны на рис.2.5а и рис.2.5б. На рис 2.5а показан образец пленки, приведенный в контакт с платиной (2) до приложения механической нагрузки, на рис.2.5б – после. На представленных фотографиях видно, что исследуемый образец после приложения механической нагрузки становится освещенным.



а)



б)

Рисунок 2.5 Фотографии образца исследуемой пленки, приведенной в контакт со светопроводящей пластиной; а) – до приложения механической нагрузки, б) – после

На рисунках 2.6 – 2.10 представлены зависимости интенсивности оптического сигнала, измеренные на выходе осветительной системы, от времени. Изменение интенсивности сигнала происходит в момент приложения механической нагрузки к пленке, располагающейся на световоде. Характер скачка интенсивности и его амплитуда отражает качество оптического контакта между исследуемой пленкой и материалом световода.

Рисунки 2.6 – 2.10 однозначно свидетельствуют, что с увеличением доли ЭГА в исследуемом полимере качество оптического контакта также увеличивается.

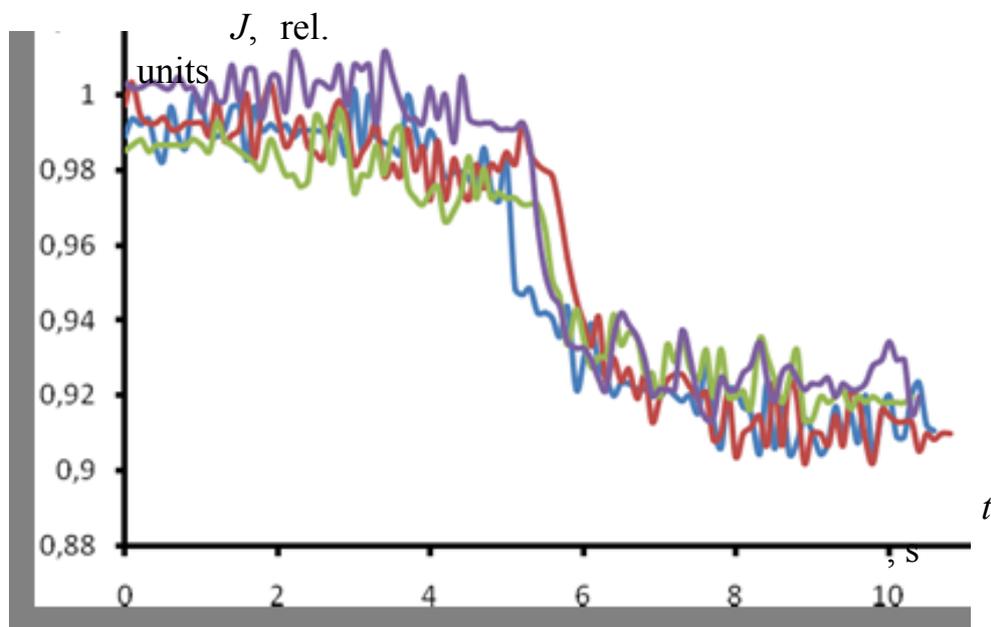


Рисунок 2.6 – Зависимость амплитуды оптического сигнала от времени при механическом воздействии на пленку и соотношении компонент [БМА]:[ЭГА] = 95:5, представлены результаты 4-х контрольных измерений

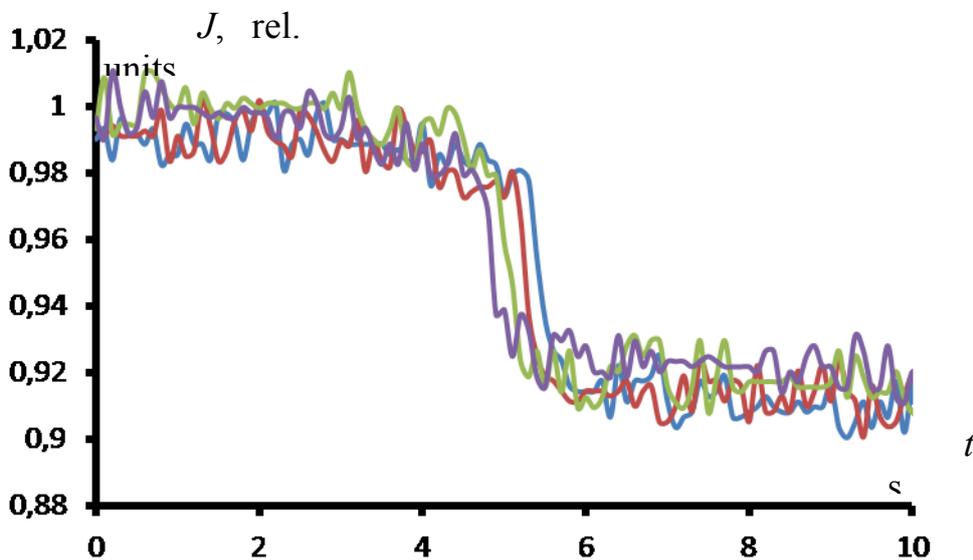


Рисунок 2.7 – Зависимость амплитуды оптического сигнала от времени при механическом воздействии на пленку и соотношении компонент [БМА]:[ЭГА] = 90:10, представлены результаты 4-х контрольных измерений

Это полностью соответствует наблюдаемому поведению пленок: с ростом доли ЭГА в сополимере улучшается адгезия пленки к полиметилметакрилату. Однако для практического использования адгезия рассматриваемых материалов

друг к другу не должна быть чрезмерной, так как необходимо обеспечить обратный ход оптической кнопки или полотна сенсорной панели.

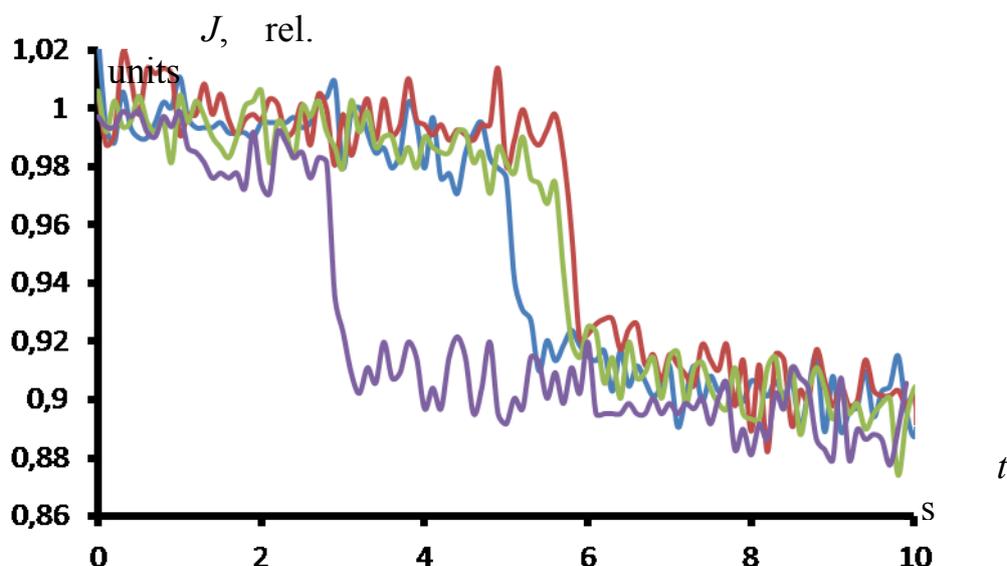


Рисунок 2.8 – Зависимость амплитуды оптического сигнала от времени при механическом воздействии на пленку и соотношении компонент [БМА]:[ЭГА] = 85:15, представлены результаты 4-х контрольных измерений

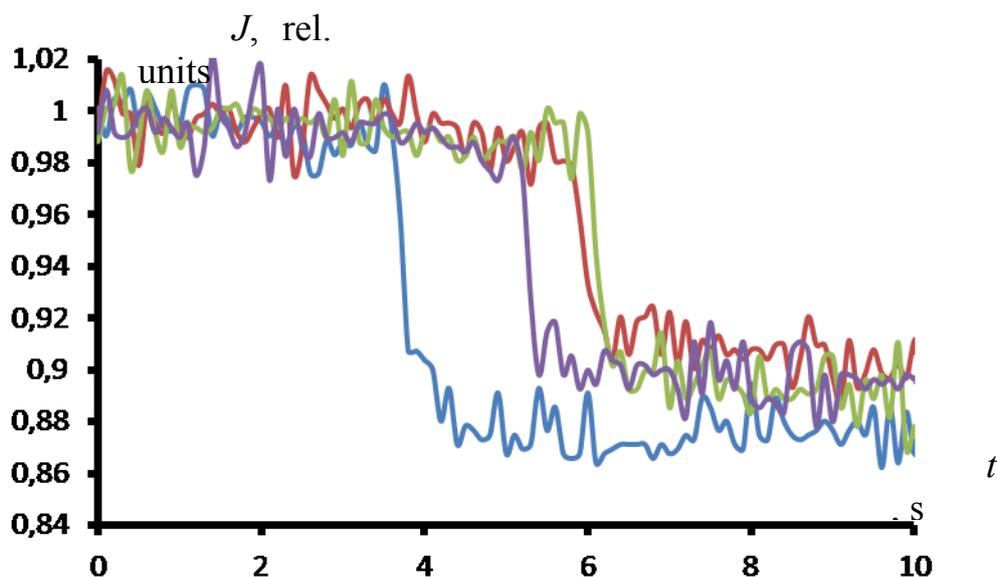


Рисунок 2.9 – Зависимость амплитуды оптического сигнала от времени при механическом воздействии на пленку и соотношении компонент [БМА]:[ЭГА] = 80:20, представлены результаты 4-х контрольных измерений

Исходя из этих соображений для дальнейших исследований был выбран состав сополимера [БМА]:[ЭГА] = 90:10. Как видно из рисунков 2.6 – 2.10, дальнейшее увеличение доли ЭГА в сополимере не приводит к существенному улучшению качества оптического контакта, в то время как высокая адгезия при большей доли ЭГА делает затруднительным обеспечение обратного хода

сенсорной панели или аналогичных деталей информационных систем. В тоже время для целей создания панелей необходимо именно обеспечение высокой адгезии.

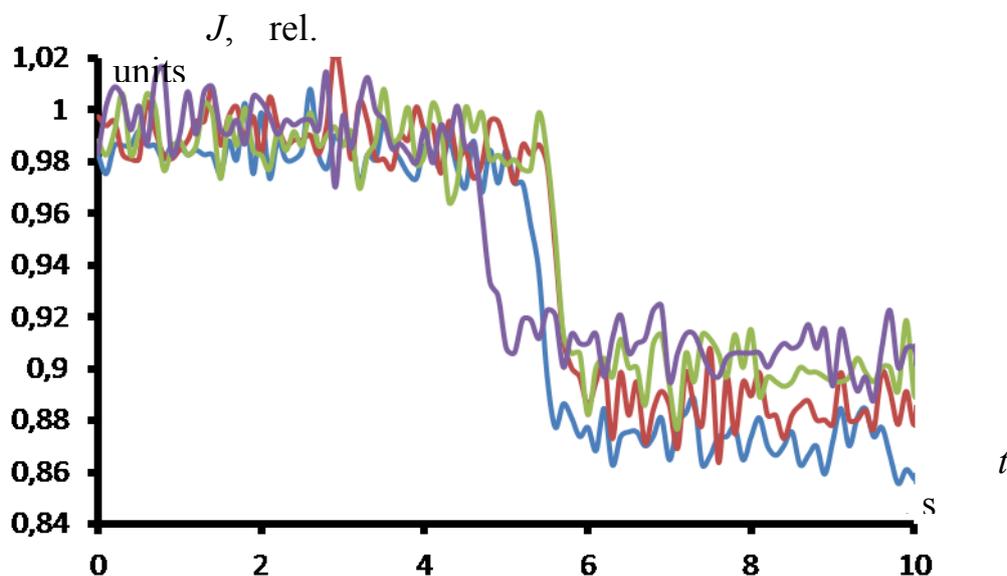


Рисунок 2.10 – Зависимость амплитуды оптического сигнала от времени при механическом воздействии на пленку и соотношении компонент [БМА]:[ЭГА] = 75:25, представлены результаты 4-х контрольных измерений

На рисунках 2.11 и 2.12 показаны аналогичные кривые для случая, когда исследуемая пленка содержит наночастицы, вводимые непосредственно в раствор сополимера в смеси ацетонитрил – ацетон (1:2), предназначенный для получения пленки методом испарения.

Видно, что такой метод введения наночастиц в систему не только не обеспечивает повышения качества оптического контакта, но, напротив, приводит к его ухудшению.

Другими словами, в этом случае не имеет места ожидаемого эффекта, который бы вызывал повышение качества оптического контакта за счет процессов рассеяния света на наночастицах. Можно высказать предположение, что такая ситуация складывается вследствие агрегации силикатных наночастиц, не являющихся органотфильными, в среде ацетонитрил – ацетон.

Исходя из этого соображения, в работе была сделана попытка повысить качество оптического контакта за счет диспергирования наночастиц, вводимых в исходную мономерную смесь, при помощи ультразвука.

Результаты исследования качества оптического контакта для таких пленок представлены на рисунках 2.13 – 2.14.

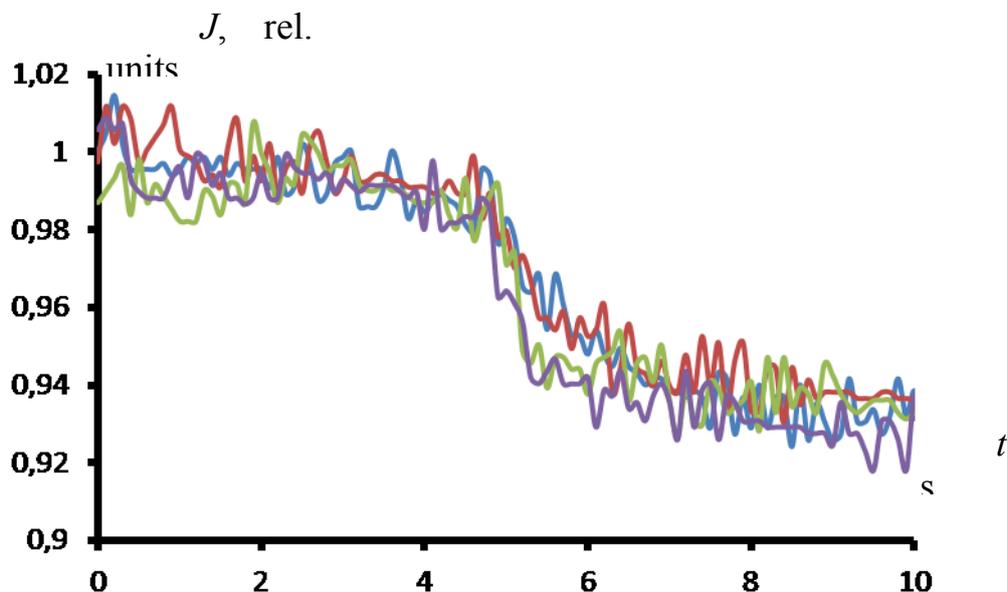


Рисунок 2.13 – Зависимость амплитуды оптического сигнала от времени при механическом воздействии, состав пленки [БМА]:[ЭГА] = 90:10, содержание наночастиц Cloisite 20А, добавляемых в раствора сополимера - 0,1% (весовых)

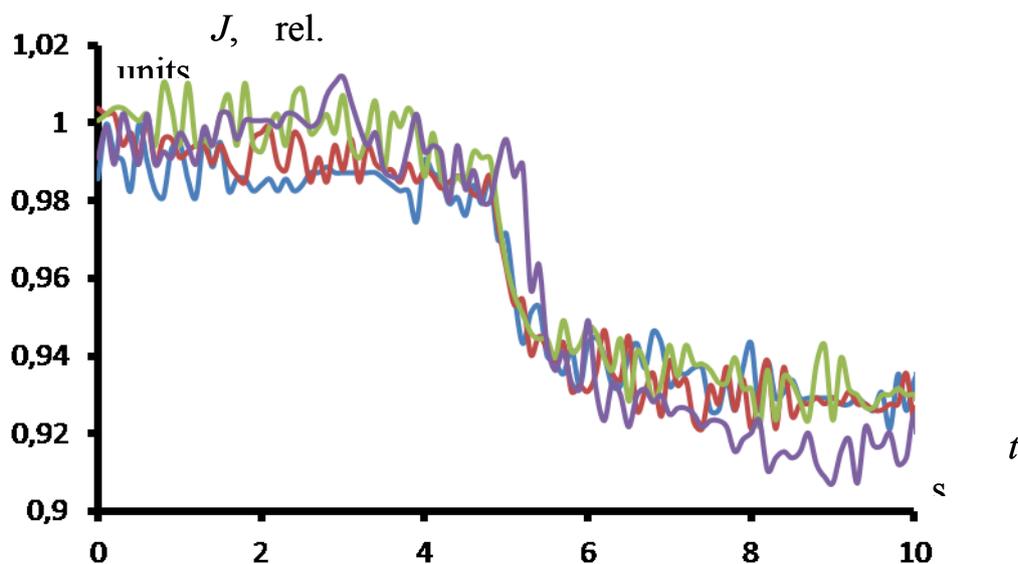


Рисунок 2.14 – Зависимость амплитуды оптического сигнала от времени при механическом воздействии, состав пленки [БМА]:[ЭГА] = 90:10, содержание наночастиц Cloisite 20А, добавляемых в раствора сополимера - 0,2% (весовых)

Видно, что и в этом случае существуют условия, при которых происходит уверенное снижение амплитуда оптического сигнала на 10% (что является достаточным для уверенной регистрации факта нажатия на кнопку или сенсорную панель). Однако, наблюдаемое качество оптического контакта не соответствует тому, которого можно было бы ожидать за счет использование эффектов рассеяния света на наночастицах, иммерсированных в полимерную матрицу.

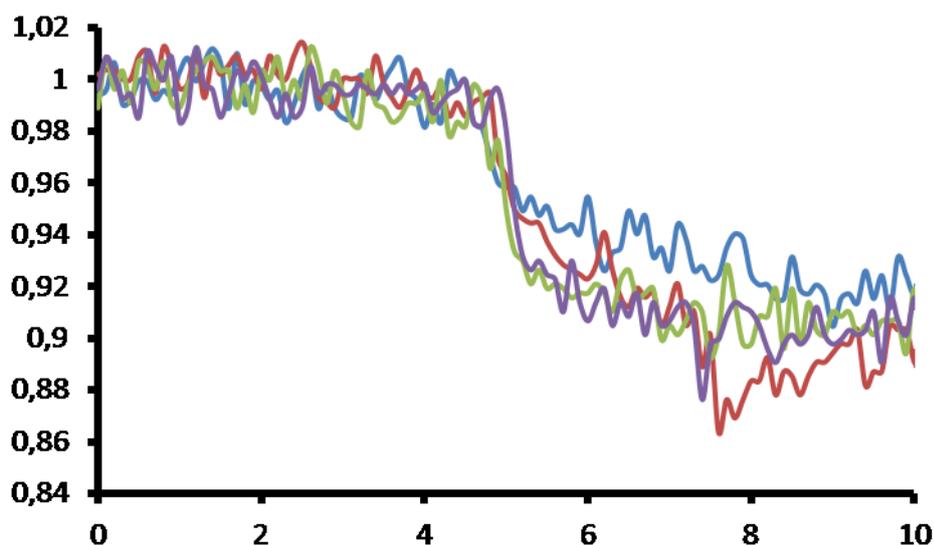


Рисунок 2.13 – Зависимость амплитуды оптического сигнала от времени при механическом воздействии, состав пленки [БМА]:[ЭГА] = 90:10, содержание наночастиц Cloisite 20А, диспергируемых в исходной мономерной смеси ультразвуком - 0,1% (весовых)

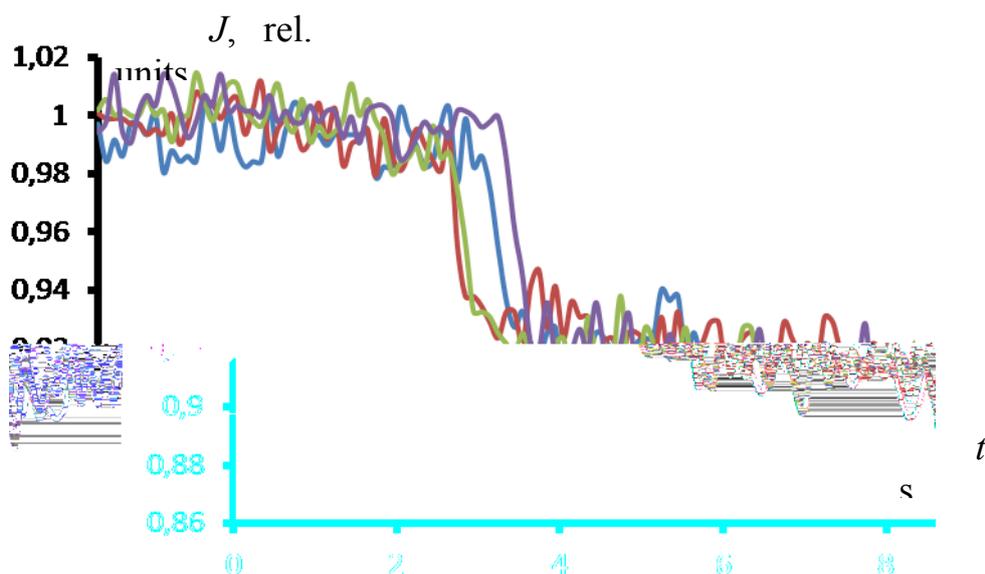


Рисунок 2.14 – Зависимость амплитуды оптического сигнала от времени при механическом воздействии, состав пленки [БМА]:[ЭГА] = 90:10, содержание наночастиц Cloisite 20А, диспергируемых в исходной мономерной смеси ультразвуком - 0,2% (весовых)

Это обстоятельство определяет необходимость более равномерного распределения наночастиц по объему полимерной матрицы, которое не является достижимым при использовании таких внешних воздействий как ультразвук.

