

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения  
(наименование института полностью)

---

Кафедра «Промышленная электроника»  
(наименование)

11.03.04 Электроника и микроэлектроника  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

---

Электроника и робототехника  
(направленность (профиль) / специализация)

---

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему: Система удаленного видеонаблюдения за печатью 3D-Принтера

Студент

Миннибаев Р.Р.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.К.Кудинов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультант

к.ф.н, доцент, М.М. Бажутина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2022

## **Аннотация**

на бакалаврскую работу Миннибаева Рафаэля  
по теме: «Система удаленного видеонаблюдения за печатью 3D-  
Принтера»

Бакалаврская работа состоит из 49 стр., 8 таблиц, 24 рисунков, списка литературы из 23 источников.

Цели работы:

1 Сделать обзор и изучить состояния вопроса по теме система удаленного видеонаблюдения за печатью 3D-Принтера.

2 Поиск комплектующих соответствующих критериям работы в заданных условиях экстремальных температур внутри 3D-Принтера.

3 Создание системы удаленного видеонаблюдения.

Областью применения данной системы являются промышленные 3D-принтеры.

В бакалаврской работе (ВКР) проведена разработка системы удаленного видеонаблюдения за печатью 3D-принтера, предусматривающая работу системы видеонаблюдения при экстремальных температурах внутри полости 3D-принтера.

## **Abstract**

"The title of the graduation work: "Remote video observation system for 3D Printer printing".

The senior paper consists of an introduction, three parts, a conclusion, tables, list of references including foreign sources and the graphic part on 6 A1 sheets.

The key issue of the thesis is to create a system of remoting video surveillance for 3D Printer printing. It is necessary for the control of printing process and monitoring of possible malfunctions during the operation of the equipment.

The aim of the work is to create a system of video observation, which can continuously observe the process in the real time and work at ultra-high temperatures.

The graduation work may be divided into several logically connected parts which are: analysis of existing video surveillance systems; selection of equipment for creating a video surveillance system capable of operating at ultra-high temperatures; technological and design solutions;

Finally, we present the work on a potential model for creating a video surveillance system capable of operating at ultra-high temperatures and transmitting images in real time.

In conclusion we'd like to stress this work is relevant in most cases for industrial 3D printers working with engineering plastics because the temperature inside such equipment can exceed 100 degrees Celsius, and it is not always possible to install video surveillance outside the case.

## Содержание

Введение.....	5
1 Состояние вопроса.....	7
1.1 Анализ исходных данных.....	7
1.2 Обзор известных решений .....	7
1.3 Формулировка задач работы.....	18
2 Основная часть .....	19
2.1 Расчет возможного количества видеокамер.....	19
2.2 Выбор IP-видеокамеры .....	22
2.3 Выбор термокожуха для видеокамеры .....	29
2.4 Получение доступа к видеокамере через IP-Tool .....	38
2.5 Получение доступа к видеокамере через Internet Explorer .....	41
3 Оценочная часть .....	44
Заключение .....	45
Список используемой литературы .....	47

## Введение

Технология 3D печати развивается уже довольно давно и сейчас можно встретить огромное количество всевозможных технических решений, как для печати небольших изделий, так и довольно масштабных проектов. Но данная технология хранит в себе немало подводных камней и трудностей, никто не застрахован от поломок своего оборудования или преждевременного выхода из строя важных частей и узлов своей техники.

Некоторые из проблем, которые могут возникнуть в процессе работы 3D принтера могут привести как к некачественно выполненной работе и браку, так и полному выходу из строя всего оборудования, если нет возможности своевременно остановить процесс печати.

Для понимания, на сколько этот вопрос важен – я приведу несколько часто встречающихся проблем, чреватых серьёзными последствиями:

Недостаточная адгезия (сцепление поверхностей) или полное ее отсутствие нижних слоев 3D объекта с печатной платформой. В результате возможен сдвиг части или полный отрыв изделия с платформы. Это приведет к его неконтролируемому передвижению по рабочему полю вслед за цепляющей его кареткой экструдера. Чем это чревато? Если это будет происходить достаточно долго, то расплавленный полимер может попасть на пространство вокруг сопла, на каретку экструдера, а после отверждения полимера это приведет к поломке механики, отвечающей за перемещение каретки, а также вывести из строя экструдер.

Плохое качество намотки полимерной нити на катушку (бобину). Проблема здесь заключается в том, что в результате такой проблемы могут образоваться узлы, которые будут препятствовать подаче материала, или вызовут застревание нити в самом узле экструдера из-за брака материала. Если данную проблему своевременно не выявить, то возможно работа техники вхолостую, объект печати будет безвозвратно испорчен, а

значительная часть материала, ресурсы 3D принтера и электроэнергия будут утрачены в пустую.

Непредвиденные обстоятельства в работе 3D принтера или же окончание 3D печати, за которым следует значительный простой включенного 3D принтера. Таким образом, возможна ситуация, когда процесс печати уже завершился, однако в данный момент времени отсутствуют люди, которые могли бы прекратить работу машины, чтобы впустую не тратить его технический ресурс и электроэнергию.

Вышеописанные проблемы – довольно частое явление, которое приводит к очень серьезным проблемам, финансовым и временным потерям, а особенно это становится актуально при работе с дорогостоящими материалами и крупными 3D деталями, на создание которых могут уходить дни, а порой и недели машинного времени.

Вполне очевидно, что чем выше затраты на печать необходимых нам изделий, тем дороже будет обходиться и каждая поломка/выход оборудования из строя, а исходя из того, что большинство таких проблем возникают из-за того, что у человека нет возможности вовремя заметить неисправности в работе 3D принтера и устранить их, напрашивается очевидное решение – настроить постоянное видеонаблюдение в реальном времени за процессом печати нашего оборудования. Это позволит своевременно узнать о возможных проблемах в работе оборудования без нужды находиться все время печати непосредственно рядом с ним, ведь иногда время печати может доходить до нескольких дней или даже недель.

## **1 Состояние вопроса**

### **1.1 Анализ исходных данных**

В соответствии с заданием на выполнение бакалаврской работы разрабатываемая система удаленного видеонаблюдения за печатью 3D-принтера имеет ряд необходимых технических требований.

Задание предполагает использование камер видеонаблюдения для съемки процесса печати с различных ракурсов, чтобы всегда можно было иметь возможность видеть полную картину происходящего и быстро среагировать на возможные появившиеся проблемы.

### **1.2 Обзор известных решений**

Видеонаблюдение стало неотъемлемой частью нашей жизни, зачастую его применяют для защиты частной собственности или обеспечения безопасности граждан, однако, это далеко не весь ореол применения данных устройств. Многие предприятия, будь то большая или малая промышленность с каждым годом все более и более нуждается в надежных и автоматизированных средствах контроля и управления технологическими процессами и людьми. Благодаря системам видеонаблюдения задачи контроля и управления огромным пластом технологических и производственных процессов становится в разы проще, особенно там, где отсутствует прямой контроль человеком.

Для начала стоит определиться с тем, какой тип системы видеонаблюдения будет наиболее удобным в нашем вопросе. Существует несколько типов систем, кардинально отличающихся друг от друга по

многим параметрам.

Аналоговые системы видеонаблюдения – проблема таких систем в том, что передача аналоговых сигналов довольно низко-эффективна, у них плохая помехоустойчивость, случаются потери сигнала, а также есть сложность в записи и обработке цифровых сигналов. Но у них есть и определенные плюсы – например, установка и настройка видеонаблюдения значительно проще, чем у цифрового формата. Во-вторых, это один из самых дешевых вариантов, в сравнении с цифровым оборудованием. В-третьих, у таких камер более чувствительная матрица, чем у цифровых систем, что позволяет им работать значительно лучше в темноте. Пример такой системы показан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Аналоговая система видеонаблюдения

Цифровая система видеонаблюдения – главное преимущество данных систем над аналоговыми заключается в том, что цифровое видеонаблюдение позволяет одновременно подключить большое количество камер, управлять ими, быстро сохранять информацию и параллельно работать с ней, а аналоговый поток ограничен реальным временем, т.е по одному проводу



можно передать только один сигнал от одной видеокамеры. Установка системы видеонаблюдения аналогового типа подразумевает индивидуальное подключение для каждой камеры. Так же цифровое видеонаблюдение отличается более высоким разрешением кадра, присутствует возможность увеличивать изображение и рассмотреть отдельные детали, однако, такие системы дороже, чем аналоговые. На рисунке 2 изображена цифровая система видеонаблюдения.