Четвертая серия экспериментов, рассматриваемая ниже, обеспечивает наиболее равномерное распределения наночастиц по объему полимерной матрицы за счет использования химических средств, в соответствии с методикой, описанной выше.

На рисунках 2.16 – 2.19 представлены результаты определения качества оптического контакта между пленками, содержащими иммерсированные наночастицы и оргстеклом.

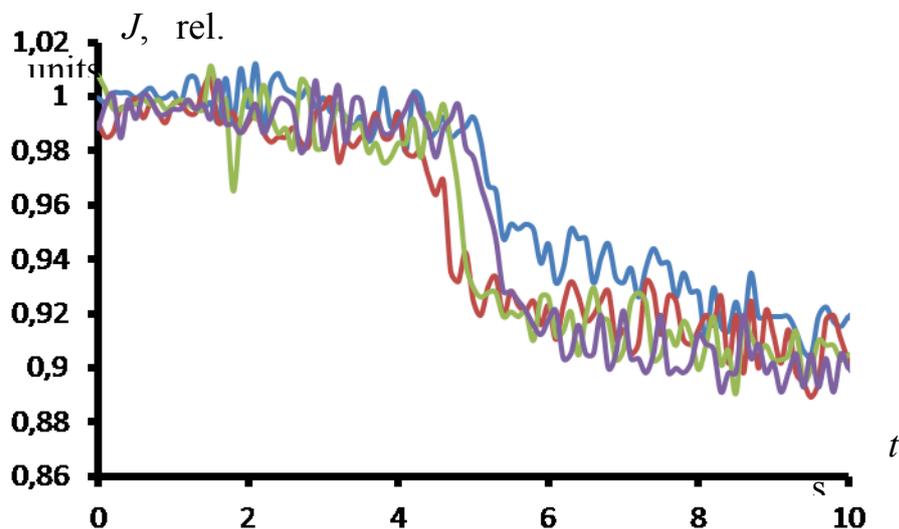


Рисунок 2.15 – Зависимость амплитуды оптического сигнала от времени при механическом воздействии, состав пленки [БМА]:[ЭГА] = 90:10, содержание наночастиц Cloisite 20A, диспергируемых в исходной мономерной смеси ультразвуком - 0,3% (весовых)

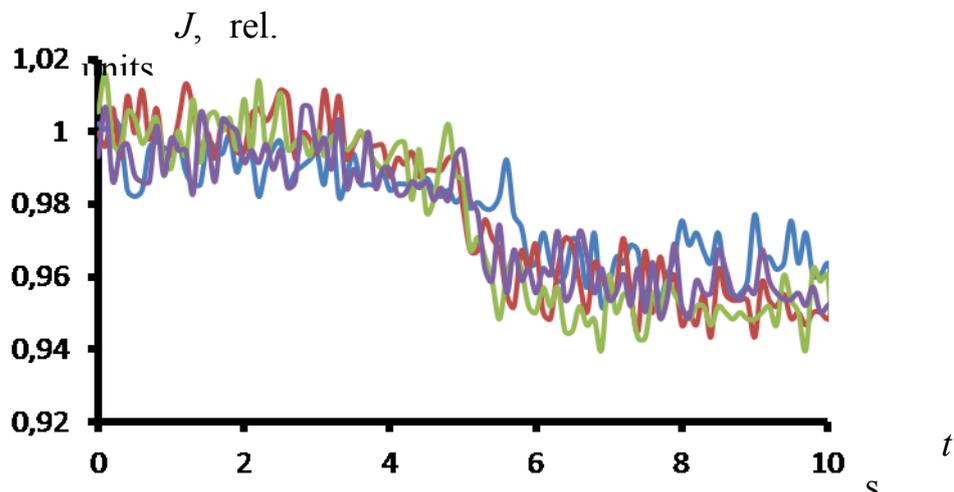


Рисунок 2.16 – Зависимость амплитуды оптического сигнала от времени при механическом воздействии, состав пленки [БМА]:[ЭГА] = 90:10, содержание наночастиц Nanosor, химически внедряемых в полимерную матрицу, - 0,1% (весовых)

Рисунки отвечают различному содержанию наночастиц, выраженному в весовых процентах. Видно, что избранный способ обеспечивает решение поставленной задачи.

Полученные результаты также показывают, что для практических применений целесообразно использовать пленки с 1%-ным содержанием наночастиц на основе монтморрелонита.

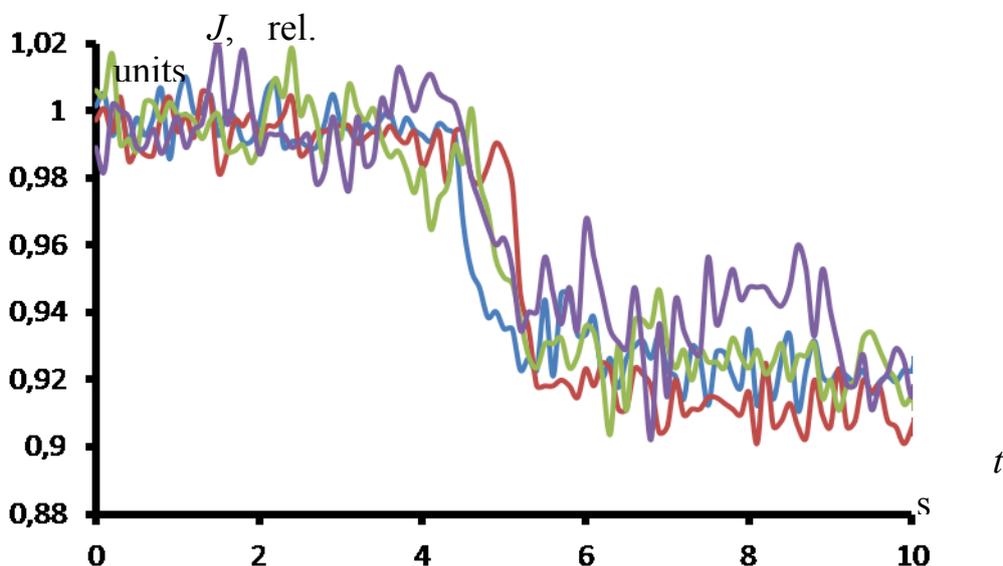


Рисунок 2.17 – Зависимость амплитуды оптического сигнала от времени при механическом воздействии, состав пленки [БМА]:[ЭГА] = 90:10, содержание наночастиц Nanosor, химически внедряемых в полимерную матрицу, - 0,2% (весовых)

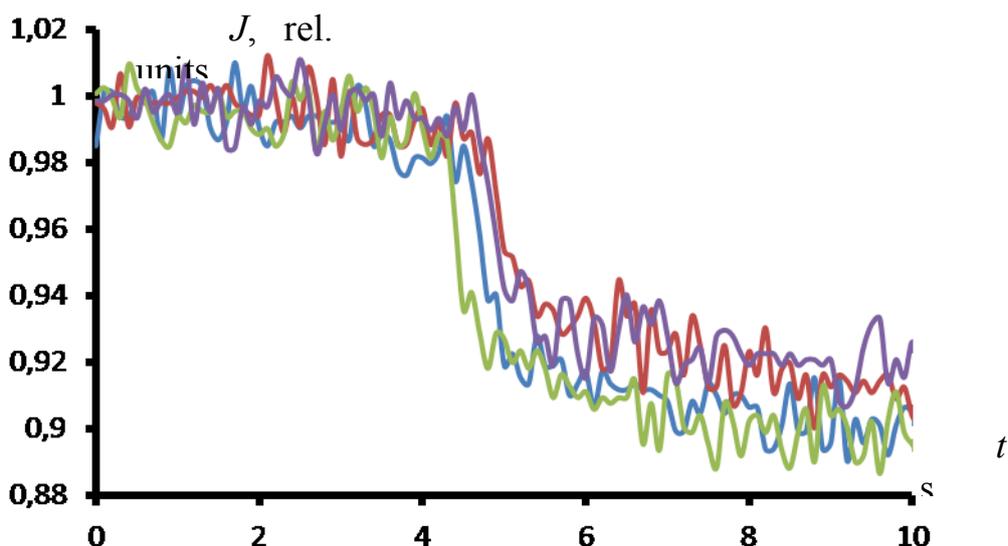


Рисунок 2.18 – Зависимость амплитуды оптического сигнала от времени при механическом воздействии, состав пленки [БМА]:[ЭГА] = 90:10, содержание наночастиц Nanosor, химически внедряемых в полимерную матрицу, - 0,2% (весовых)

наночастиц Nanosor, химически внедряемых в полимерную матрицу, - 0,3%  
(весовых)

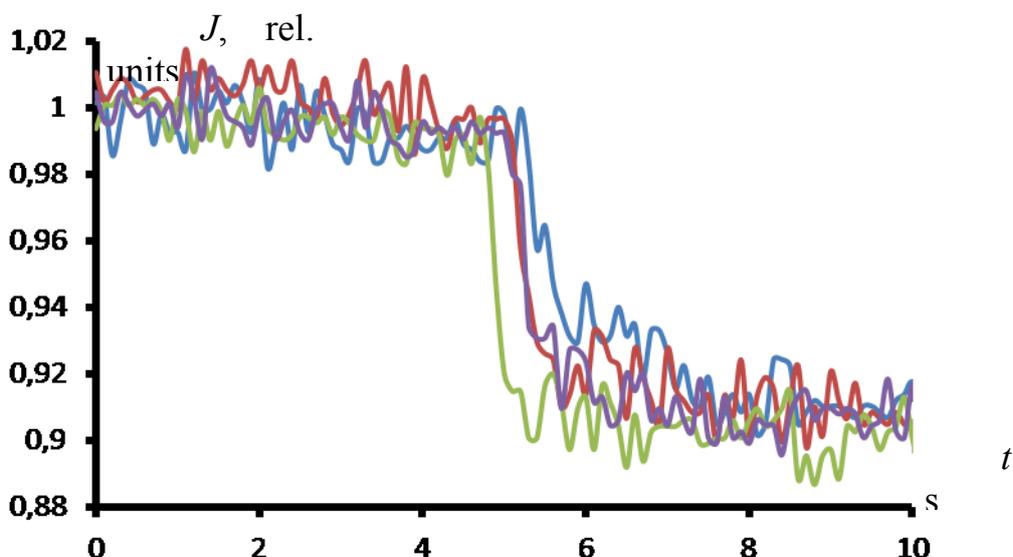


Рисунок 2.19 – Зависимость амплитуды оптического сигнала от времени при механическом воздействии, состав пленки [БМА]:[ЭГА] = 90:10, содержание наночастиц Nanosor, химически внедряемых в полимерную матрицу, - 1% (весовых)

Данные пленки обеспечивают, как это видно из представленных рисунков, наиболее устойчивый оптический контакт между используемыми материалами. Это, очевидно, объясняется тем, что при использовании химического метода внедрения наночастиц в матрицу полимеров обеспечивается их наиболее однородное распределение по объему системы, которого не удастся добиться, например, при использовании ультразвукового диспергирования.

Таким образом, проведенный комплекс исследований позволяет утверждать, что оптимальной способ приготовления полимерных пленок, предназначенных для использования в индикаторных панелях на основе плоскостных световодов и и родственных устройствах должен быть основан на химическом внедрении силикатных наночастиц при концентрации в один весовой процент и при соотношении мономеров БМА:ЭГА = 90:10.

Возможность использования такой композиции для индикаторных панелей, описанных в начале данного раздела, непосредственно иллюстрируют также рис. 2.20 – 2.21, на которых показан пример индикации отдельного символа, вырезанного из полученной пленки.

Рисунки также показывают, что существует возможность непосредственного использования исследованных полимерных пленок для целей повышения зрелищной эффективности средств наружной рекламы.

А именно, надпись, выполняемая из пленки установленного состава, может размещаться непосредственно на витринном стекле, выполняющем параллельно функции плоского световода. В этом случае в дневное время суток

надпись остается практически невидимой (что обеспечивается сравнительно низкой концентрацией наночастиц). В ночное время надпись визуальное воспринимается с повышенной эффективностью, так как имеет место эффект бокового рассеяния света.



Рисунок 2.20 – Буквенный символ, располагаемый на подложке из оргстекла; визуальное восприятие – темный, оптический контакт отсутствует



Рисунок 2.21 – Буквенный символ, располагаемый на подложке из оргстекла; визуальное восприятие – освещенный, оптический контакт присутствует

В демонстрационных экспериментах (рисунок 2.21 и рисунок 2.21) символ размещался непосредственно на подложке, в экспериментах (рисунок 2.22 и 2.23) была использована промежуточная прокладка, имитирующая наружное покрытие, которое будет использоваться в световой рекламе предложенного типа.

Видно, что наложение дополнительного слоя не влияет на описываемый эффект, делающий возможным использование предложенных полимерных пленок в наружной рекламе.

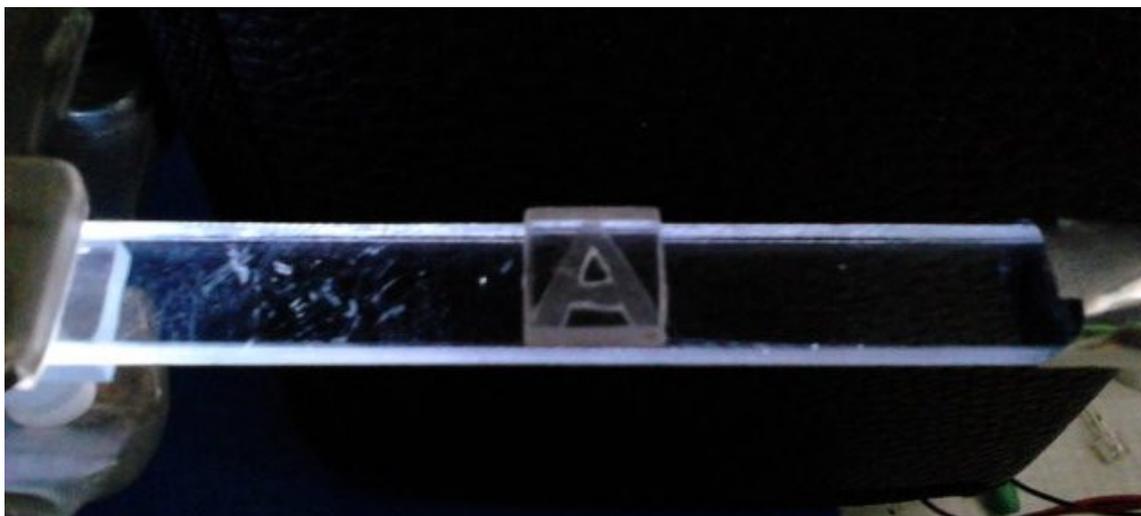


Рисунок 2.22 – Буквенный символ, располагаемый на подложке из оргстекла; визуальное восприятие – темный, оптический контакт отсутствует, используется верхняя прокладка, имитирующее наружное покрытие, применяемое в световой рекламе и индикаторных панелях



Рисунок 2.23 – Буквенный символ, располагаемый на подложке из оргстекла; визуальное восприятие – освещенный, оптический контакт присутствует, используется верхняя прокладка, имитирующее наружное покрытие, применяемое в световой рекламе и индикаторных панелях

Сделанные выше выводы относительно предпочтительного использования пленок, содержащих наночастицы, внедренные в полимерную матрицу за счет химических средств, подтверждаются также и прямыми исследованиями, проведенными методами атомно-силовой микроскопии (выполнено в Национальной нанотехнологической лаборатории открытого типа при КазНУ

им. аль-Фараби). Соответствующие диаграммы показаны на рисунках 2.24 – 2.58.

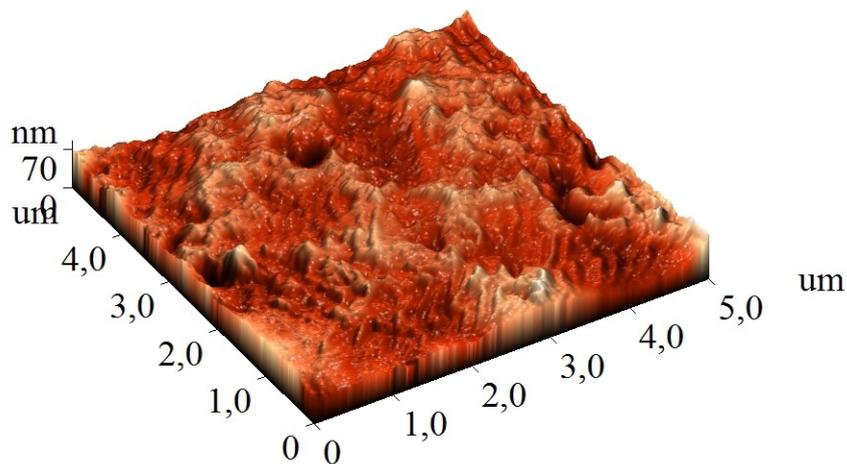


Рисунок 2.24 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца 0,1 S, размер области сканирования 5x5 мкм в трехмерном изображении

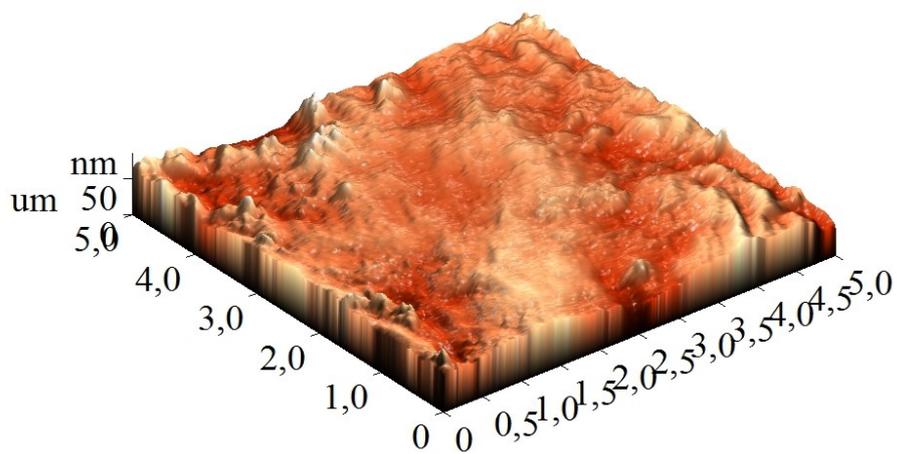


Рисунок 2.25 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца 0,2 S, размер области сканирования 5x5 мкм в трехмерном изображении

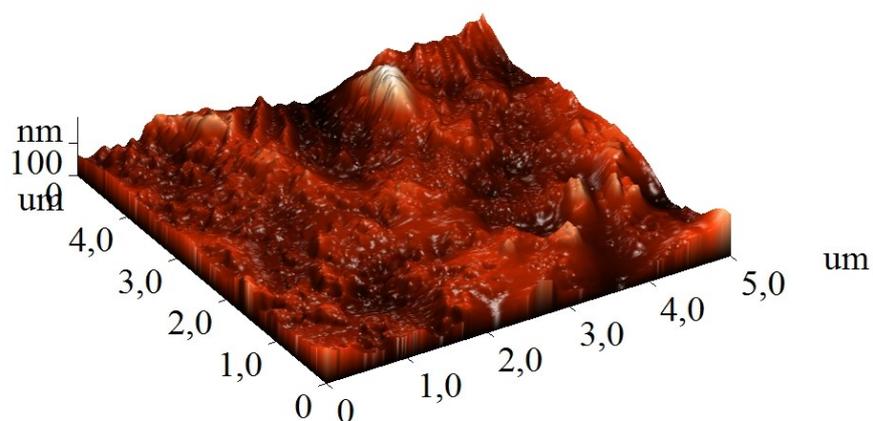


Рисунок 2.26 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца 0,3 S размером 5x5 нм в трехмерном изображении

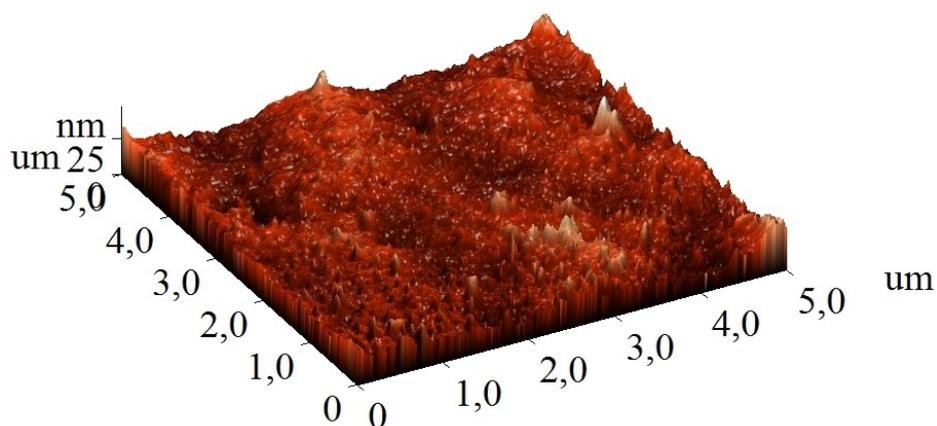


Рисунок 2.27 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца с 2% содержанием нанопорошка размером 5x5 нм в трехмерном изображении