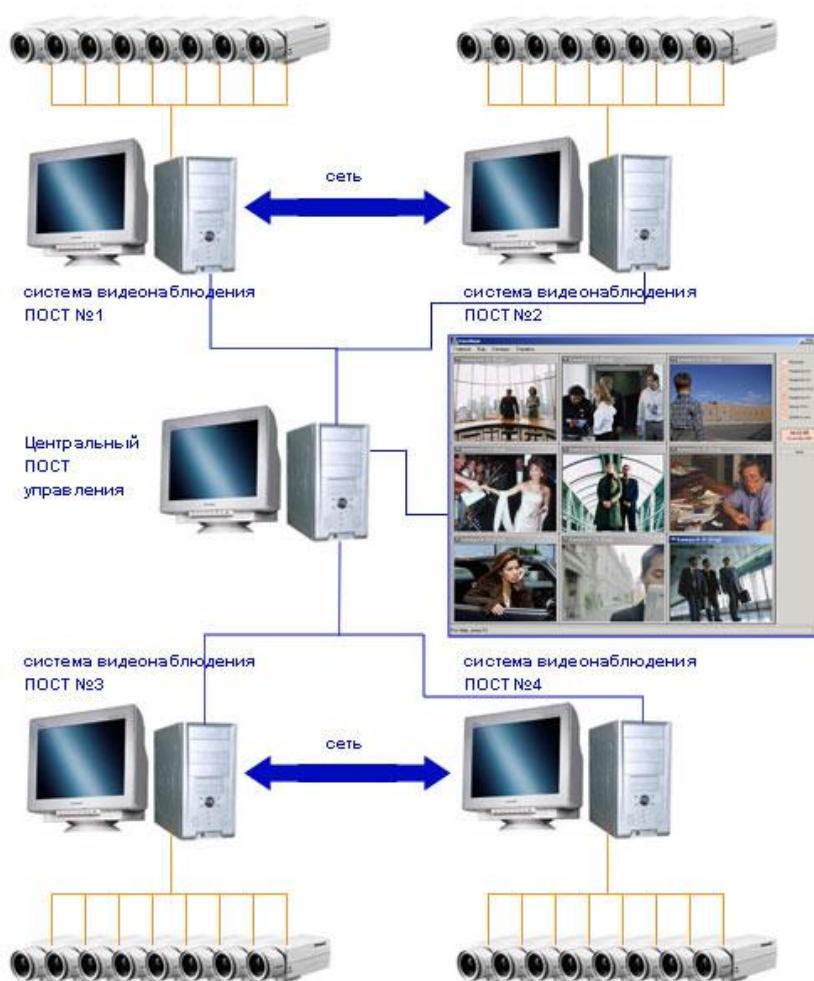


Рисунок 2 – Цифровая система видеонаблюдения

Беспроводные системы видеонаблюдения – Беспроводное видеонаблюдение сейчас активно набирает популярность на Российском рынке. Главные преимущество беспроводного видеонаблюдения заключается в том, что монтаж системы видеонаблюдения довольно прост, это мобильная

система и при желании легко можно поменять местоположение камеры не изменяя всю магистраль из проводов. Что довольно удобно в условиях, когда есть сложности с прокладкой кабеля. Так же у таких камер иногда есть инфракрасные светодиоды для съемки в ночное время или темноте, что удовлетворяет наши потребности. Однако, у такой системы есть и значительные минусы. Беспроводное видеонаблюдение частично и иногда полностью лишено преимуществ систем кабельного типа, таких как качество изображения, высокое разрешение, возможность управления видеочамерой. Еще такая система нуждается в источнике питания. Их роль могут выполнять аккумуляторы, но в таком случае требуется постоянная замена или зарядка, а так же системы беспроводного видеонаблюдения не имеют защиты от перепадов напряжения. Беспроводная система видеонаблюдения показана на рисунке 3.

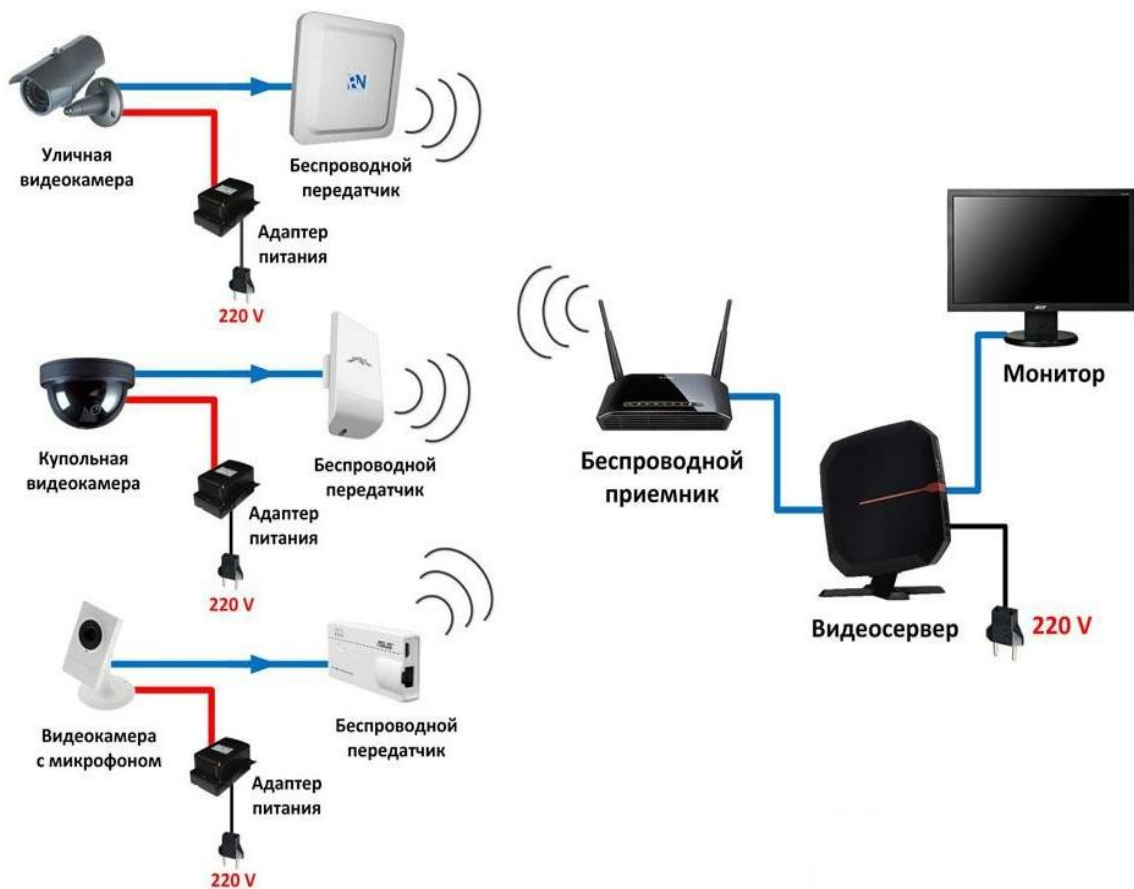


Рисунок 3 – Беспроводная система видеонаблюдения

IP-системы видеонаблюдения – Все крупные производители электроники стараются сделать свою технику ip совместимой. IP – это протокол (Internet Protocol) межсетевого взаимодействия. Он позволяет устройствам подключаться к сети и взаимодействовать при помощи программ с компьютером. Пример IP-системы видеонаблюдения представлен на рисунке 4.

Монтаж видеонаблюдения на основе IP позволяет объединить видеокамеры посредством существующей сети, обращение к камере возможно напрямую с компьютера, достаточно просто ввести ip адрес камеры. Видеокамеры бывают нескольких типов, высокочувствительные, панорамные, купольные, с высоким разрешением. Для IP-видеонаблюдения выпускаются специальные кожухи к камерам, для работы в различных экстремальных условиях.

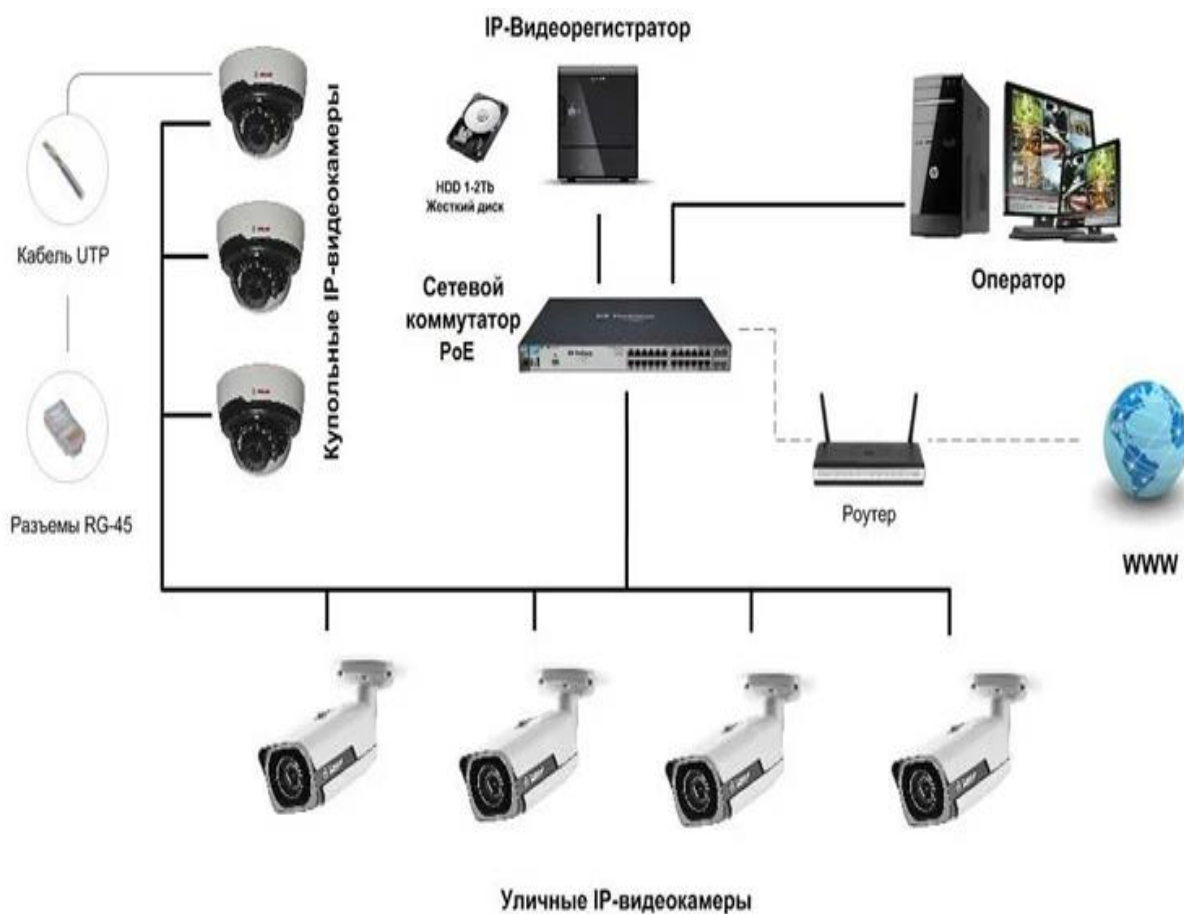


Рисунок 4 – IP-системы видеонаблюдения

После рассмотрения возможных вариантов решения данного вопроса стоит сделать выбор в пользу какой-либо одной системы видеонаблюдения. Рассмотрев все системы видеонаблюдения, их отличительные черты, преимущества и недостатки можно сделать следующие выводы:

Аналоговые системы видеонаблюдения являются на данный момент морально устаревшими, к тому же в них существуют критические для поставленной задачи недостатки, например, слабая помехоустойчивость, что может приводить к постоянным сбоям в их работе, что недопустимо.

Беспроводные системы видеонаблюдения требуют постоянной подзарядки аккумуляторов или же непрерывного подключения к сети и имеют довольно низкое качество изображения.

Следовательно, что для поставленных задач наиболее подходящим вариантом будет использование либо IP-системы видеонаблюдения, либо цифровой системы видеонаблюдения. Из этих двух систем наиболее надежной и удобной является именно IP-системы видеонаблюдения, так что именно ее и стоит выбрать в качестве финального варианта.