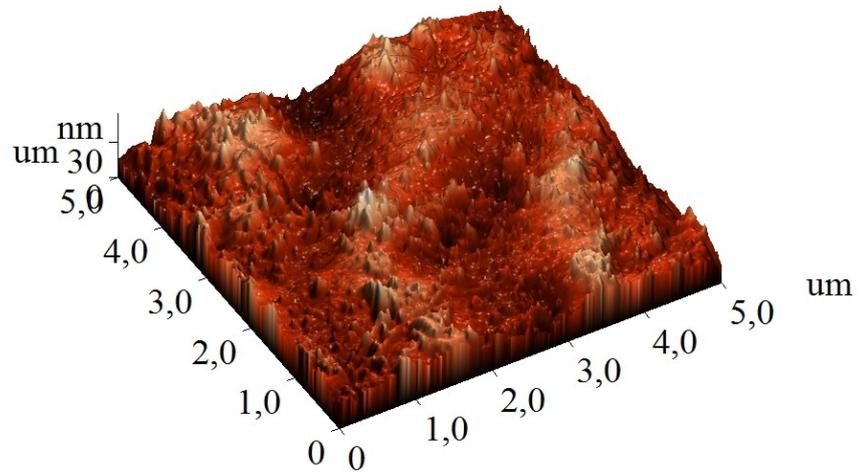


Рисунок 2.28 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца с 2,5% содержанием нанопорошка размером 5x5 нм в трехмерном изображении

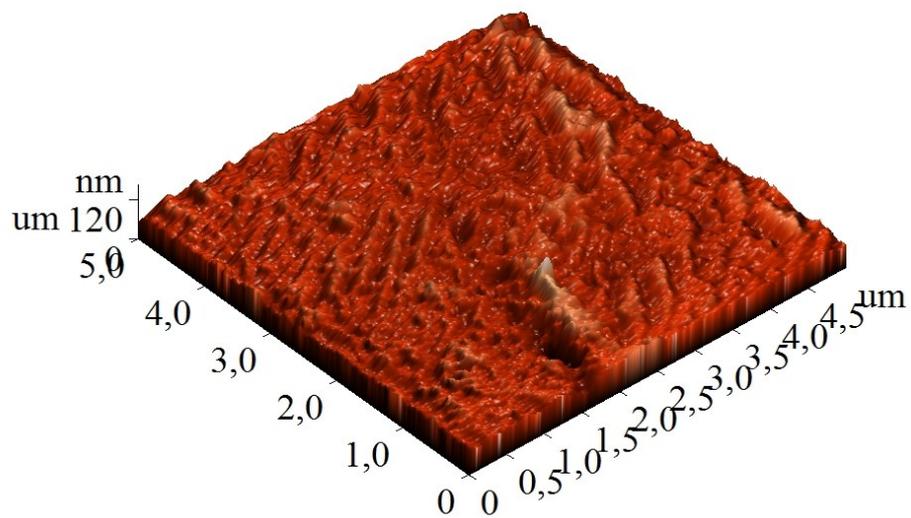


Рисунок 2.29 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца с 3% содержанием нанопорошка размером 5x5 нм в трехмерном изображении

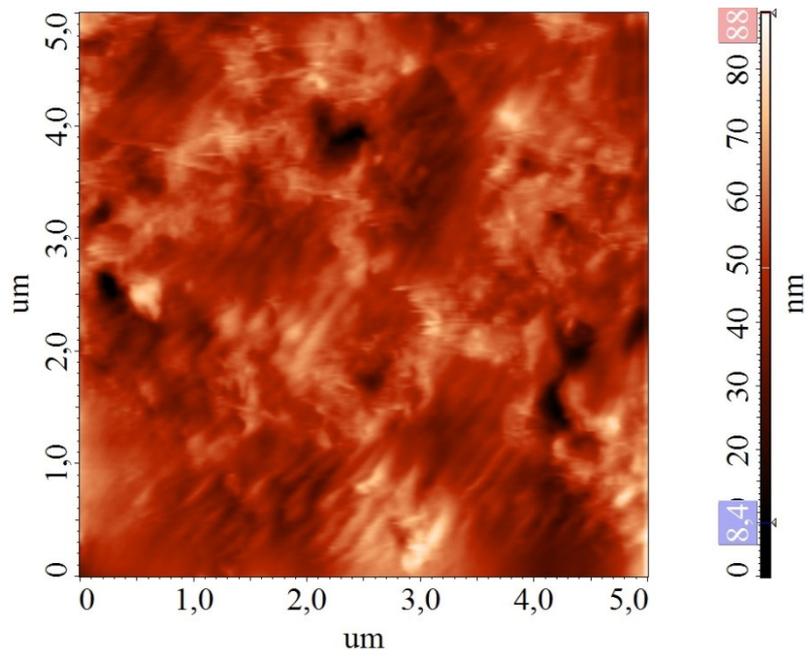


Рисунок 2.30 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца 0,1 S размером 5x5 нм в двухмерном изображении

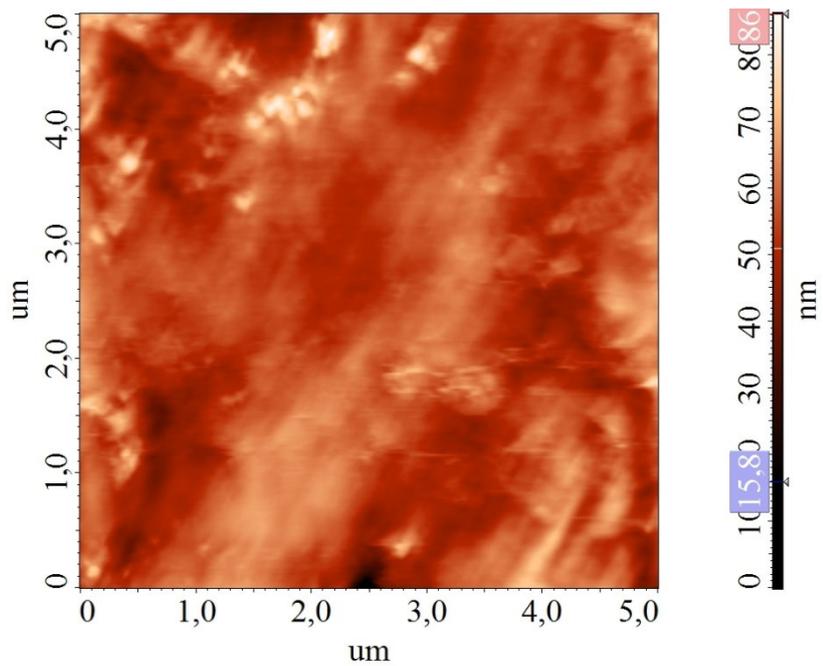


Рисунок 2.31 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца 0,2 S размером 5x5 нм в двухмерном изображении

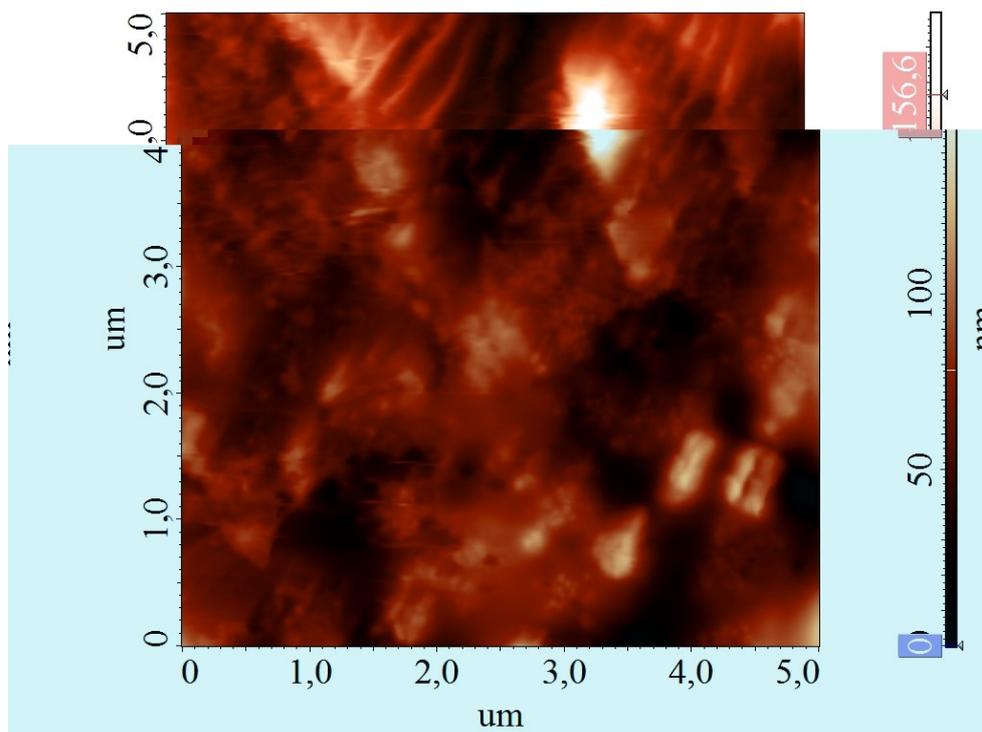


Рисунок 2.32 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца 0,3 S размером 5x5 нм в двухмерном изображении

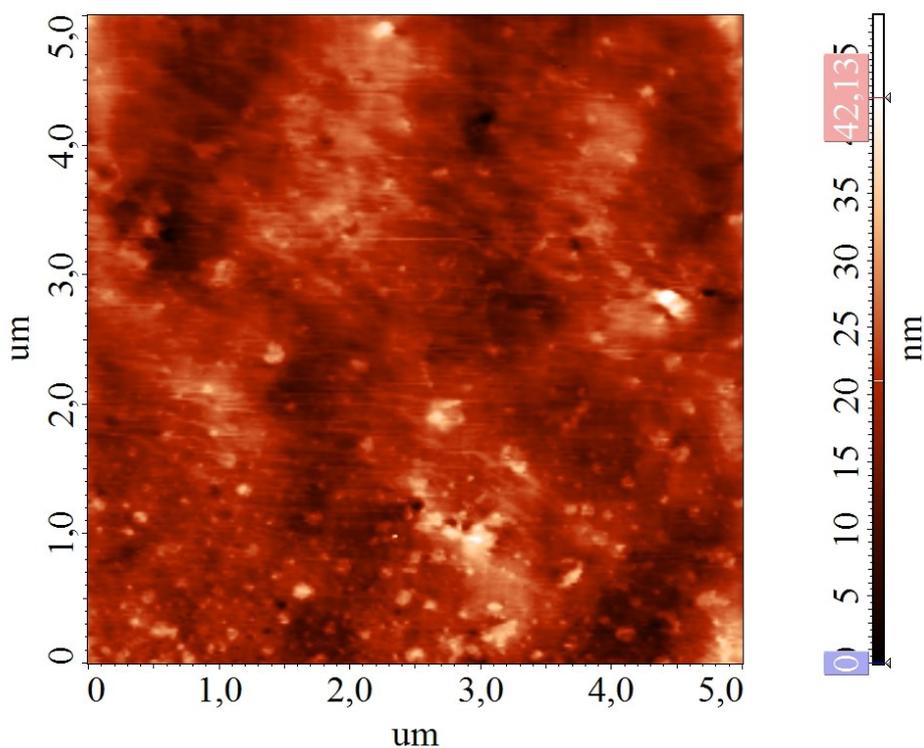


Рисунок 2.33 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца с 2% содержанием нанопорошка размером 5x5 нм в двухмерном изображении

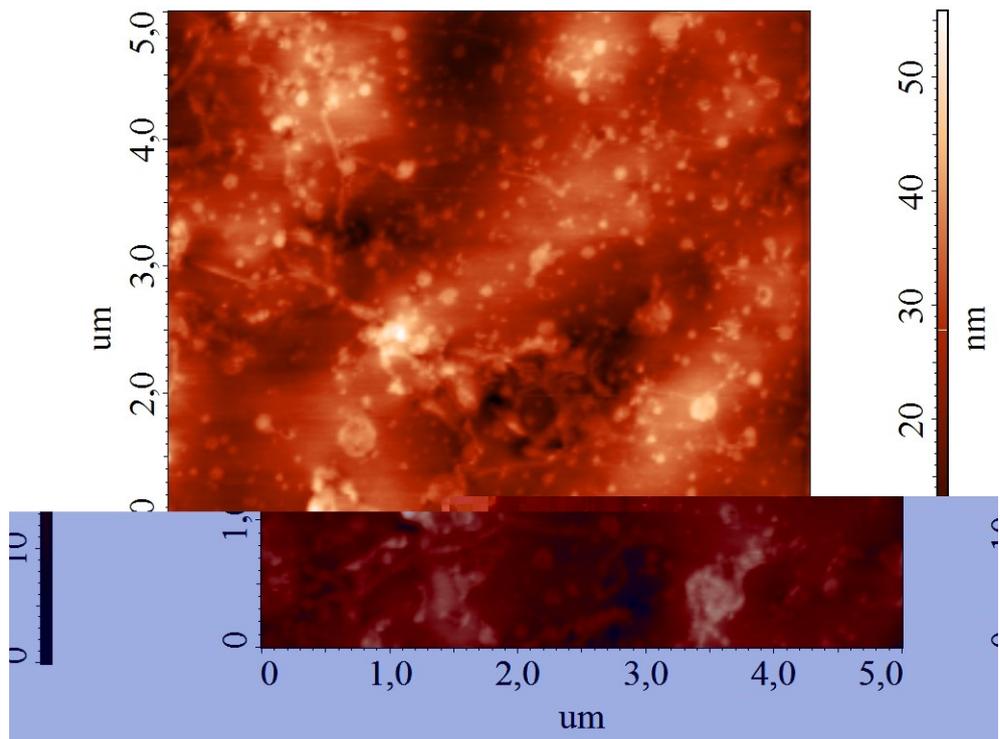


Рисунок 2.34 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца с 2,5% содержанием нанопорошка размером 5x5 нм в двухмерном изображении

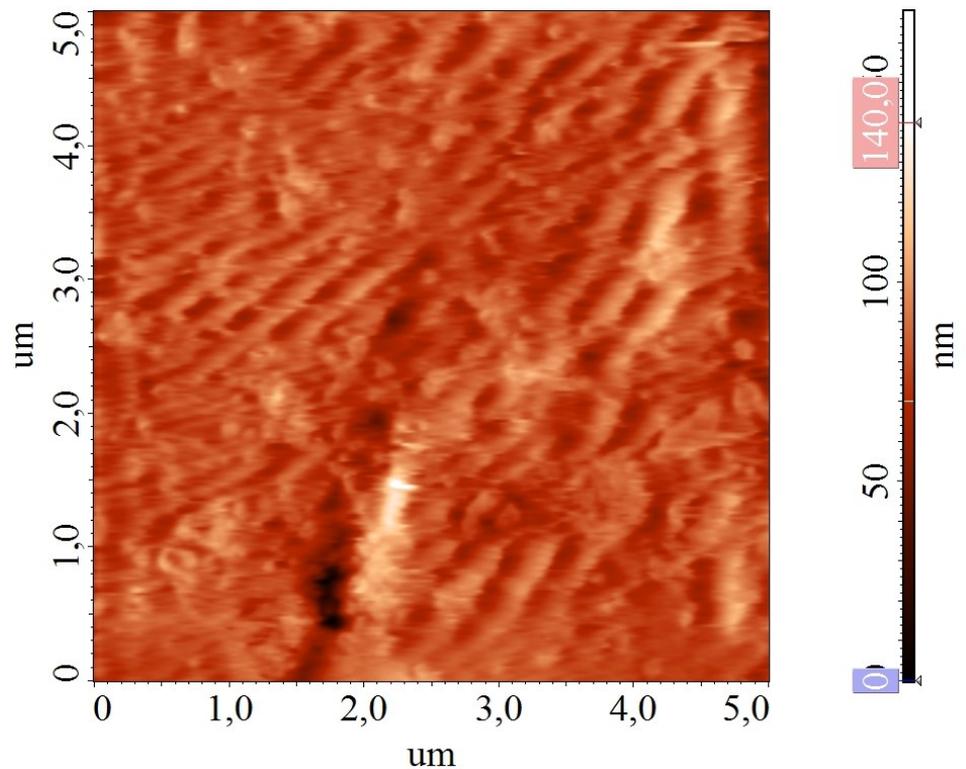


Рисунок 2.35 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца с 3% содержанием нанопорошка размером 5x5 нм в двухмерном изображении

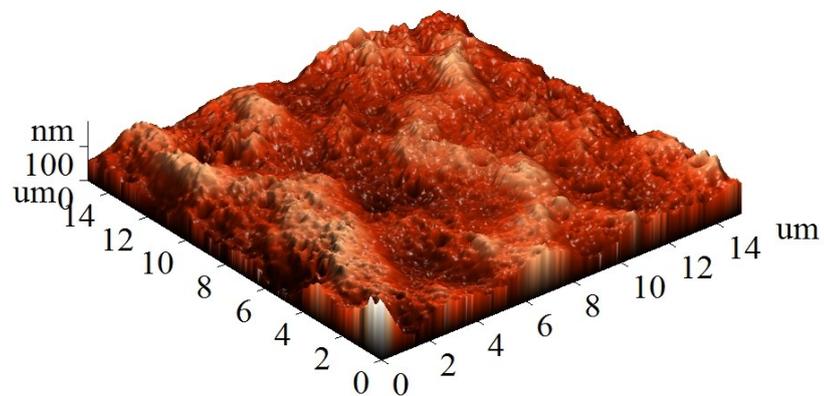


Рисунок 2.36 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца 0,1 S размером 15x15 нм в трехмерном изображении



Рисунок 2.37 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца 0,3 S размером 15x15 нм в трехмерном изображении

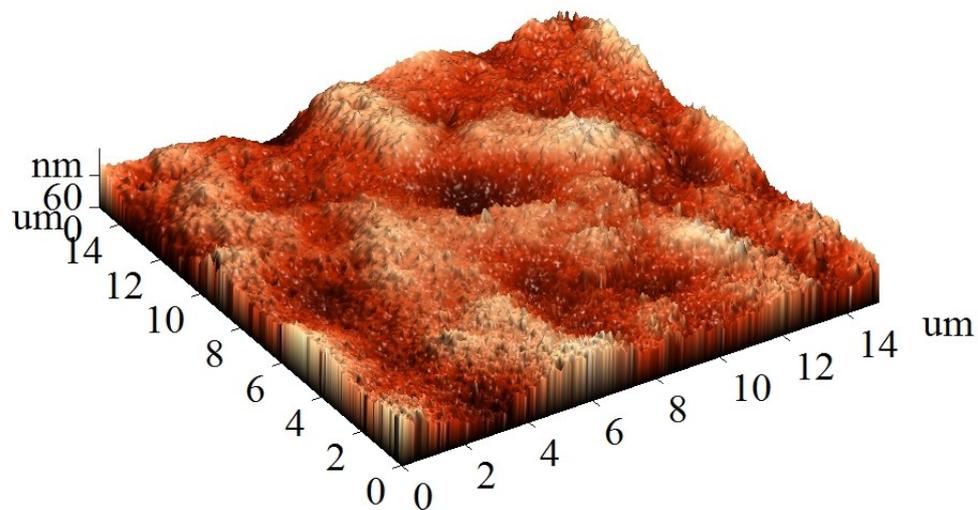


Рисунок 2.38 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца с 2% содержанием нанопорошка размером 15x15 нм в трехмерном изображении

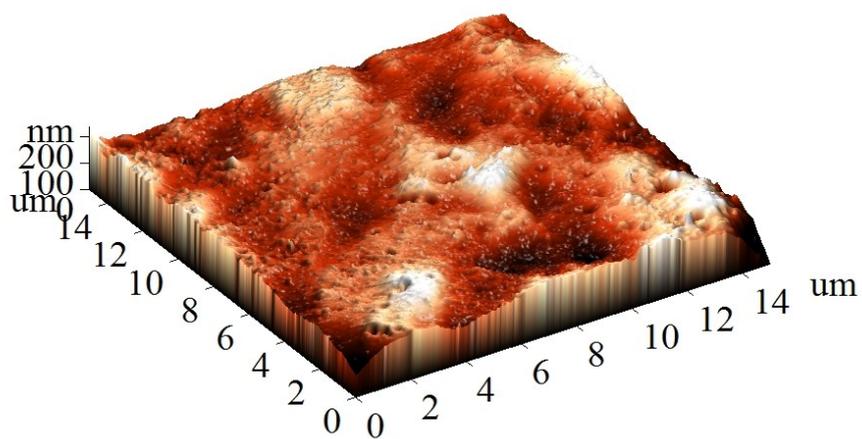


Рисунок 2.39 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца с 2,5% содержанием нанопорошка размером 15x15 нм в трехмерном изображении

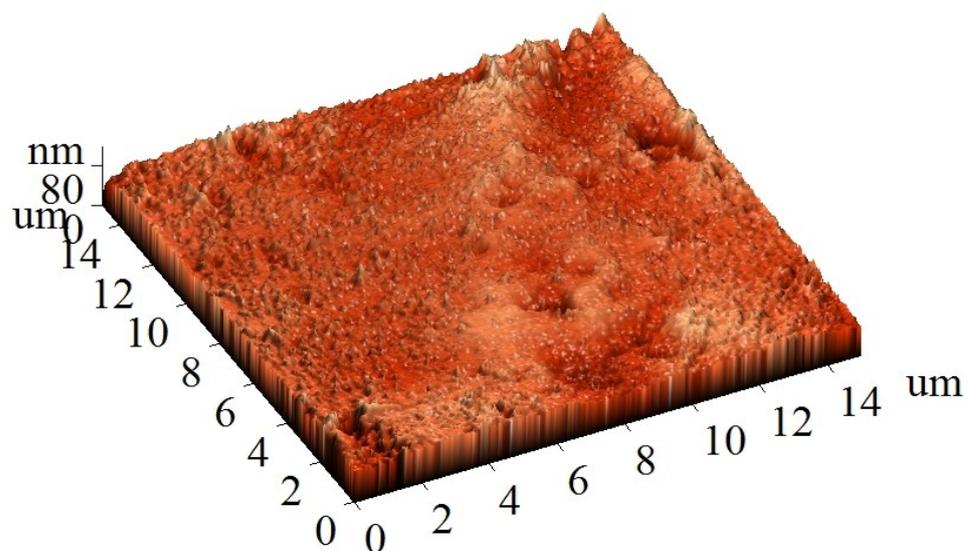


Рисунок 2.40 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца с 3% содержанием нанопорошка размером 15x15 нм в трехмерном изображении

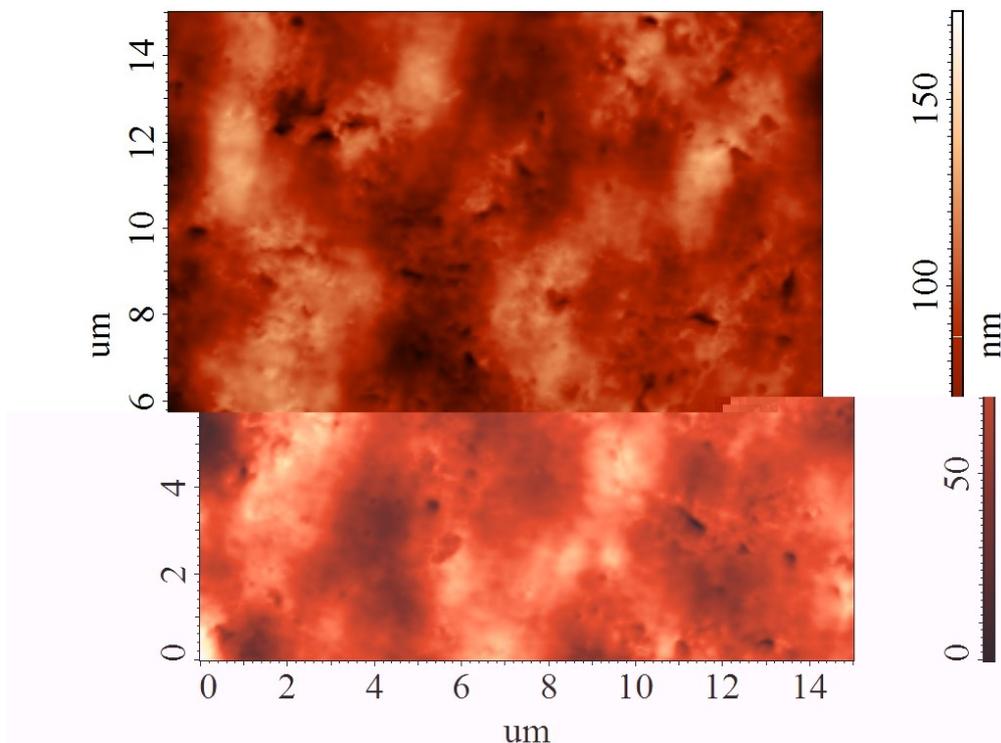


Рисунок 2.41 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца 0,1 S размером 15x15 нм в двухмерном изображении

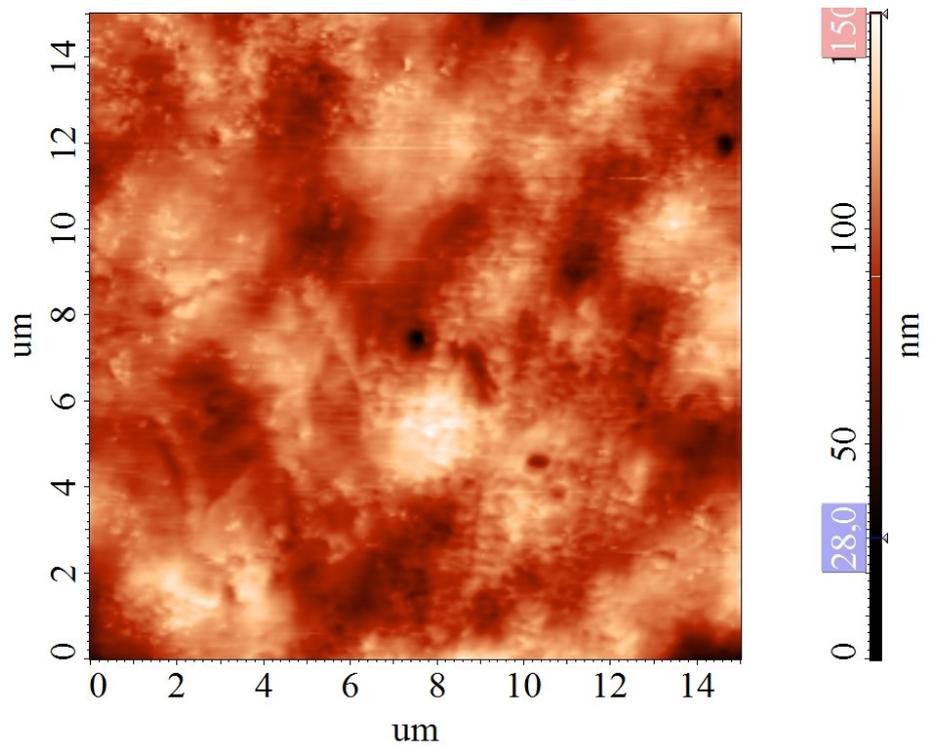


Рисунок 2.42 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца 0,2 S размером 15x15 нм в двухмерном изображении

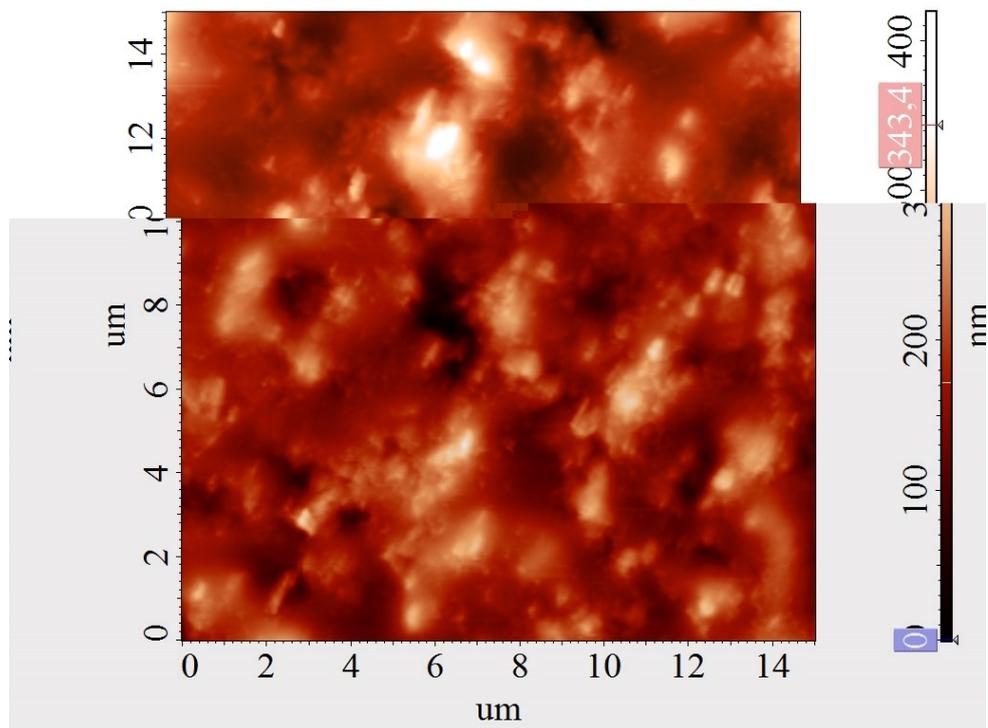


Рисунок 2.43 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца 0,3 S размером 15x15 нм в двухмерном изображении

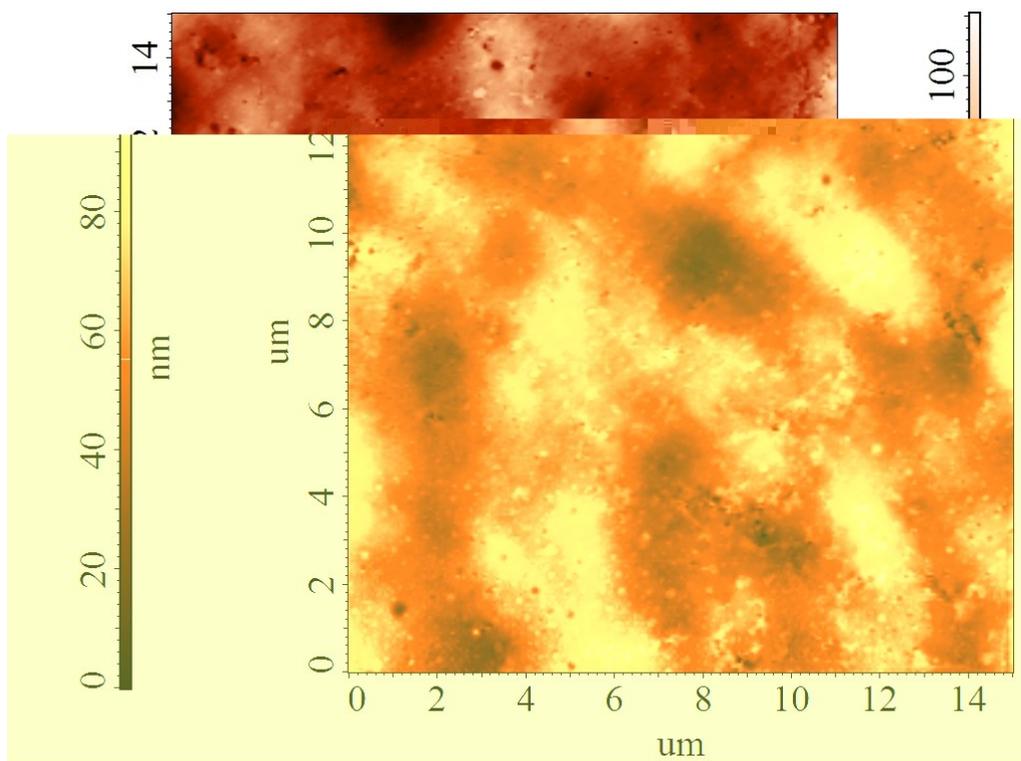


Рисунок 2.44 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца с 2% содержанием нанопорошка размером 15x15 нм в двухмерном изображении

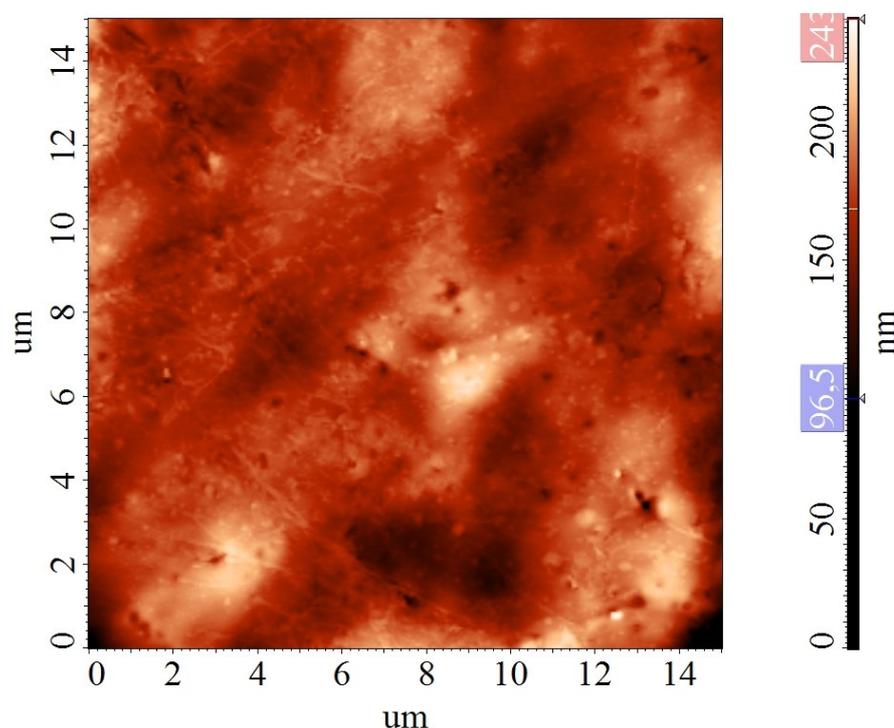


Рисунок 2.45 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца с 2,5% содержанием нанопорошка размером 15x15 нм в двухмерном изображении

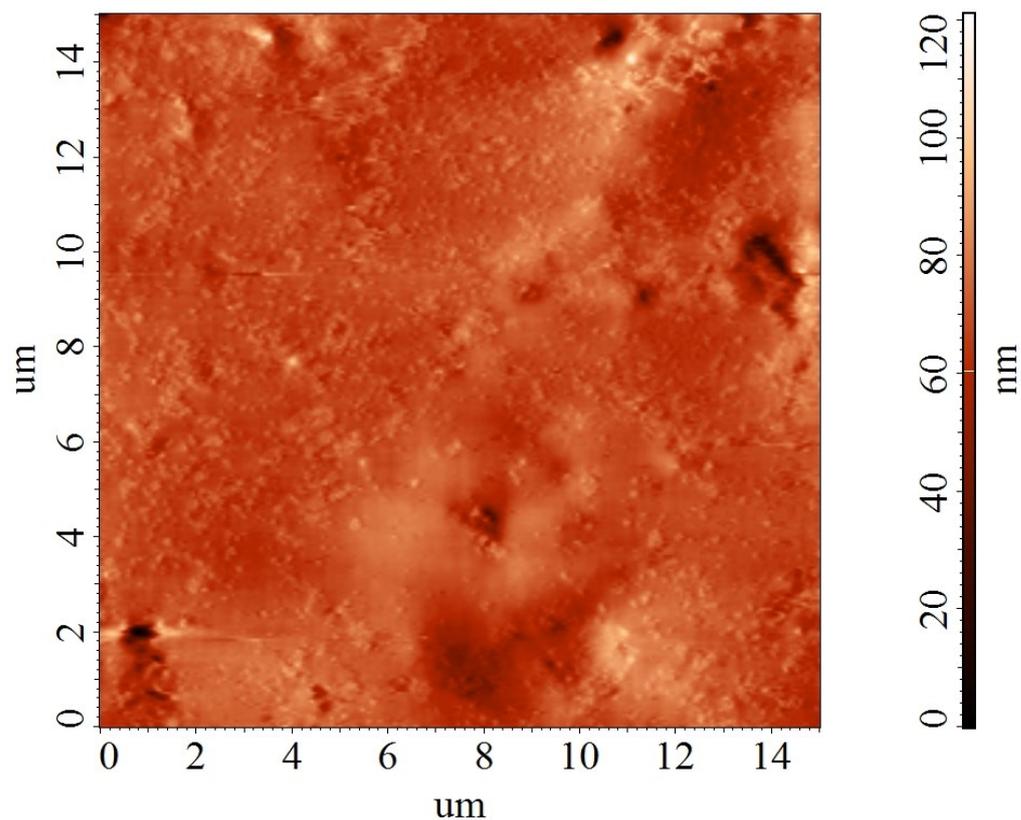


Рисунок 2.46 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца с 3% содержанием нанопорошка размером 15x15 нм в двухмерном изображении

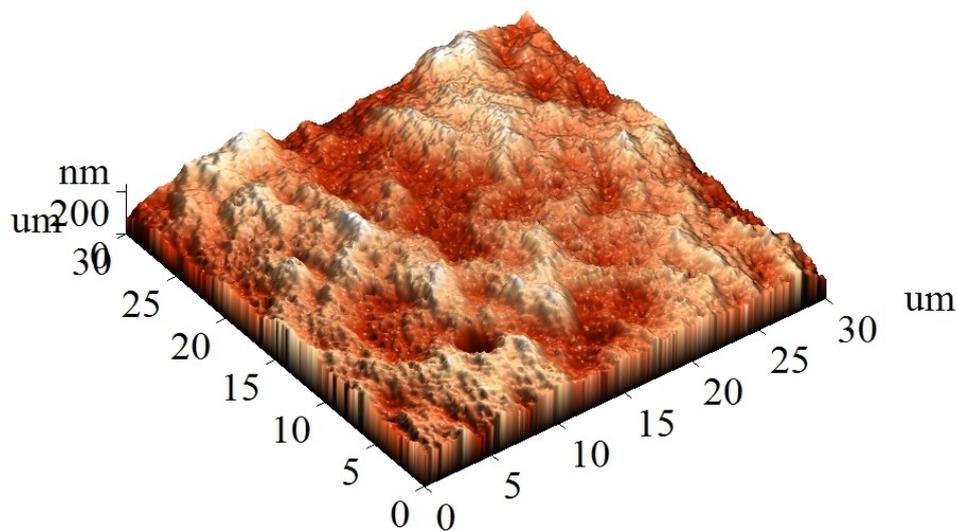


Рисунок 2.47 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца 0,1 S размером 30x30 нм в трехмерном изображении

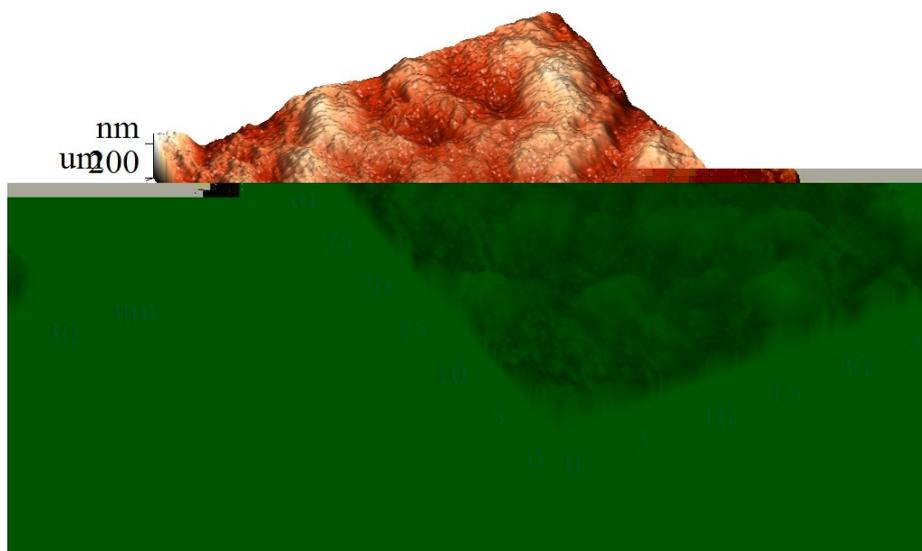


Рисунок 2.48 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца 0,2 S размером 30x30 нм в трехмерном изображении

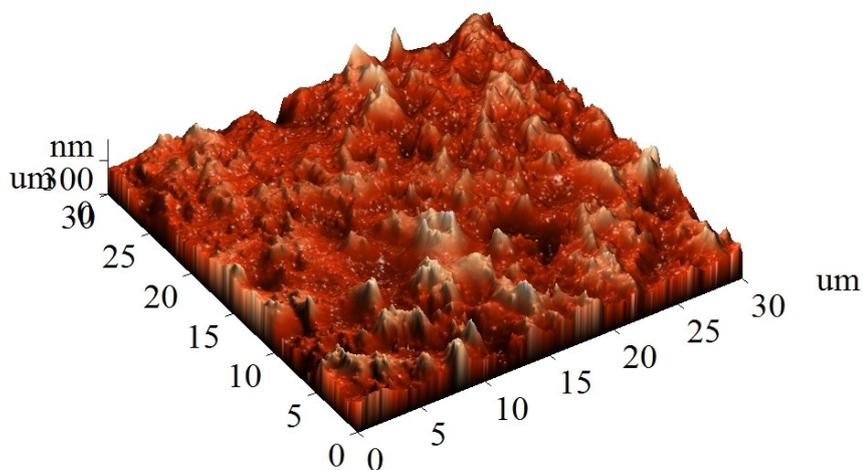


Рисунок 2.49 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца 0,3 S размером 30x30 нм в трехмерном изображении

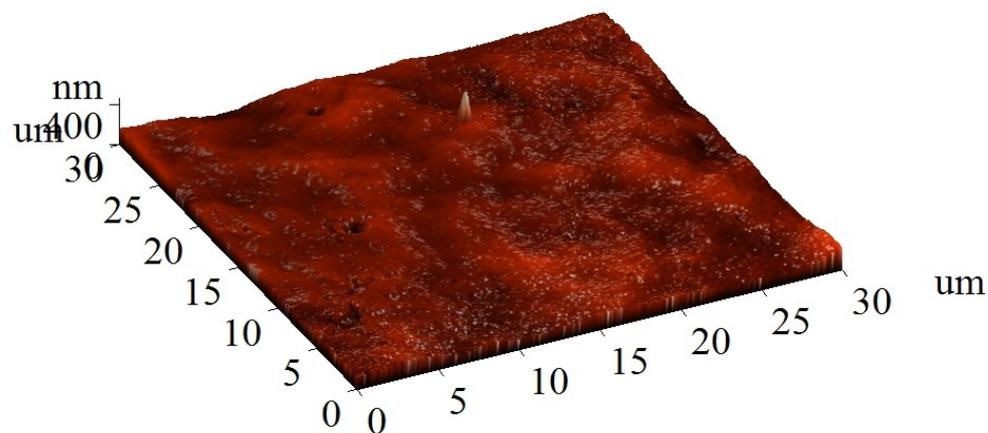


Рисунок 2.50 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца с 2% содержанием нанопорошка размером 30x30 нм в трехмерном изображении