Следующий необходимый шаг – рассмотреть вопрос защиты видеокамеры от возможных температурных нагрузок, так как существует вероятность того, что появится необходимость интегрировать видеокамеру внутрь 3D-принтера. Рабочая температура внутри 3D-принтера может достигать 150 °С. К таким температурным нагрузкам обычные видеокамеры не приспособлены, а значит необходимо использование термокожуха.

Термокожух для камеры – универсальное средство защиты видеозаписывающей аппаратуры, позволяющее значительно увеличить срок ее службы и повысить качественные показатели. Как следует из названия, данное оборудование предназначено для размещения видеокамеры с целью предотвращения контакта между сложной электроникой и агентами, способными ее повредить. Термокожух защищает камеру от влияния температуры, влажности, пыли, насекомых, ветра, радиации и других

факторов, которые способны навредить видеокамере.

Существует несколько разновидностей защитных устройств. Различаются они по таким конструктивным особенностям как: материал корпуса, тип охлаждения/нагрева, совместимость с определенным видом камер и т.д. Для защиты камер, работающих в помещениях, чаще используются пластиковые кожухи. Полностью герметичный корпус надежно защищает электронику от воздействия указанных выше факторов. Металлические, чаще из алюминиевого сплава, кожухи способны обеспечить благоприятные условия для работы камер в условиях, где пластиковые аналоги будут неэффективны. Стоимость металлических термокожухов выше, чем пластиковых, что объясняется степенью защиты от повреждений и способом обеспечения комфортной рабочей температуры, которые обусловлены свойствами материала. По степени герметичности и стойкости к коррозионным агентам устройства из металла и пластика могут обладать идентичными характеристиками. Антивандальные термокожухи называют ещё ударостойкими. Пример антивандального термокожуха указан на рисунке 5.



Рисунок 5 – Антивандальный термокожух

«В ударостойкие термокожухи устанавливаются видеокамеры наблюдения, работающие на объектах с риском актов вандализма: в учебных и исправительных учреждениях, подъездах жилых домов и подземных переходах, на городских улицах, вокзалах, стадионах и в других многолюдных местах. Антивандальные термокожухи изготавливаются из металла или твердого пластика, имеют прочное смотровое окно и сертифицированы по классу устойчивости к внешним механическим воздействиям не ниже IK10. Данный показатель означает, что термокожух может выдерживать удары с энергией до 20 Дж, соответствующей энергии падения груза массой 5 кг с высоты 40 см.

“Для работы вне помещений видеокамера устанавливается в герметичный термокожух со скрытой проводкой кабеля и степенью защиты от проникновения пыли и влаги не ниже IP66. Для бесперебойной видеосъемки при любой погоде в средней полосе России, где зимой температура не опускается ниже  $-40^{\circ}\text{C}$ , а летом не поднимается выше  $+40/45^{\circ}\text{C}$ , подойдут кожухи таких серий, как, например, AXIS T93 и Bosch UNO. Они имеют солнцезащитный козырек, автоматически включающиеся встроенные нагреватели и вентиляторы, улучшающие теплоотвод в жару. В дополнение к этому термокожух для видеокамеры может быть снабжен обогревателем, препятствующим запотеванию и замерзанию смотрового окна, а также стеклоомывателем и стеклоочистителем. Для создания систем видеонаблюдения в северных районах с суровыми климатическими условиями выпускаются термокожухи в арктическом исполнении, позволяющие камерам работать даже в  $70$ -градусный мороз (в частности, Smartec STH-6230DL-PSU2, снабженный ИК-подсветкой, и модели серии MILITARY компании Wizebox).»[1] Возможные модификации уличных термокожухов показаны на рисунке 6.

# Термокожухи

с обогревом смотрового  
окна и ИК-подсветкой



с вентилятором



с обогревателем



с модулем  
питания PoE



Рисунок 6 – Возможные модификации уличных термокожухов

«По степени защиты от проникновений термокожухи для видеокамер классифицируются в соответствии с международным стандартом и имеют обозначение IPXY. При этом X – первая цифра, показывающая степень защиты от проникновения посторонних предметов, а Y – вторая цифра, обозначающая защиту от проникновения влаги.[1] Эти данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация степени защиты от проникновений

Первая цифра		Вторая цифра	
0	Защита отсутствует	0	Защита отсутствует
1	Термокожух защищает от проникновения твердого объекта диаметром более 50 мм	1	Термокожух защищает от капель, падающих вертикально сверху
2	Защищает от проникновения твердого объекта диаметром более 12 мм	2	Защищает от капель, падающих сверху с отклонением от вертикали не более 15°
3	Защищает от проникновения твердого объекта диаметром более 2,5 мм	3	Защищает от капель, падающих сверху с отклонением от вертикали не более 60°
4	Защищает от проникновения твердого объекта диаметром более 1 мм	4	Неполная защита от струй любого направления, проникающая вода не наносит существенного ущерба
5	Неполная защита от песка и пыли – количество пыли, попадающей в термокожух, для видеокамеры не существенно и не нарушает ее работу	5	Защищает от водяных струй любого направления
6	Полная защита от проникновения пыли	6	Защищает от мощных потоков и сильных водяных струй любого направления
–	–	7	Неполная защита от проникновения воды при кратковременном на глубину до 1 м
–	–	8	Защищает от проникновения воды при погружении на глубину более 1 м длительностью более 30 минут
–	–	9	Защищает от воздействия струй воды высокого давления, в том числе и при высокотемпературной мойке кожуха видеокамеры

Под поставленные задачи подходит второй вид термокожухов – металлические. Однако, стоит учитывать, что для защиты видеокамеры в наших условиях работы необходимо оборудование для видеонаблюдения при сверхвысоких температурах. Именно такое оборудование используется на предприятиях энергетики, металлургии и другого сложно-технологического производства, где температура в цехе может достигать 200 °С и даже 400 °С.