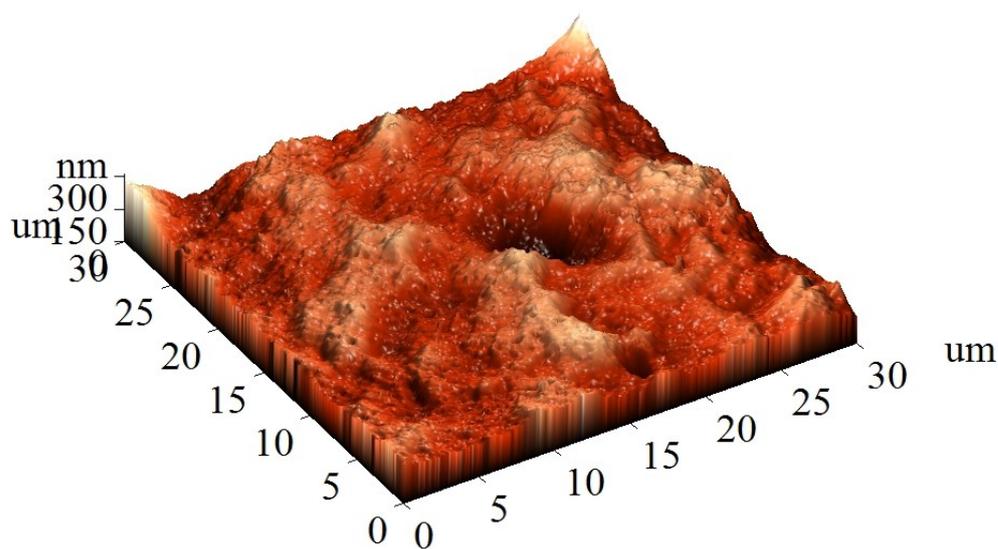


Рисунок 2.51 – Результаты атомно-силовой микроскопии для образца с 2,5% содержанием нанопорошка размером 30x30 нм в трехмерном изображении

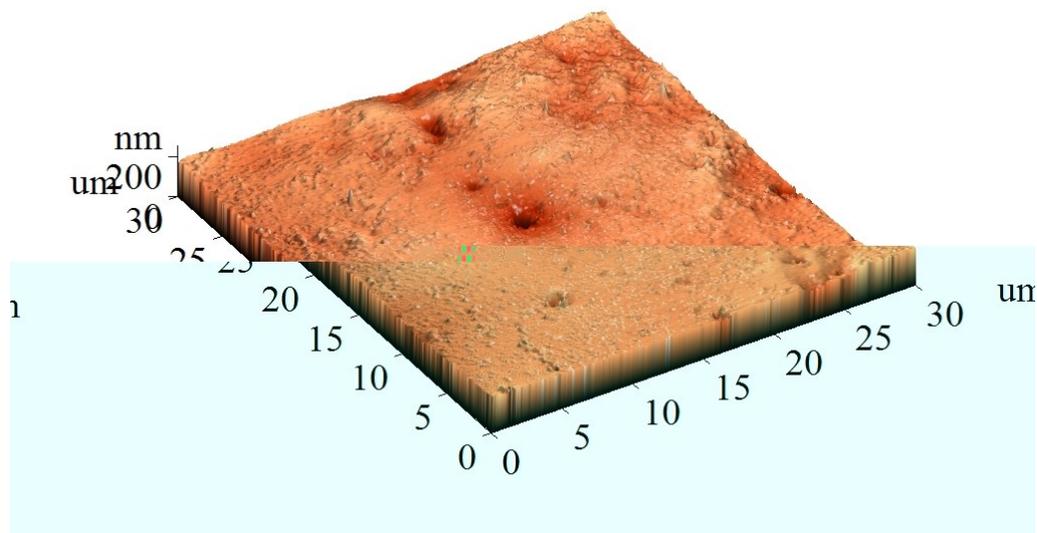


Рисунок 2.52 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца с 3% содержанием нанопорошка размером 30x30 нм в трехмерном изображении

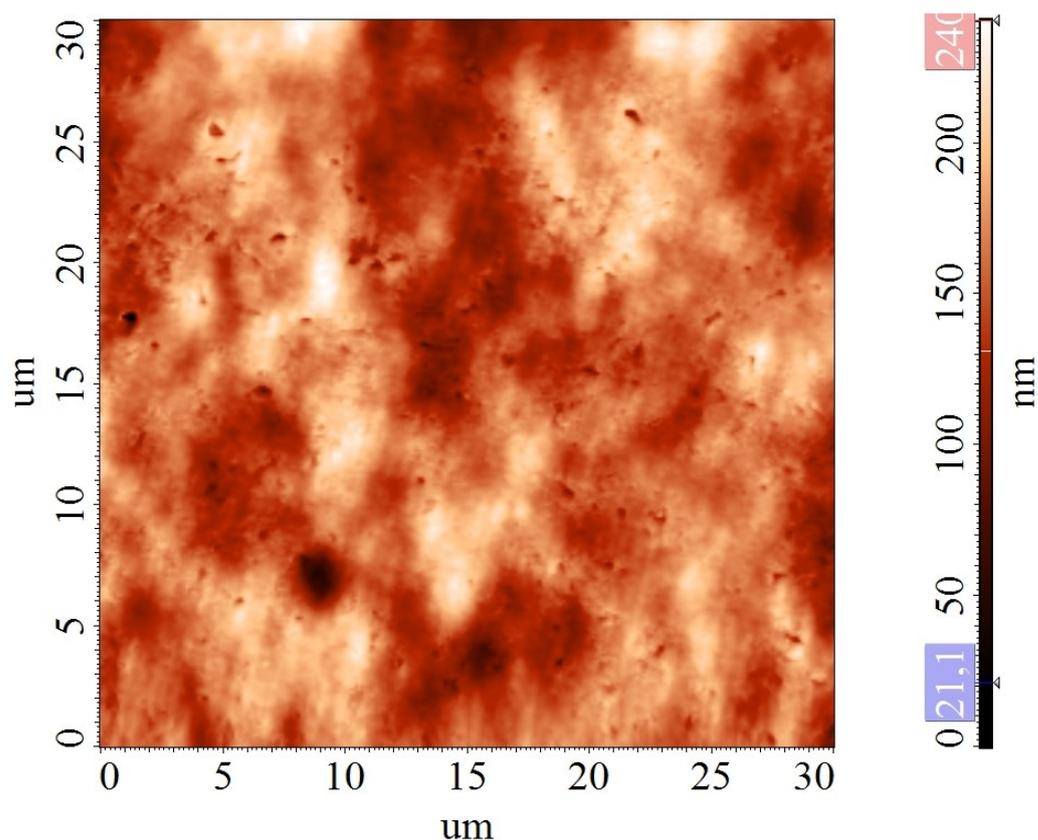


Рисунок 2.53 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца 0,1 S размером 30x30 нм в двухмерном изображении

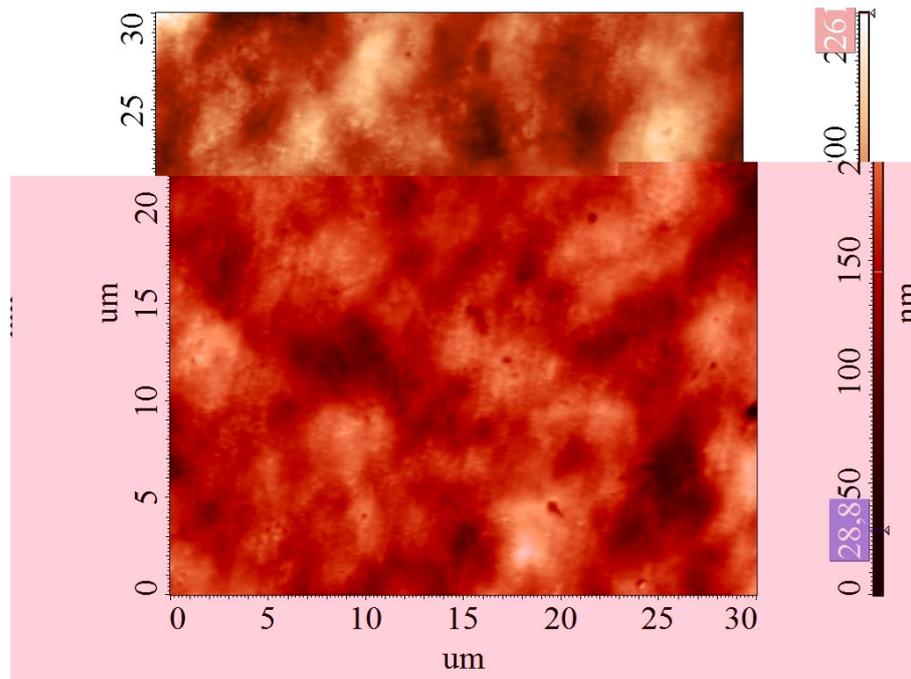


Рисунок 2.54 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца 0,2 S размером 30x30 нм в двухмерном изображении

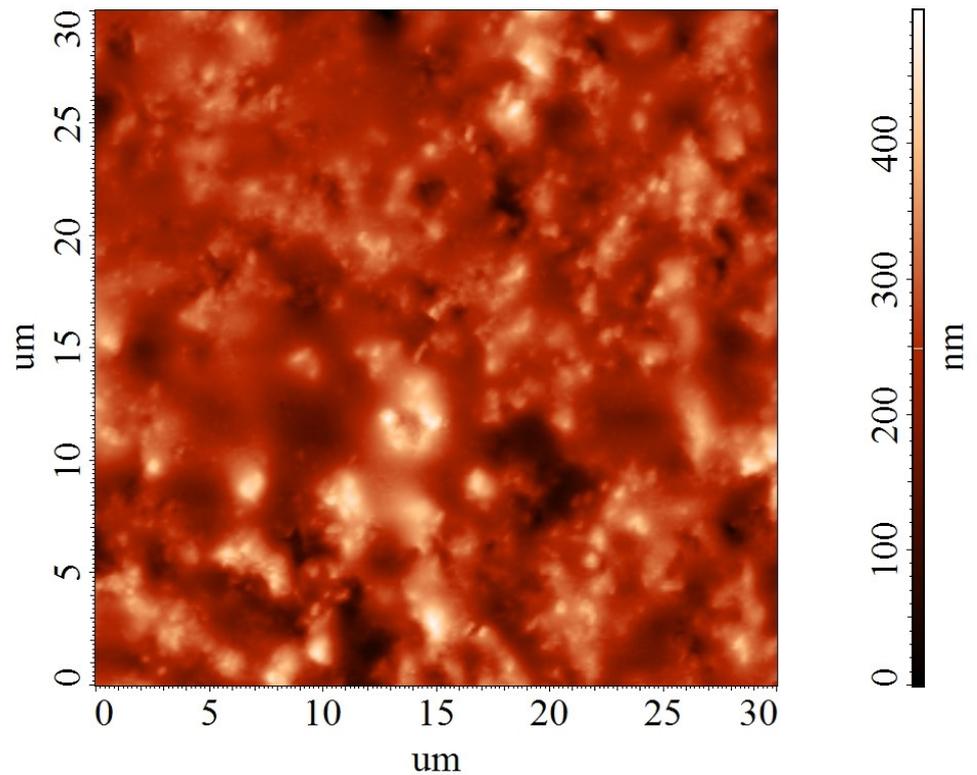


Рисунок 2.55 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца 0,3 S размером 30x30 нм в двухмерном изображении

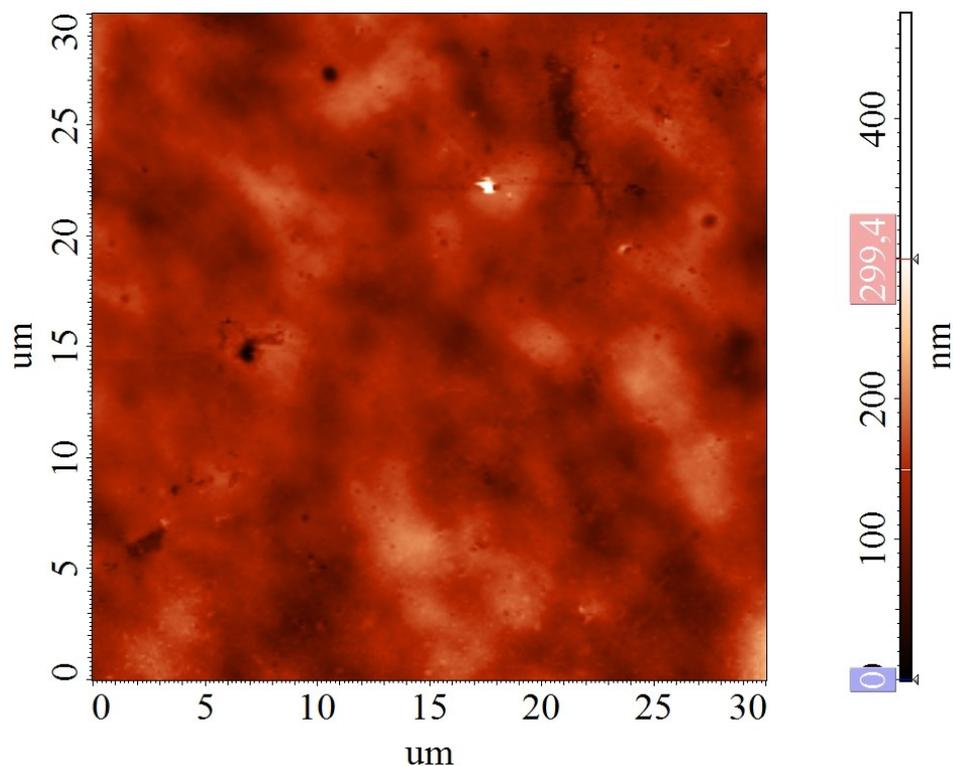


Рисунок 2.56 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца с 2% содержанием нанопорошка размером 30x30 нм в двухмерном изображении

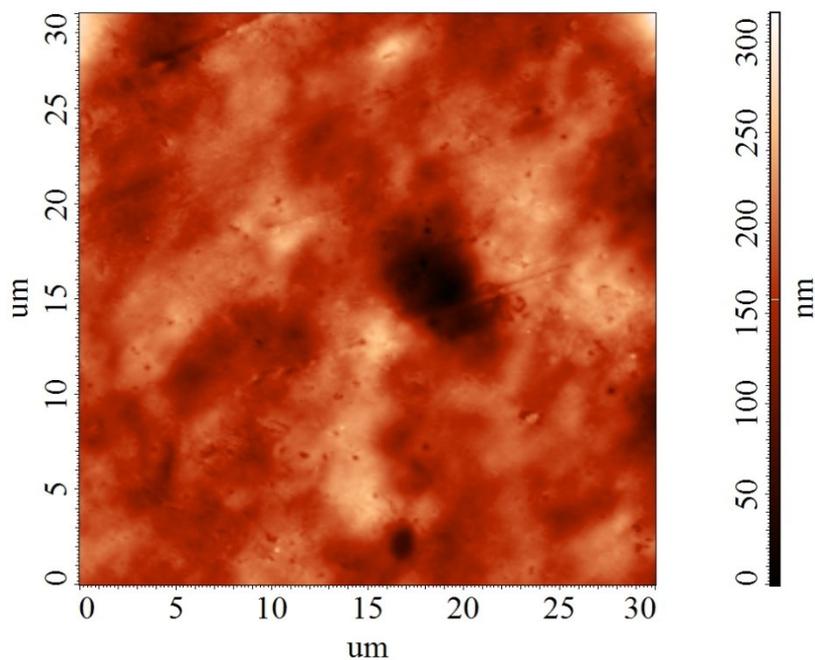


Рисунок 2.57 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца с 2,5% содержанием нанопорошка размером 30x30 нм в двухмерном изображении

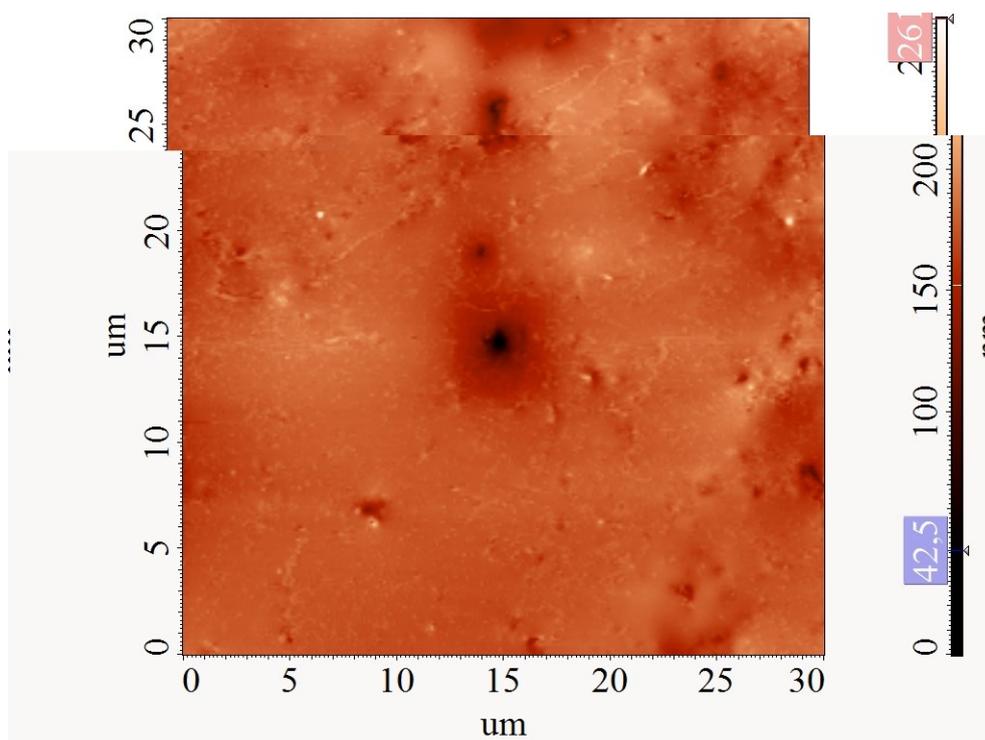


Рисунок 2.58 – Результаты исследования методами атомно-силовой микроскопии для образца с 3% содержанием нанопорошка размером 30x30 нм в двухмерном изображении

Модификация схемы, предложенной в [1-3], использующая пленки рассмотренного выше типа, состоит в следующем.

Светорассеивающие элементы изготавливаются из полимерной пленки, обладающей хорошей адгезией к стеклу (такие пленки используются также при разработке оптических сенсорных панелей и клавиатур нового типа [4-7], в том числе, основанных на возникновении собственных колебаний в пленках на основе термочувствительных полимеров). Непременным требованием к материалу пленки является также обеспечение хорошего оптического контакта между используемыми средами, что также существенно для систем типа.

В пленку целенаправленно вводятся частицы, рассеивающие свет. При выполнении этих условий (рис.2.59) свет, распространяющийся по световоду (2) частично переходит в пленку (3), где он испытывает рассеяние на частицах (4). В результате элемент, нанесенный на стекла за счет собственной адгезии полимера, визуально воспринимается как освещенный, в то время как подводящий световод (2) визуально воспринимается как темный, так как имеет место эффект полного внутреннего отражения.

В качестве рабочего материала использовалось витринное оконное стекло толщиной 5 мм.

Использовались также пленки на основе сополимера бутилметакрилата и 2,6-этилметакрилата, содержащих силикатные наночастицы, синтезируемые по описанной выше методике с оптимизированным выбором метода синтеза и количественных параметров состава.

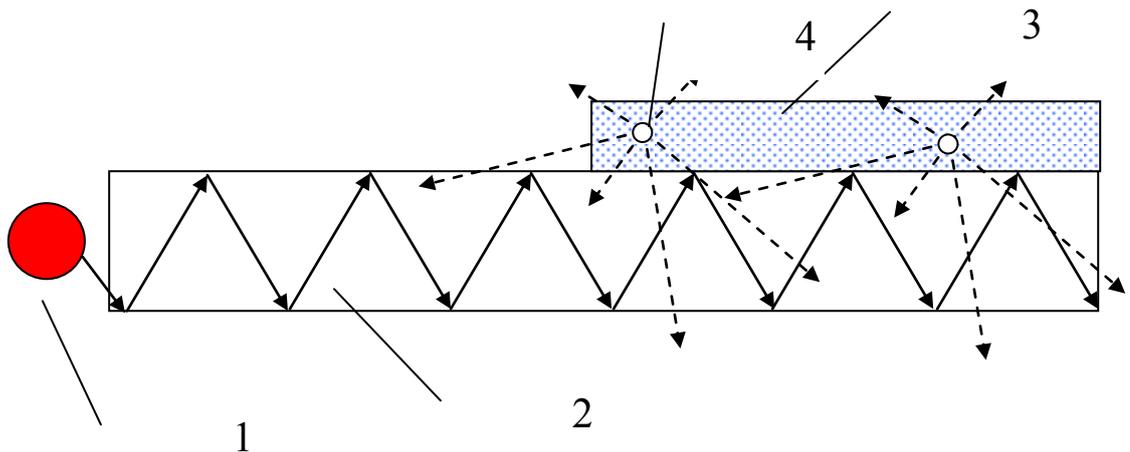


Рисунок 2.59 – Модификация принципа отображения информации при помощи процессов рассеяния света в полимерной пленке, укрепленной на основной световод

Зависимости освещенности системы вида на рисунке 2.59 от координаты (торец пленки приходится на координату 11 мм) для случая пленок с различным содержанием наночастиц представлены на рис.2.60.

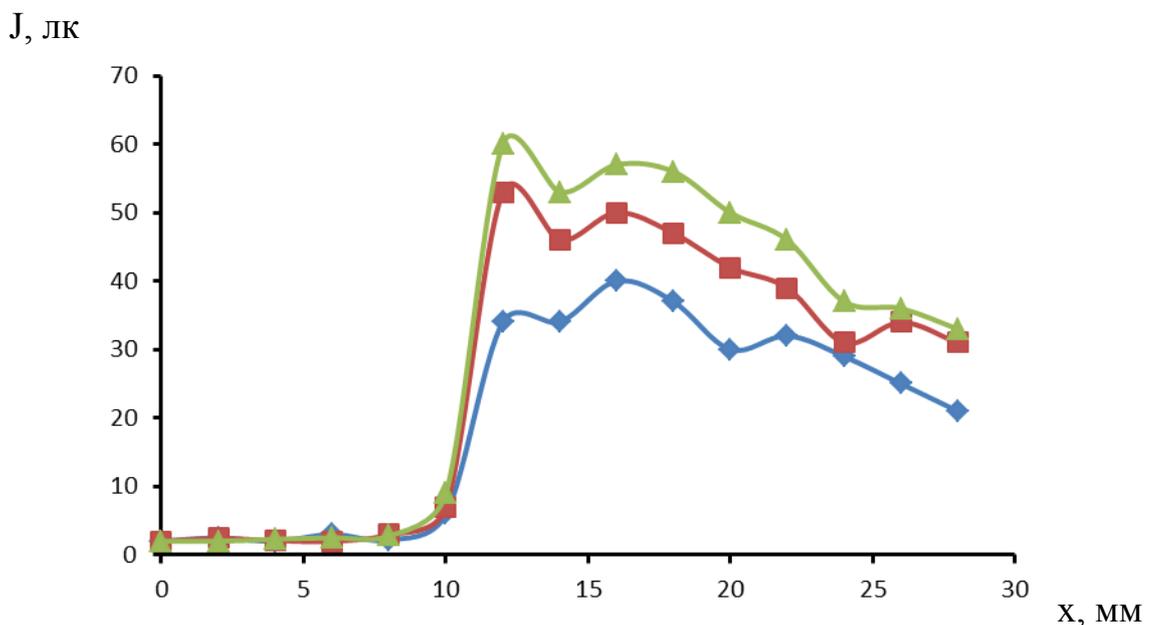


Рисунок 2.60 – Зависимости освещенности системы вида рис.2 от координаты; концентрация наночастиц составляет 0,05, 0,075 и 0,1%

Видно, что повышение концентрации наночастиц приводит к увеличению интенсивности вторичных источников излучения, что говорит об адекватности использованной интерпретации работы системы на рисунке 2.59.

Таким образом, пленки, содержащие иммерсированные наночастицы, действительно представляют собой перспективное средство для создания индикаторных панелей рассматриваемого в работе типа.

Однако их непосредственное внедрение пока ограничивается отсутствием даже опытного производства таких пленок.

Поэтому на первом шаге внедрения представляется целесообразным отработать систему, которая имела бы ту же самую конструкцию, что и для пленок на основе нанотехнологии, но использовала бы более доступные материалы. Такая система рассматривается с следующим разделе настоящей диссертации.

Следует также подчеркнуть, что такой подход к внедрению новых изделий полностью отвечает представлениям об инновационных лестницах и инновационных кластерах [8-11].

### 3 Разработка индикаторной панели на основе эшелетт-элементов

Предваряя описание реально созданной в данной работе индикаторной панели, кратко остановимся на общих соображениях [8,10], которые определили характер используемого подхода к внедрению разрабатываемых систем. Это обстоятельство является важным, в том числе с точки зрения новых подходов к креативному потреблению [11], а также к созданию новых организационных форм, таких как учебно-научные инновационные кластеры, создаваемые в настоящее время в Казахстане [12-14]. Кроме того, анализ, который дается ниже следуя [15], позволяет показать, что используемый в данной работе подход полностью отвечает представлениям о логистике инноваций, в частности, понятию инновационной лестницы [15].

Как отмечается в [8,10] любые изобретения существуют не сами по себе, они являются порождением существующего общего уровня развития науки и техники, поэтому те или иные связи между ними заведомо имеются, другое дело, что часто они носят опосредованный характер и выявить их удастся далеко не всегда. Однако во многих случаях связи прослеживаются вполне отчетливо, особенно если выйти за рамки устаревшей классификации отраслей знания, дисциплин и т.д.

Следовательно, «стартовую позицию», или же существующее положение дел в науке отдельной страны можно охарактеризовать с помощью логистико-инновационной карты.

Этот инструмент, в том числе, позволяет адекватно истолковать понятие инновационной связанности, которое во многом аналогично понятию геополитической связности [15]. А именно, случай, когда области на логистической карте тесно связаны друг с другом, говорит о том, что в данном государстве инновационные процессы носят системный характер, что отвечает высокой инновационной связности. Внедрение отдельного новшества не выпадет из общей картины, для этого не требуется экстраординарных усилий. И наоборот, если на рассматриваемой карте доминируют отдельные, не связанные друг с другом области, то инновационная связанность низка. Государство с низкой инновационной связностью, вкладывая средства в собственные научные исследования, фактически способствует решению научных и технических задач, поставленных другим государством [15]. В особенности это относится к исследованиям фундаментального характера. Действительно, если инновационная связность внутри страны низка, то нарабатываемые преимущества (в частности, связанные с опосредованным использованием результатов работ в области фундаментальных наук) не могут быть использованы в ее пределах. Однако, будучи опубликованными в открытой печати, или растиражированными в иной форме, они становятся «общим достоянием». Принято считать, что достижения фундаментальной науки являются достоянием цивилизации в целом, однако на практике,

указанными преимуществами пользуются государства, создавшие у себя системы, обладающие высокой логистико-инновационной связностью [15].

Таким образом, вопрос о повышении инновационной связности является ключевым для ускоренной модернизации стран СНГ. Поэтому поиск новшеств, которые могут стать ядром инновационного кластера, должен вестись целенаправленно: имеет смысл остановиться на вопросе о критериях выбора новшества, способного стать ядром инновационного кластера.

Общим критерием является возможность последовательного использования данной инновации как минимум в нескольких отраслях промышленности. Именно этот фактор определяет значение того или иного новшества с точки зрения повышения инновационной связности [15]. Кроме того, этот фактор определяет потенциал конкретной инновации с точки зрения работы на перспективу, что наиболее существенно для государств, осуществляющих переход от экономики, полностью ориентированной на добывающие отрасли, к наукоемкой.

Рассмотрим это обстоятельство подробнее. Инновации, как и любой продукт, формируют вполне определенный рынок, пусть и достаточно специфический. Поэтому задачи, возникающие при переходе к экономике, ориентированной на наукоемкие технологии, фактически сводятся к проникновению на международный рынок инноваций. Подчеркнем, что речь идет именно о проникновении на рынок, который во многом уже устоялся, где действует все та же жесткая конкуренция, характерная для любого другого рынка. При этом следует помнить, что, даже осуществляя те или иные мероприятия на своей собственной территории, государство, стремящееся осуществить переход к наукоемкой экономике, все равно тем самым стремится проникнуть на международный рынок инноваций и, следовательно, столкнется с жестким противодействием, принимающим самые разные формы [15].

Поэтому новшество, способное стать ядром инновационного кластера, должно быть в максимальной степени защищенным в части возможности удержания позиций на соответствующем сегменте международного рынка инноваций. При этом юридические методы защиты (получение патентов, лицензий и т.д.) в случае, когда затрагиваются серьезные интересы, очевидно, могут играть только вспомогательную роль. Защита по существу может быть только одна – действия на опережение. А именно, отдельно взятое новшество, не встроенное в систему, достаточно просто перехватить, или подавить, используя достаточно широкий арсенал методов ведения информационной войны в научно-технической сфере. Поэтому инновация обладает ценностью не только и не столько сама по себе, сколько как основа для внедрения последующих новшеств, для дальнейшего развития. Этот тезис, очевидно, находится в полном соответствии с представлениями об общем системном подходе к инновациям.

Таким образом, представления об инновационной связности являются отнюдь не умозрительной конструкцией, а инструментом, позволяющим

оценивать перспективы внедрения тех или иных новшеств. Несколько упрощая можно сказать так. Новшество, обладающее большим потенциалом с точки зрения представлений об инновационной связности, будет «подтягивать» также и внедрение наукоемких технологий в смежных отраслях техники, промышленности и т.д. Это и есть тот «локомотив», о котором много и долго говорят на самых различных уровнях.

Существует еще один критерий для оценки новшества с точки зрения его способности стать ядром инновационного кластера. Это – возможность поэтапного внедрения системы связанных друг с другом изобретений, технологий и т.д., когда каждый последующий шаг отвечает, не просто выполнению отдельного этапа внедренческих работ, но сопровождается созданием мощностей, способных приносить непосредственную прибыль (инновационная лестница). Представляется целесообразным оценивать существо результатов, получаемых в рамках программ фундаментальных исследований именно с указанной точки зрения.

В этом ключе в данной работе вначале предполагается внедрение систем на основе эшелетт-элементов, которые допускают дальнейший безболезненный переход к использованию нанокompозитов, рассмотренных в главе 2.

Система, обеспечивающая ввод света в рассматриваемые элементы показана на рисунке 3.1. При ее реализации использованы данные о характере диаграммы направленности светодиодов, использованных как основной источник оптического излучения (рисунок 3.2).

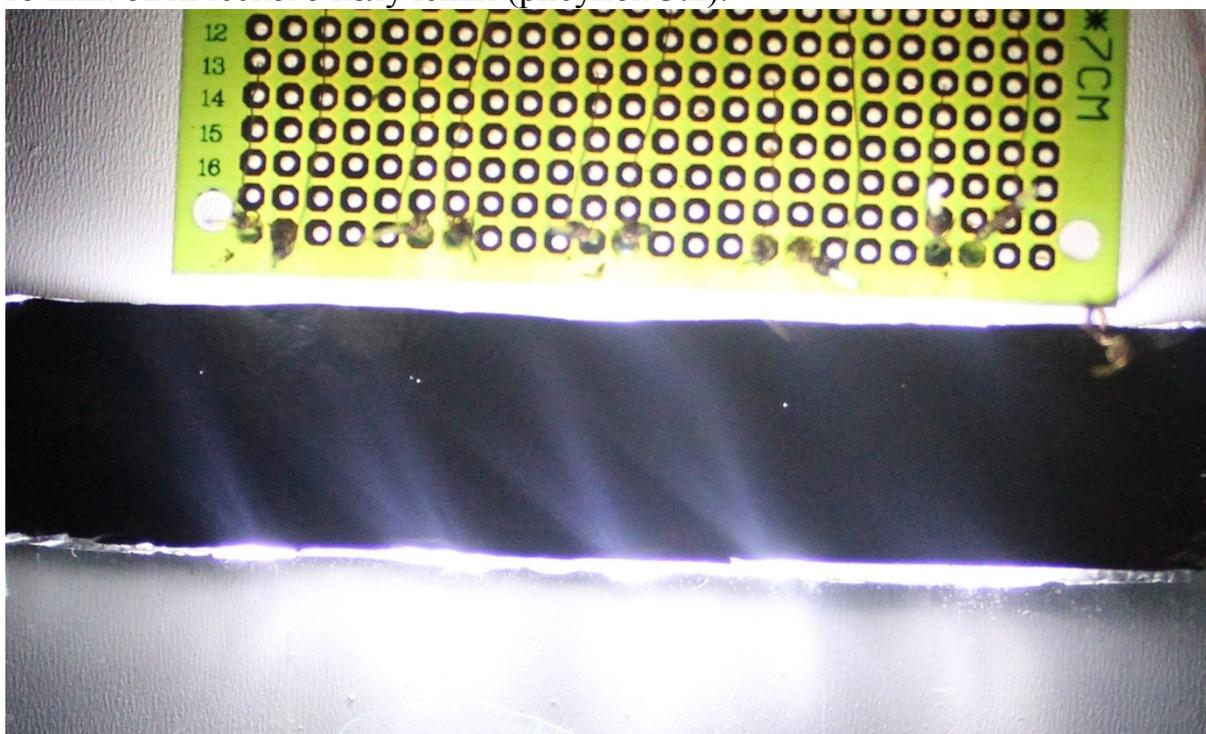


Рисунок 3.1 – Система ввода оптического излучения в индикаторную панель

Система построена на основе эшелетт-элементов, представляющих собой несколько слоев световода, у которых светятся края, причем использование

пилообразной кромки позволяет существенно увеличить интенсивность свечения (рис.3.3). Элементы, представленные на рис.3.3, накладываются друг на друга, совместно формируя трехслойный эшелетт. Чертеж элементов с указанием размеров представлен на рис.3.4, а на рис.3.5 показана фотография используемых элементов в сборке.

Как видно из рис.3.5, светодиоды располагаются в центре элементов, что позволяет ставить вопрос о создании прозрачных в исходном состоянии конструкций, декорированных решетками, в которые монтируются светодиоды и токоведущие провода.

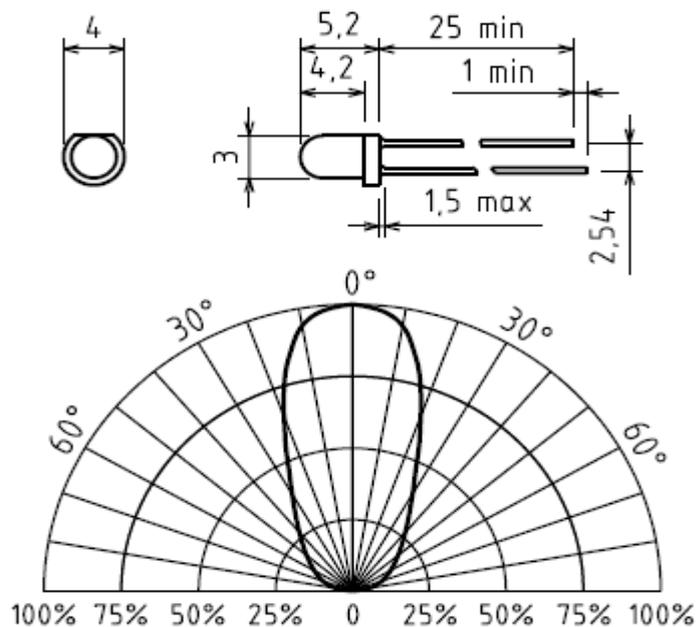


Рисунок 3.2 – Чертеж и диаграммы направленности светодиода

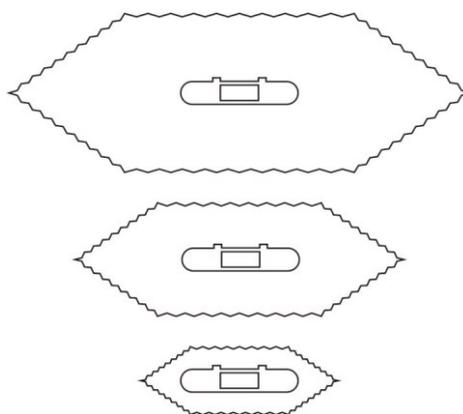


Рисунок 3.3 – Чертеж отдельного сегмента эшелетт-элемента индикаторной панели

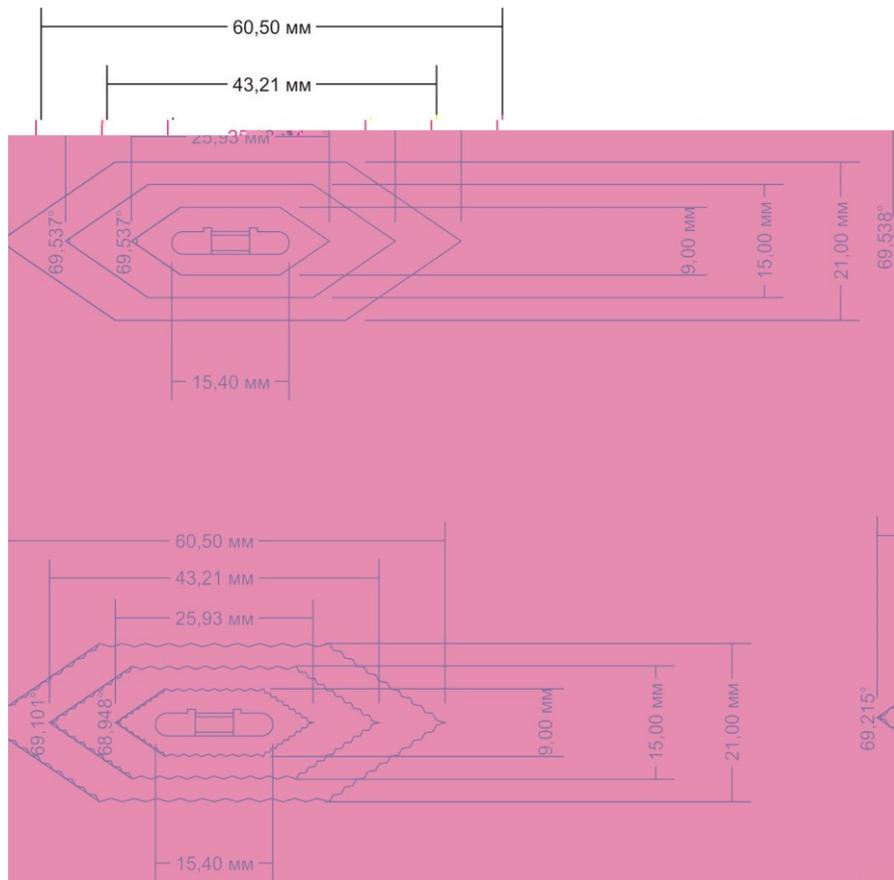


Рисунок 3.4 – Чертеж сегментов индикаторной панели

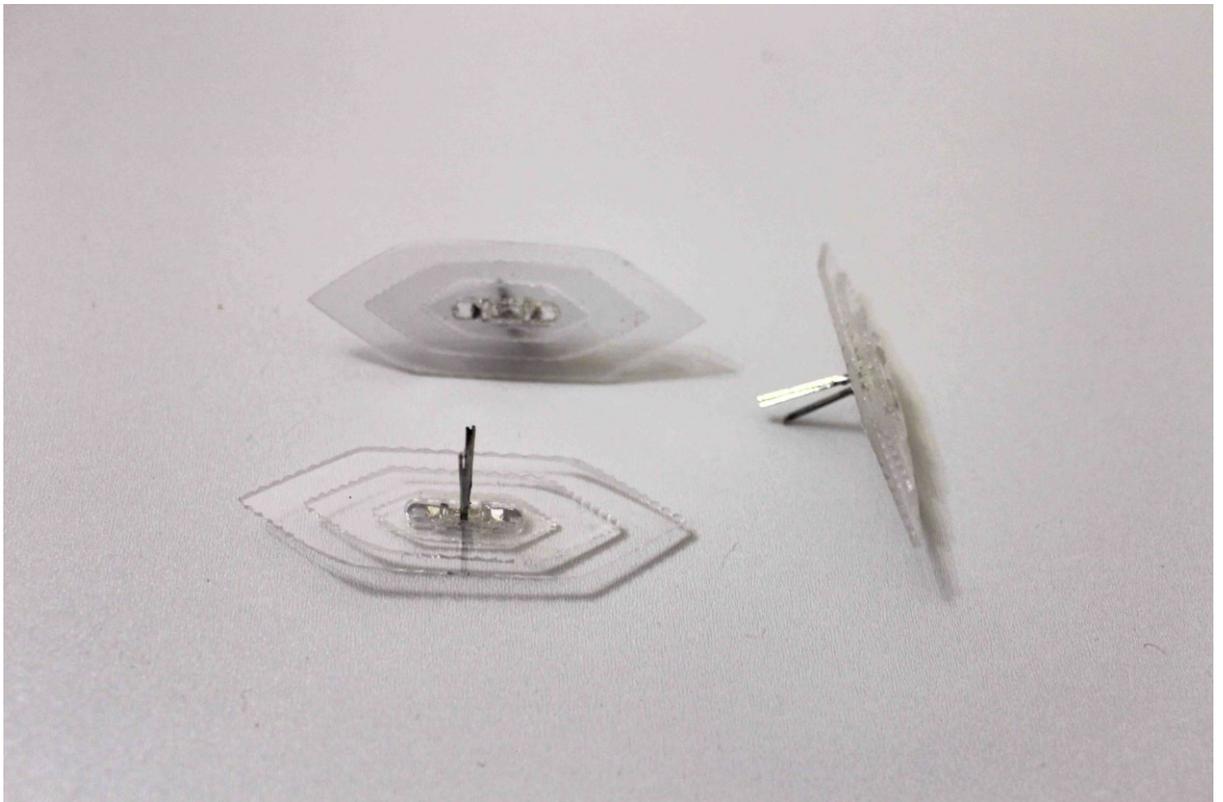


Рисунок 3.5 – Сегменты индикаторной панели

Электронная схема блока управления показана на рисунке 3.6.