Для наиболее эффективного охлаждения смотрового окна ряд моделей снабжены системой воздушного обдува. Одним из примеров таких термокожухов является Термокожух WCH32, он разработан специально для использования на промышленных предприятиях в условиях «горячих цехов», пример такой модели термокожуха представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Термокожух WCH32

Для стабильной работы стандартных и тепловизионных видеокамер в таких экстремальных условиях выпускаются термокожухи со смотровым окном из стекла с повышенной термостойкостью и стальным корпусом, представляющим собой полый цилиндр с двойной стенкой. В полость между стенок заливается вода либо другая охлаждающая жидкость, которая при помощи встроенного насоса циркулирует по замкнутому контуру и снимает тепло с оболочки, снижая температурное влияние на защищаемые видеокамеры.

### 1.3 Формулировка задач работы

В соответствии с заданием, необходимо разработать систему удаленного видеонаблюдения за печатью 3D-Принтера. Есть два варианта исполнения поставленной задачи, в ходе дипломной работы следует разобрать обе.

Первый вариант – система видеонаблюдения, которую можно будет интегрировать непосредственно в корпус самого 3D-принтера. Основная задача в данном варианте – решить проблему экстремальных температур внутри корпуса 3D-принтера посредством установки защитного термокожуха на видеокамеры внутри этого 3D-принтера рабочие температуры могут превышать 100 градусов Цельсия, а обычные видеокамеры не предназначены для работы в таких условиях и при таком подходе нам потребуется дополнительное периферийное оборудование для защиты устройств наблюдения. Так же при выборе такого варианта работы необходимо будет либо проектировать собственную модель 3D-принтера, либо кустарно интегрировать камеры видеонаблюдения в корпус уже готового оборудования.

Второй вариант – отказаться от интегрирования видеокамер в корпус оборудования. В данном случае вся система видеонаблюдения будет находиться снаружи 3D-принтера. В свою очередь, это позволяет отказаться от установки дополнительной защиты в связи с отсутствием экстремальных температур, воздействующих на видеокамеры.

Так же для обоих вариантов исполнения поставленной задачи необходимо найти сопутствующее оборудование и программное обеспечение для настройки удаленного видеонаблюдения в реальном времени и его работы в бесперебойном режиме, а структура устройства должна обеспечивать постоянную передачу видеоизображения в реальном времени.

## 2 Основная часть

### 2.1 Расчет возможного количества видеокамер

Проведём расчет возможного количества видеокамер для полноценного просмотра картины печати со всех ракурсов. Для этого изначально необходимо определиться, с каким видом 3D принтеров мы собираемся работать.

Как правило, большинство современных 3D принтеров представляют собой или полностью открытый корпус (рисунок 8) или закрытый, но с вставками из прозрачного стекла (рисунок 9).