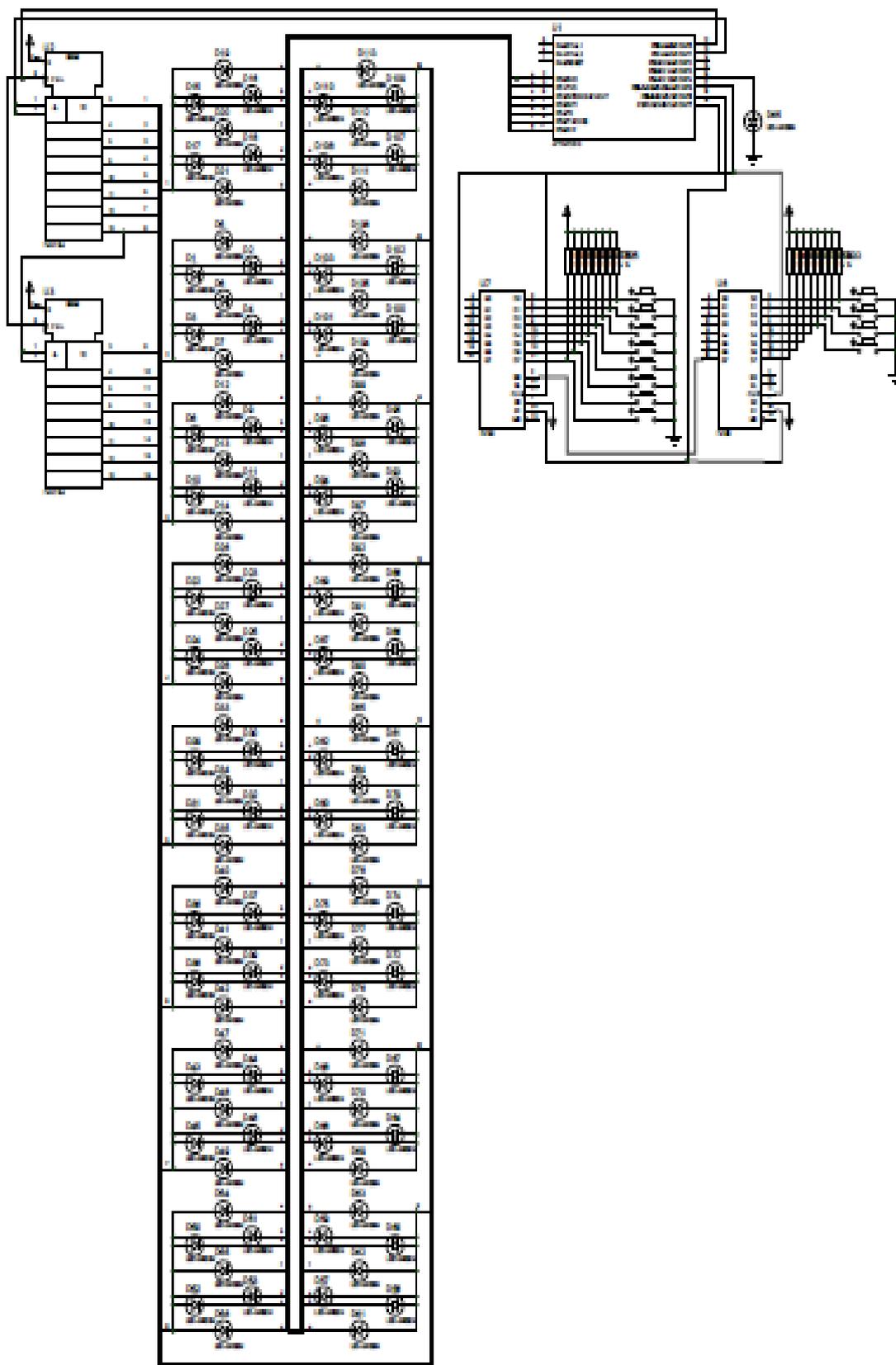


Рисунок 3.6 – Принципиальная схема блока управления

Элементы, показанные на рисунке 3.5, располагаются так, что совместно формируют символ, допускающий индикацию как символов латинского и кириллического алфавитов, а также арабских цифр (рисунок 3.7).

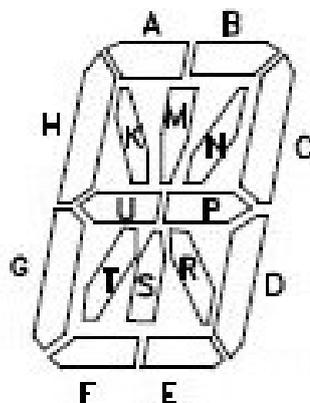


Рисунок 3.7 – Схема 16-сегментного алфавитно-цифрового светодиодного индикатора

Подчеркнем, что в данной работе рассматривается возможность модификации индикаторных систем предложенного типа для высвечивания объемных, а также «танцующих» букв. Это достигается за счет использования нескольких слоев осветительной системы.

Реализация такого подхода требует, в первую очередь, модификации схемы управления, которая могла бы содержать произвольное число элементов в отдельном символе (принцип поблочного наращивания), чему и отвечает схема, показанная на рис.3.6.

Работой устройства управляет микроконтроллер Attiny2313A производства фирмы ATMEL. Напряжение на ячейки подается через транзисторные ключи Q1-Q7 (IRLL014N) и Q8-Q15 (IRFL9014). Индекс L в маркировке транзисторов означает, что они могут управляться уровнями ТТЛ логики.

Затворы транзисторов нижнего плеча (Q1-Q7) подключены непосредственно к выводам микроконтроллера и управляют сегментами цифр дисплея (подключают общий провод схемы). Ключ Q1 – первый сегмент цифр (R1, R8, R15, R22, R29, R36, R43, R50). Ключ Q2 – второй сегмент (R2, R9, R16, R23, R30, R37, R44, R51). И т.д.

Затворы транзисторов верхнего плеча (Q8-Q15) управляются через 8ми битный регистр сдвига с параллельным выходом 74НС164 и подключают элементы дисплея к положительному проводу. Ключ Q8 – первую цифру дисплея, Q9 – вторую и т.д.

Транзисторы Q8-Q15 открываются от низкого уровня на затворе относительно истока; транзисторы Q1-Q7 – от высокого.

Т.о. в разделе инициализации, для закрытия всех ключей, программа контроллера выводит на порт В контроллера низкие уровни, а на выходах регистра – высокие.

В разделе процедур находятся команды вывода цифр на дисплей они запускаются вызовом соответствующей метки. Каждая процедура поочередно подает сигнал на требуемые сегменты через нижние ключи и тут же снимает его. Т.о. в каждый момент времени под напряжением находится не более одной ячейки дисплея. По выходу из процедуры все ключи оказываются закрыты. Благодаря такому подходу схема становится гораздо экономичнее.

Регистр сдвига работает в режиме «бегущая тень», т.е. вначале на всех выходах высокие уровни, потом каждый выход поочередно «опускается», открывая соответствующий ключ и подключая цифру к положительному проводу.

Список последовательности функций для динамического отображения символов хранится в ОЗУ контроллера. При включении питания в ОЗУ загружается адрес начального отображения (в примере использован адрес символа «1») или последний адрес из EEPROM.

Для ввода цифрового кода используется ИК-ПДУ. В опытном образце использовался ПДУ от обычного телевизора.

Сигнал с ИК-ПДУ поступает на специализированный ИК-приемник TSOP и декодируется контроллером. При правильной комбинации шифра оператору разрешается изменение символов на дисплее. При нажатии кнопки с требуемым символом, адрес функции этого символа записывается в ОЗУ контроллера, откуда по ходу программы считывается и отображается на дисплее.

Обработка нажатия кнопки пульта происходит в прерывании основной программы контроллера.

Для управления схемой используется ПДУ с протоколом RC-5.

Протокол передачи данных RC-5 имеет следующий формат, показанный на рис.3.8.

Команды передаются пакетами. Каждый пакет содержит 14 бит:

SB (start bit) - два стартовых бита (всегда равны 1)

TB (toggle bit) - управляющий бит. Используется как признак нового нажатия. (Если удерживать кнопку пульта нажатой, то в первом пакете этот бит будет равен 1, а в последующих 0).

S4, S3, S2, S1, S0 (system bits) - пять битов адреса, определяющих номер системы, для которой данный пакет предназначен.

C5, C4, C3, C2, C1, C0 (command bits) - собственно биты, кодирующие определенную команду.

Биты кодируются манчестерским кодом.

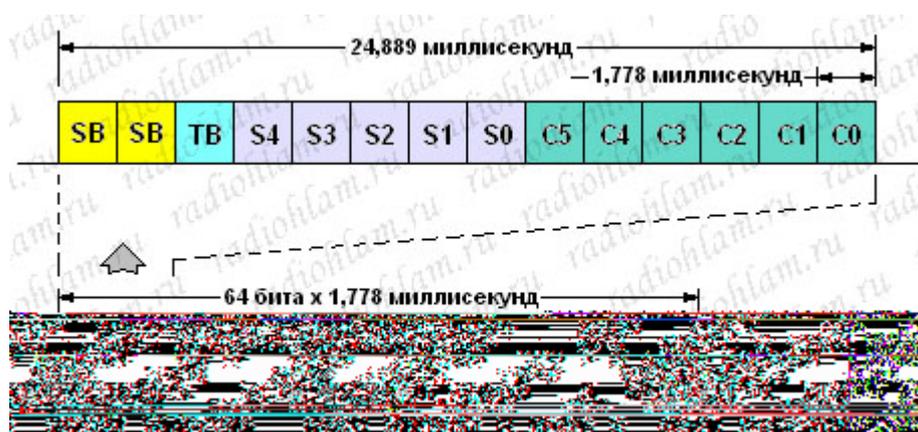


Рисунок 3.8 – Формат используемого протокола передачи данных

Длина одного пакета составляет 24,889 миллисекунд. Минимальная пауза между пакетами равна по длине 50 битам (88,889 миллисекунд).

Программа для микроконтроллера написана на языке ассемблер и адаптирована под контроллер ATtiny2313A.

Преимуществом данной схемы по сравнению с собранными ранее является возможность поблочного наращивания числа элементов, обеспечивающих высвечивание «объемного» символа. Конкретное воплощение данной схемы показано на фотографиях, рис. 3.9 – 3.15.

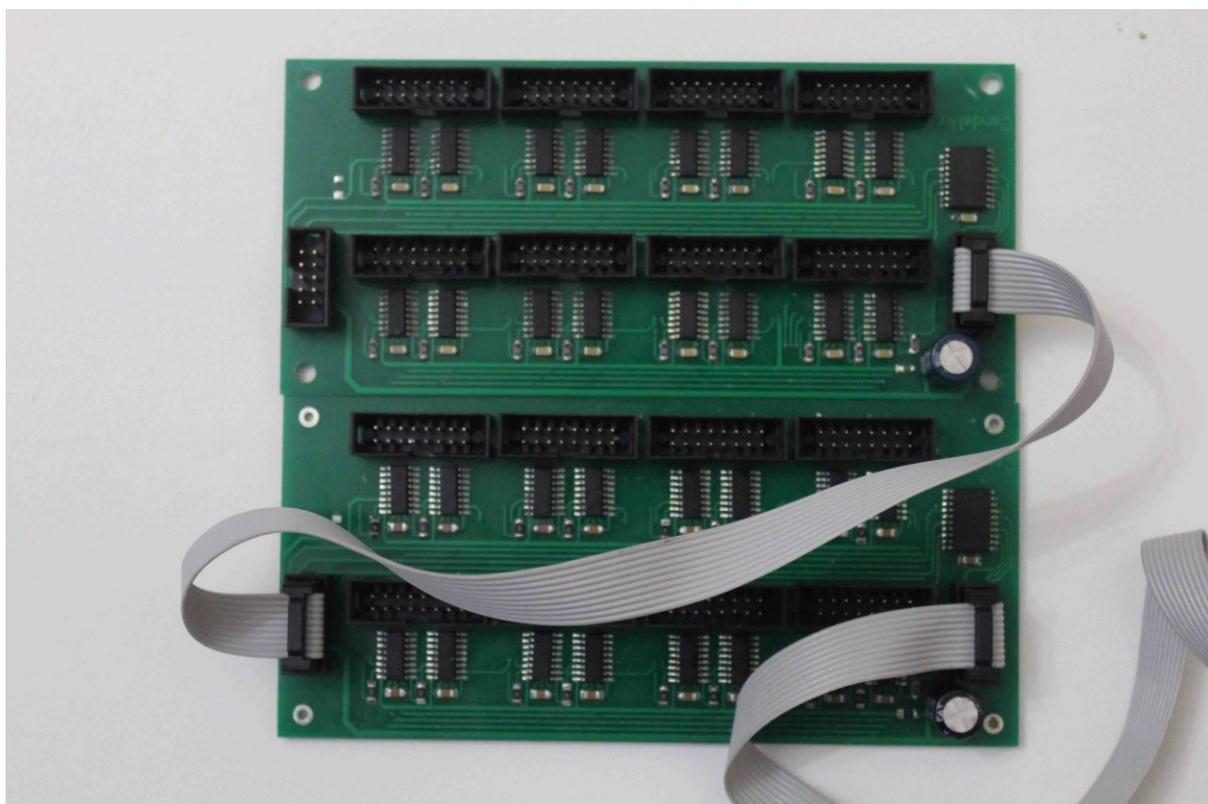


Рисунок 3.9 – Печатная плата с разъемами для 16 символов индикаторной панели

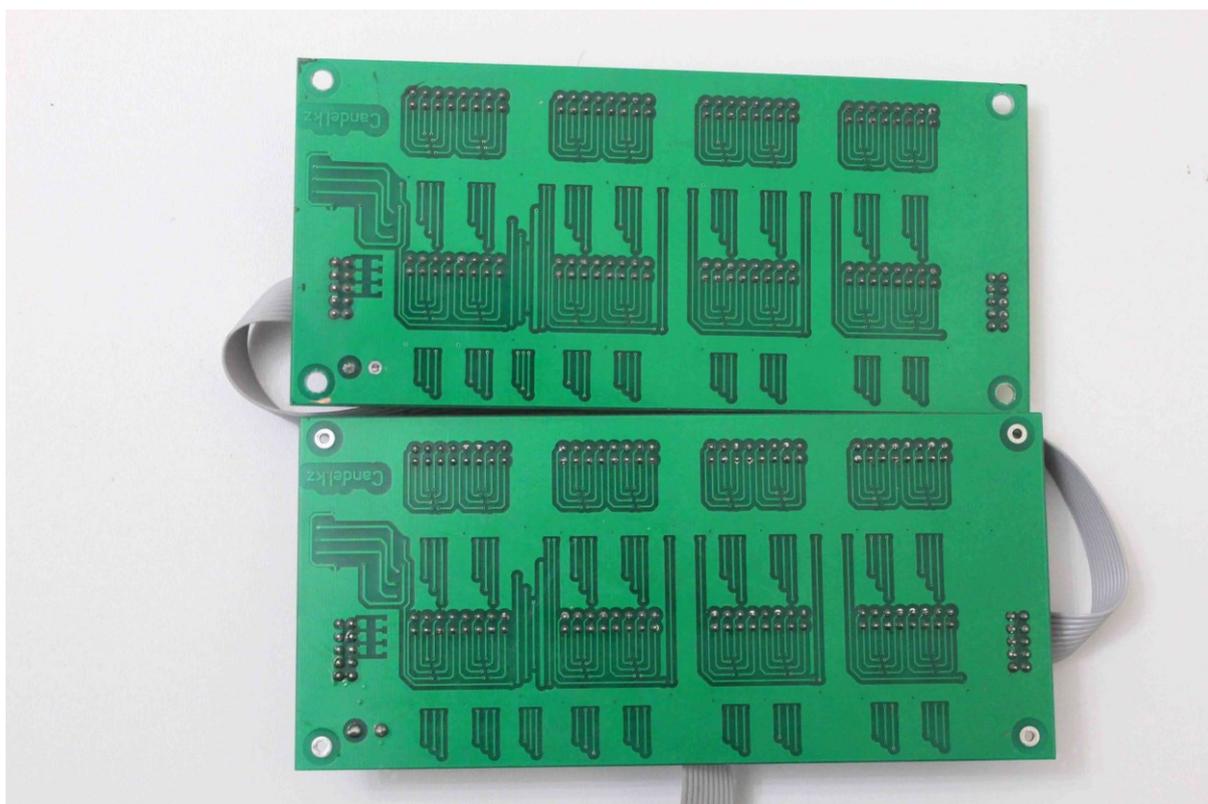


Рисунок 3.10 – Обратная сторона печатной платы

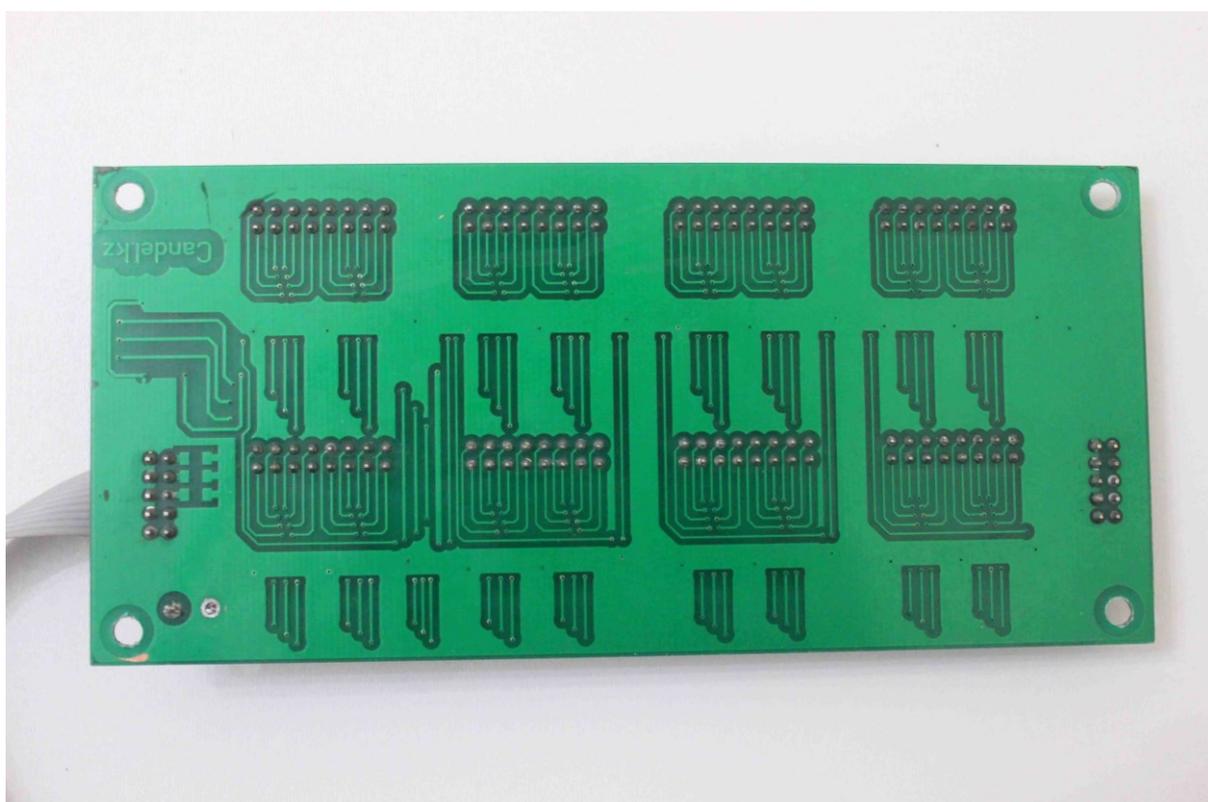


Рисунок 3.11 – Обратная сторона печатной платы

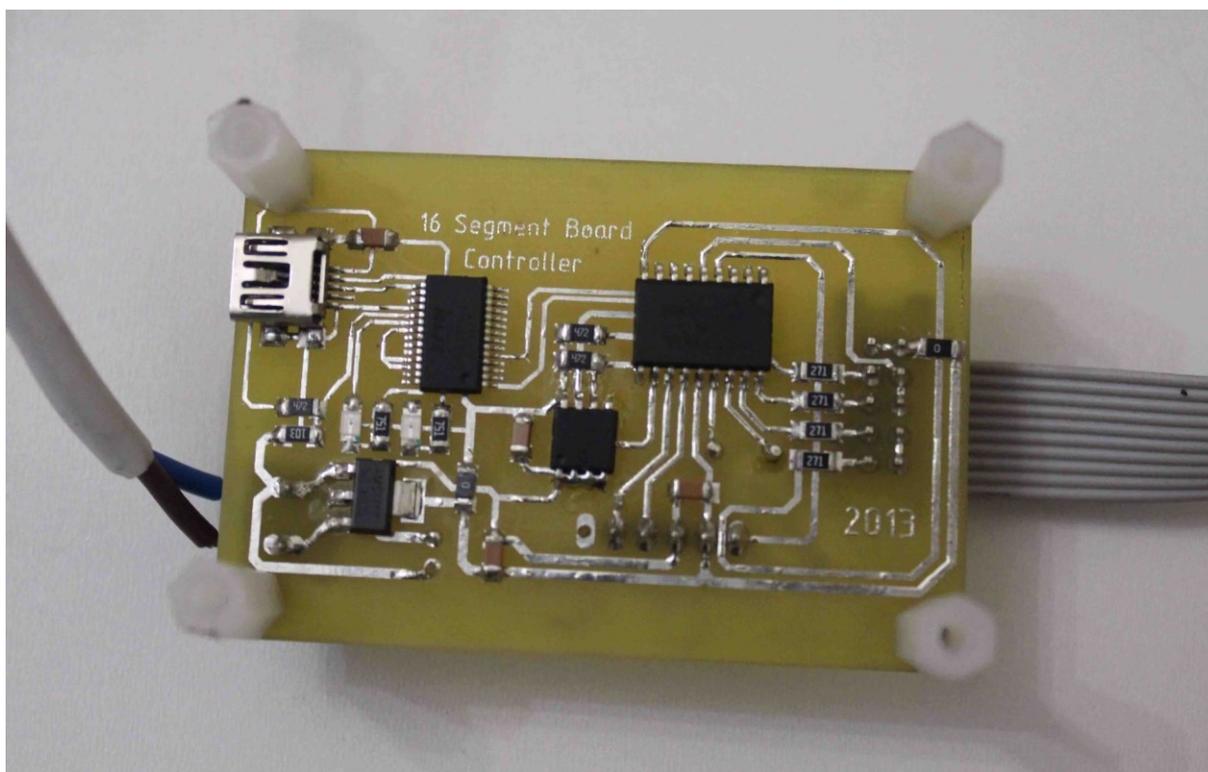


Рисунок 3.12 – Блок управления индикаторной панели

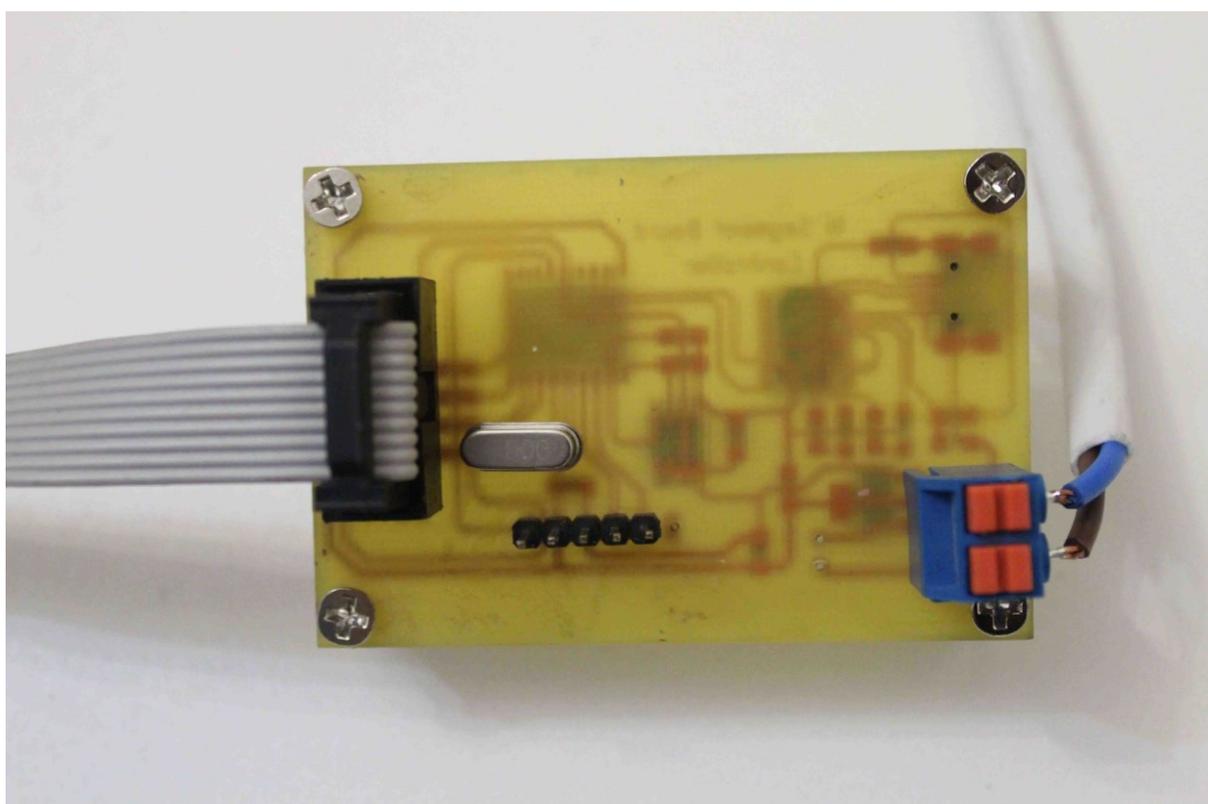


Рисунок 3.13 – Блок управления индикаторной панели, обратная сторона

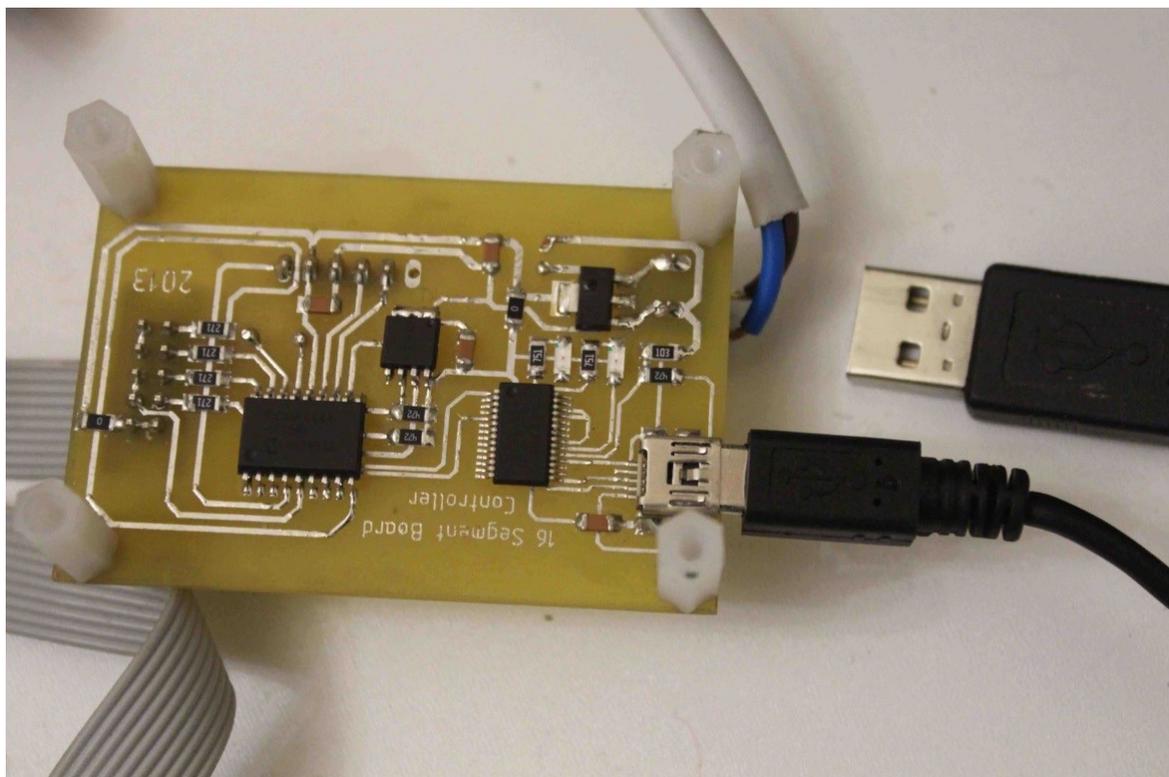


Рисунок 3.14 – Подключение Mini-USB кабеля к блоку управления

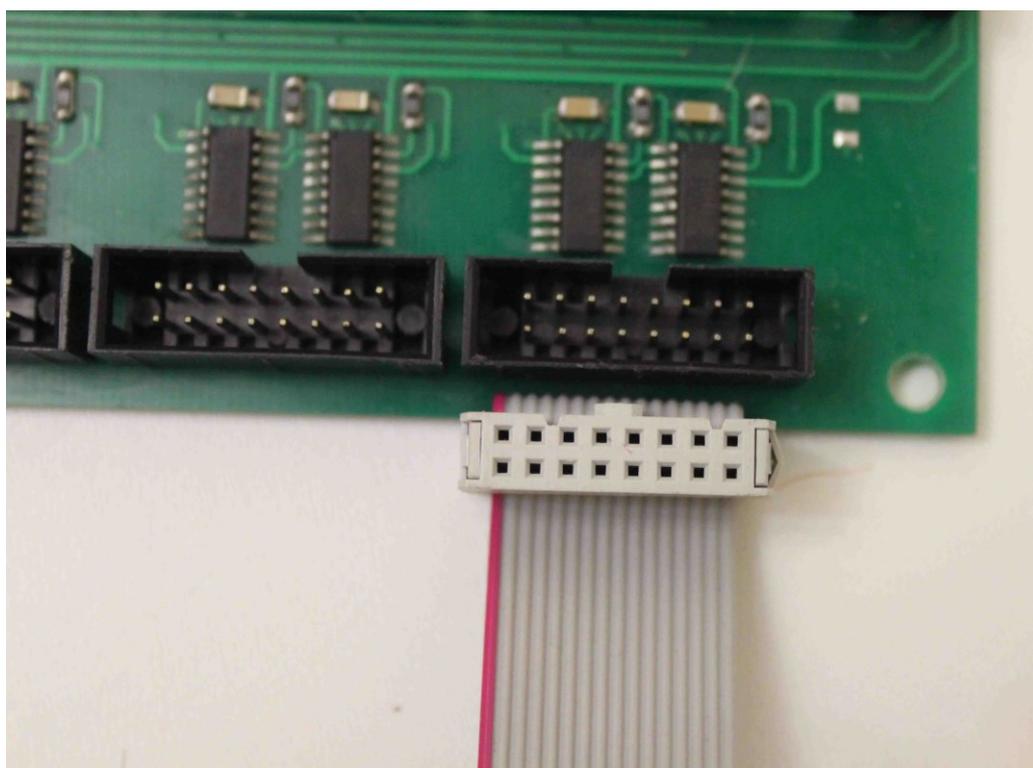


Рисунок 3.15 – Разъем ленточного кабеля

Система управляется при помощи программы, блок-схема которой, а также листинг вынесены в Приложение 1. Окно управляющей программы показано на рисунке 3.16. Макет всей системы в сборке в выключенном

состоянии показан на рисунке 3.17, а во включенном – на рисунке 3.18. Фотография системы в целом представлена на рисунке 3.19.

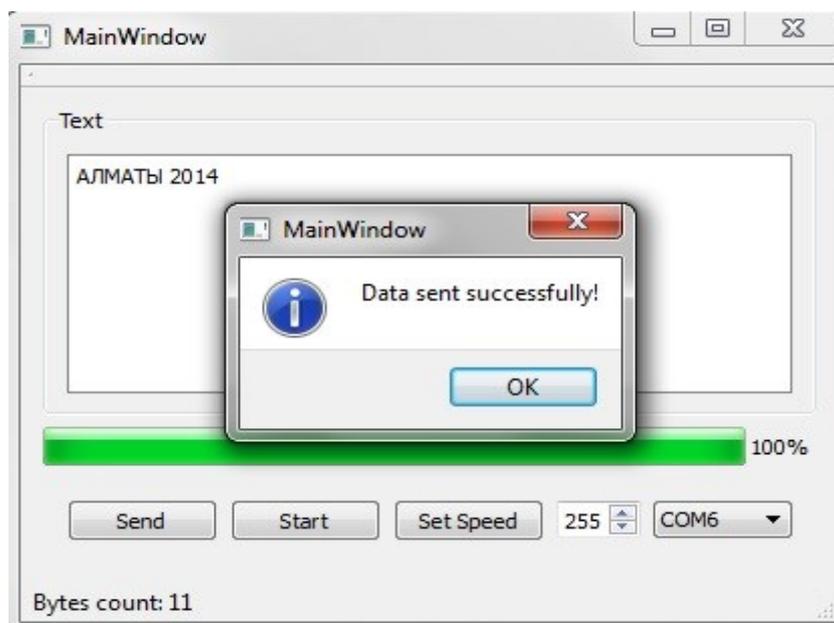


Рисунок 3.16 – Окно управляющей программы

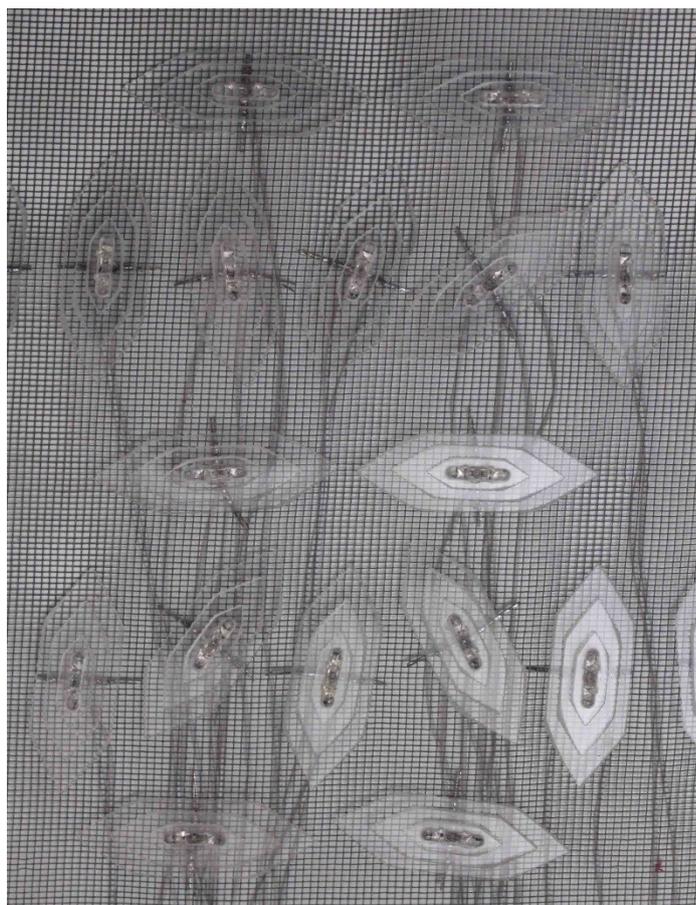


Рисунок 3.17 – 16 сегментный светодиодный индикатор в исходном состоянии на макете

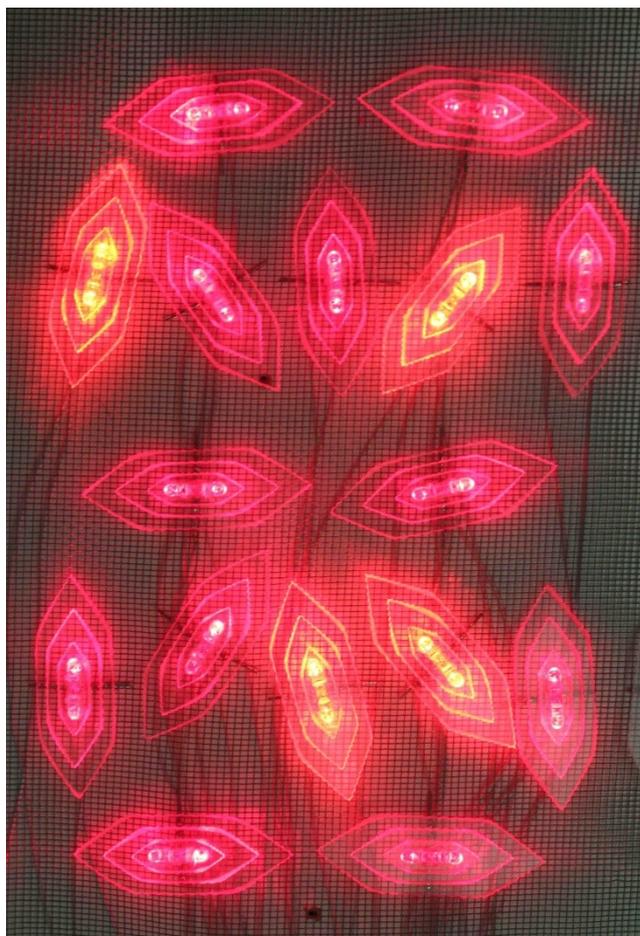


Рисунок 3.18 – 16 сегментный светодиодный индикатор на макете в включенном состоянии

Таким образом, материалы данного раздела показывают, что индикаторная панель на основе эшелетт-элементов действительно способна выполнять свою основную функцию – т.е. опеспечивать индикацию буквенно-цифровой информации при условии, что панель в целом обладает достаточно высокой степенью прозрачности, что позволяет размещать ее на витринных и других стеклах.

Именно это и составляет основное потребительское преимущество рассматриваемой системы, которая также допускает переход к более перспективным материалам, рассмотренным в главе 2.

## Заклучение

Таким образом, в материалах данной работы показано, что разработка индикаторных панелей на основе плоскостных световодов, в которых индикация обеспечивается процессами рассеяния света, позволяет реализовать концепцию инновационной лестницы, понимаемой в духе работ крупнейшего казахского ученого проф. Г.А.Муна и его школы. (В данных работах показано, что именно реализация представлений об инновационных кластерах и инновационных лестницах может служить едва ли не единственно возможным средством прорывного развития РК в науке и технике.) По этой причине значение конкретного примера реализации инновационной лестницы, описанного в данной работе, не ограничивается техническими аспектами, что и определяет дополнительную важность полученных результатов.

А именно, в работе показано, что существует возможность последовательно наращивать наукоемкость и потребительскую привлекательность буквенно-цифровых табло нового типа, постепенно переходя от использования доступных материалов (таких как оргстекло) к материалам на основе нанотехнологий.

В работе проведено детальное исследование целого ряда полимерных нанокompозитов, в котором были использованы, в том числе, наиболее передовые методы анализа, в частности, атомно-силовая микроскопия.

Полученные результаты позволили определить оптимальный состав нанокompозита, обеспечивающего создание индикаторных панелей рассматриваемого типа, а также оптимальную методику синтеза, причем работы по данному направлению выполнялись в тесном сотрудничестве с ИМХ АН ЧР, Прага.

Одним из основных достижений работы является также завершение работ над индикаторной панелью, которая уже внедрена в АУЭС, построенной на использовании достаточно доступных материалов, по схеме эшелетта, но вместе с тем позволяющей безболезненный переход с использованием нанокompозитов после того, как данные материалы будут внедрены в опытное производство.

## Список литературы

1. Сулейменов И. Э., Джуматаев Е., Семенякин Н. В. Новые подходы к созданию индикаторных панелей с использованием стимул чувствительных полимеров // Известия научно-технического общества КАХАК., спец. Выпуск (39), 2012 г., с. 85-89.
2. Шалтыкова Д.Б., Бекетауов Д. Использование рекламы с обратной связью для оценки эффективности средств промоушена // Известия научно-технического общества КАХАК., спец. Выпуск (39), 2012 г., с. 90-96.
3. Сулейменов И.Э., Обухова П.В., Мухамедиева А. Плоские волноводы как основа сенсорных панелей нового типа // Известия научно-технического общества КАХАК., спец. Выпуск (39), 2012 г., с. 101-105.
4. Сулейменов И. Э., Обухова П. В., Жунусов А. Р. Построение клавиатур с оптической кодировкой клавиш на основе полимерных гидрогелей/Известия научно-технического общества КАХАК., спец. Выпуск (39), 2012 г., с. 37-41.
5. Сулейменов И. Э., Панченко С. В., Житник Е. В., Игликов И. Конструкция клавиатуры для сотового телефона на основе полимерных гидрогелей/ Известия научно-технического общества КАХАК., спец. Выпуск (39), 2012 г., с. 76-84
6. Suleimenov, I., Semenyakin, N., Mun, G., Shaltykova, D., Panchenko, S., & Sedlakova, Z. (2012). Use of Non-linear Properties of Stimuli-sensitive Polymers in Image Display Systems. AASRI Procedia, 3, 528-533.
7. Dergunov, S. A., Mun, G. A., Dergunov, M. A., Suleimenov, I. E., & Pinkhassik, E. (2011). Tunable thermosensitivity in multistimuli-responsive terpolymers. Reactive and Functional Polymers, 71(12), 1129-1136.
8. Yergozhin Ye.Ye., Aryn Ye.M., Suleimenov I.E., Mun G.A., Belenko N.M., Gabrielyan O.A., Park N.T., Negim El-S. M. El-Ash., Suleymenova K.I. Nanotechnology versus the global crisis Seoul, Hollym Corporation Publishers, - 2010, 300 p.
9. Suleimenov, I. E., Gabrielyan, O., Shaltykova, D., Negim, E. S. M., Obukhova, P., & Suleymenova, K. (2013). Current Global Crisis as a Crisis of Civilization Meta-Projects. World Applied Sciences Journal, 23(11), 1455-1464.
10. Сулейменова К.И., Мун Г.А., Сулейменова Р.Н., Пак И.Т. Инновационное развитие Казахстана: переход к постиндустриальной модели высшей школы // Известия научно-технического общества КАХАК., спец. Выпуск (39), 2012 г., с. 106-110.
11. Сулейменова К. И., Обухова П.В., Жакаев А., Гармашова Ю.М., Сулейменов И. Э., Концепция креативного потребления как одна из компонент становления «зеленой» энергетики // Тезисы международной конференции «В.И. Вернадский и глобальные проблемы современной цивилизации», - Симферополь, апрель 2013, с 164.

12. Пак И.Т., Мун Г. А., Бегисинова А.Б., Шалтыкова Д.Б., Схемы построения веб-ресурсов учебно–научного инновационного кластера // Тезисы международной конференции «В.И. Вернадский и глобальные проблемы современной цивилизации», - Симферополь, апрель 2013, с 207.

13. Мун Г.А., Сулейменов И.Э. Развитие нанотехнологии в Казахстане на современном этапе // Вестник национальной инженерной академии РК, 2011, №3 (41), С.108-112.

14. Мун Г.А., Сулейменов И.Э., Зезин А.Б., Абилов Ж.А., Джумадилов Т.К., Измайлов А.М., Хуторянский В.В. Комплексообразование с участием полиэлектролитов: Теория и перспективы использования в наноэлектронике (монография) / Библиотека нанотехнологии. Выпуск 2. Алматы – Москва-Торонто – Реддинг: Изд-во LEM, 2009, 256 с.

15. Ергожин Е.Е., Арын Е.М., Сулейменов И.Э., Беленко Н.М., Габриелян О.А., Сулейменова К.И., Мун Г.А. Нанотехнология. Экономика. Геополитика. / Библиотека нанотехнологии. Алматы – Москва-София-Антиполис – Симферополь: Изд-во ТОО «Print-S», 2010, 227 с.