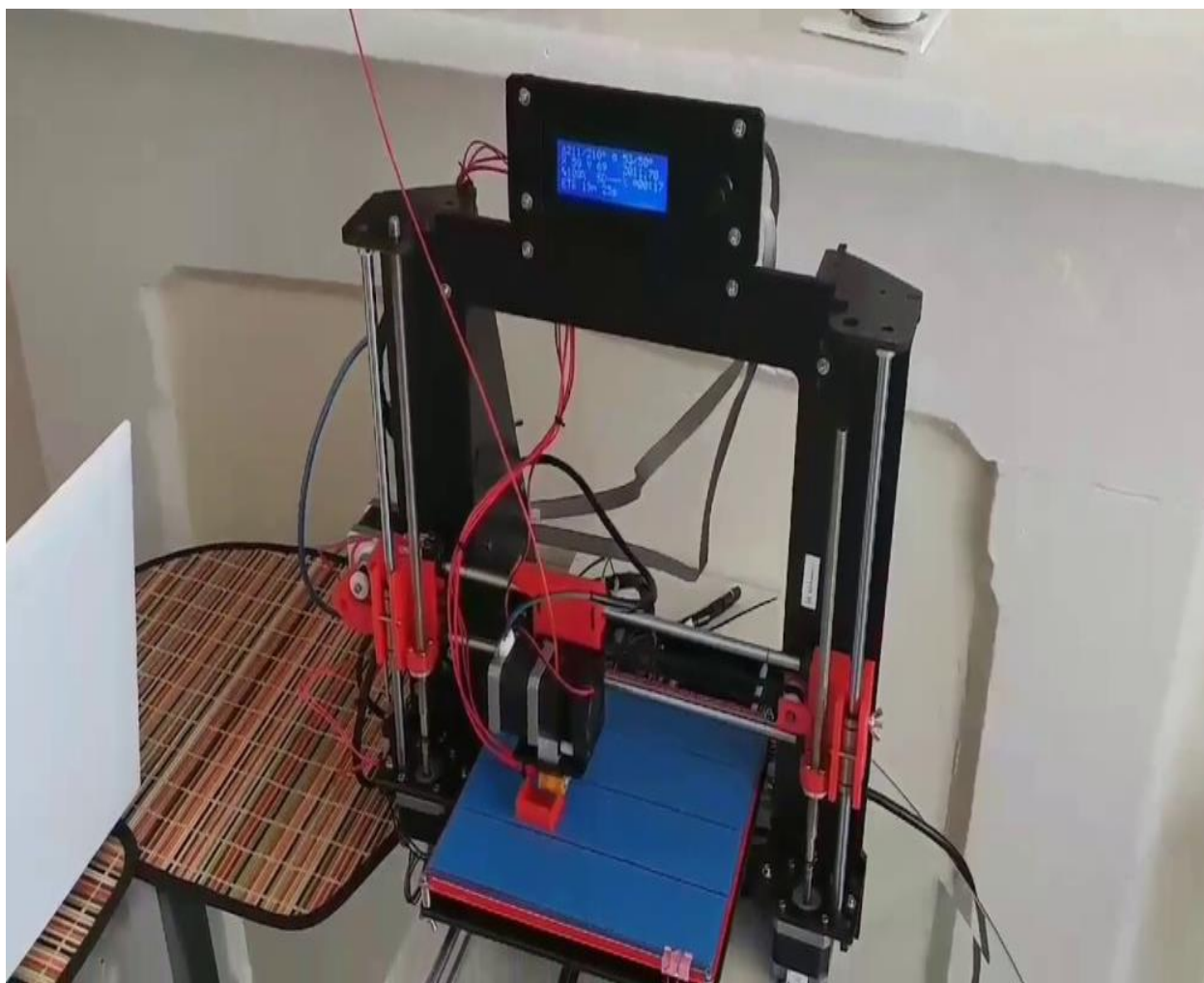


рисунок 8 – 3D Принтер с открытым корпусом



Рисунок 9 – 3D Принтер CreatBot F430

Для открытых 3D принтеров свойственно сугубо домашнее применение, они малогабаритные, в основном их используют для печати мелких изделий, не требующих больших временных затрат, следовательно, рассматривать их не стоит.

Целью работы является создание системы удаленного видеонаблюдения для работы с промышленными 3D принтерами, которые работают с инженерными пластиками.

Именно для таких моделей свойственно наличие закрытого корпуса, потому что “инженерные” пластики, например ABS, HIPS или Nylon, наоборот – обладают значительной усадкой, их необходимо защищать от пыли, ведь ее наличие чревато порчей печатаемых деталей и повышенного износа валов и подшипников. Так же инженерные пластики обладают едким

запахом. Для решения всех этих проблем, а так же для избежания процесса деламинации необходимо равномерное охлаждение пластика в процессе печати, которое практически невозможно обеспечить при открытом типе корпуса.

Итак, для расчета требуемого количества видеокамер необходимо определиться с конкретной моделью 3D принтера, для которого она создается, так как для разных моделей свойственно разное количество вставок с прозрачными стеклами и, соответственно, разное количество видеокамер. Для создания системы видеонаблюдения с разных ракурсов и вывода изображения количество видеокамер не является основополагающим, по этому в качестве примера рассмотрим модель 3D принтера CreatBot D600 Pro (Рисунок 10)



Рисунок 10 - 3D Принтера CreatBot D600 Pro

На примере данной модели видно, что есть возможность осуществлять съемку сразу с четыре сторон, если это технологически необходимо. Однако, количество видеокамер следует считать индивидуально исходя от модели конкретного 3D-принтера, их количество может как увеличиваться, так и уменьшаться, особенно это касается самодельных моделей 3D-принтера.

## **2.2 Выбор IP-видеокамеры**

На рынке представлено огромное количество разнообразных IP-видеокамер, различающихся диапазоном применения, ценой и характеристиками, из всего их разнообразия наиболее подходящими под поставленные задачи являются цилиндрические IP-камеры – корпусные камеры или камеры стандартного дизайна в основном выпускают без объектива и монтажного кронштейна, оставляя инсталлятору широкий выбор по установке и оснастке устройства, что повышает гибкость конфигурирования и расширяет сферу применения модели. Встраивание в термокожух адаптирует камеру к экстремальным условиям эксплуатации.

Так же немаловажным фактором для выбора видеокамеры является наличие ночного режима съемки. Он пригодится при установке нашей камеры внутри 3D-принтера с непрозрачным корпусом так как не всегда есть возможность предусмотреть освещение внутри него. И даже если оно и будет, то всегда может выйти из строя, что приведет к потере изображения и необходимости экстренного исправления неполадки. Важно учитывать, что не у всех IP-камер есть подсветка для работы в темноте. Она бывает нескольких видов: обычная светодиодная и инфракрасная: такая при приглушенном свете тускло светится красным. Когда она работает, камера передает черно-белое изображение. Наиболее эффективным является второй вариант, так что следует отталкиваться от него.

Еще один важный параметр при выборе – разрешение и угол обзора. Чем оно выше, тем четче картинка и дороже камера. Измеряют в мегапикселях. Для небольших систем оптимально разрешение 2 мегапикселя. Также его называют Full HD, или 1080p. Такое разрешение соответствует необходимым нам параметрам.

Onvif – протокол совместимости, который позволяет подключить камеру к системе другого производителя или приложению стороннего разработчика. Чем свежее версия, тем лучше. Наиболее актуальные версии Profile S и Profile T. Те, что имеют цифровой, а не буквенный индекс, например 2.2 и ниже, уже устарели. Для оптимального выбора видеокамеры стоит проанализировать рынок, ведь не всегда самое лучшее является самым дорогим.

Безусловно, рассматривать суперсовременные видеокамеры, цена которых может исчисляться миллионами – бессмысленно, в таких камерах присутствуют технологии встроенного тепловизора, распознавания лиц и многие другие. Для нашей задачи данные функции абсолютно бесполезны. По этому опираемся не только на самую высокую цену, но и на вышеописанные характеристики. Таким образом, выбирая IP-камеру без каких-либо излишеств находим достаточно дорогую версию – IP-камера HUAWEI C6650-10-Z33. Это Уличная IP-камера с металлическим купольным корпусом и поворотным креплением. По заявлениям производителя данная видеокамера способная работать при температурах от -30 до +60 градусов Цельсия. Обладает матрицей в 5 Мп., возможностью цветной съемки и возможностью 33-кратного оптического увеличения, а так же имеется отличная система аудиозаписи. Так же она оснащена датчиком движения и режимом ночной съемки с хорошей видимостью до 150 метров. Имеется вход/выход тревоги, расширенные настройки стабилизации и баланса белого. Весит данный агрегат 4 килограмма, габаритные размеры 20.16x20.16x31 сантиметров. Данная видеокамера показана на рисунке 11.



Рисунок 11 – IP-Видеокамера HUAWEI C6650-10-Z33

В данной видеокамере есть функция ночной съемки, а матрица в 5мп обеспечивает отличное качество изображения. Однако, она не способна работать в необходимых нам температурных рамок. Следовательно, использование термокожуха остается обязательным и для этой видеокамеры. Здесь проявляется серьезный минус данной модели, у нее купольный тип конструкции, а значит могут возникнуть проблемы с ее монтажом в термокожух. А так же большинство её технических характеристик сильно



превышают необходимые нам пределы. Съемка с хорошей видимостью до 150 метров является абсолютно бесполезной функцией в условиях наблюдения за печатью 3D-принтера. А стоимость данной видеокамеры превышает сто тысяч рублей. Исходя из вышеперечисленного, приходим к выводу, что покупка данной модели является абсолютно иррациональной и имеет смысл искать менее дорогостоящие видеокамеры.

Рассмотрим более доступную версию на рынке. IP-видеокамера Panasonic WV-U1132. Данная модель в более чем в два раза дешевле рассмотренной выше. Такая разница в цене обусловлена отсутствием множества функций более дорогих моделей. Однако, как было сказано выше – далеко не все из них в действительности будут полезны при поставленной задаче. Рассмотрим технические характеристики данной модели подробно, они представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Технические характеристики Panasonic WV-U1132

Модель	Panasonic WV-U1132	
Матрица	Тип матрицы	CMOS
	Физический размер матрицы	1/3 дюйма
	Число пикселей матрицы	2 Мп
	Минимальная степень освещенности	0.006 лк, 0.1 лк
Оптика и подсветка	Фокусное расстояние	от 2.9 мм до 7.3 мм
	Zoom	x4 (цифр.), x2.5 (опт.), x2 (цифр.)
	Угол обзора по горизонтали	от 102° до 44°
	Угол обзора по вертикали	от 56° до 24°
	Подсветка	инфракрасная
Изображение	Изображение	цветное, черно-белое
	Максимальное разрешение	1920x1080
	Максимальная частота кадров	30 кадров/с
	Формат сжатия видеофайлов	H.265
	Улучшение изображения	WDR, HLC, BLC, AGC
Аудио	Встроенный микрофон	нет
	Встроенный динамик	нет
Интерфейсы подключения	Тип подключения	Проводной
	Поддержка PoE	Есть
	Аудиовходы/аудиовыходы	Нет

Продолжение таблицы 2

Сеть	Wi-Fi	Нет
	Разъем RJ45	Есть
	IPv6	Есть
	Поддерживаемые протоколы	TCP/IP, UDP, ICMP, IGMP, RTP, RTCP, RTSP, ARP, SNMP, UPnP, SMTP, NTP, DHCP, DNS, DDNS, HTTP, 802.1x, HTTPS, DiffServ
Функции и возможности	Ночная съемка	есть
	Система обнаружения движения	есть
	Встроенный аккумулятор	нет
	Видеоархив	на карту памяти, в облако
	Возможность настройки	баланс белого
	Управление поворотом и наклоном	нет
Дополнительная информация	Рабочая температура	от -10° до 50° С
	Рабочая влажность	от 10% до 90% без конденсата
	Степень защиты	нет
	Комплектация	документация
	Тип и напряжение питания	PoE 802.3af, DC 48В/0.09А
	Потребляемая мощность	4.3 Вт
Габариты, вес	Длина	116 мм
	Ширина	59 мм
	Высота	49 мм
	Вес	155 г

В целом, данная видеочамера полностью удовлетворяет нашим требованиям. Даже превосходит их в некоторой степени. Однако, это все еще довольно дорогостоящий вариант, так что стоит присмотреться к более бюджетным вариантам.

Цилиндрическая IP-видеокамера, LTV CNE-624 48. Данная видеочамера не имеет большой разрыв с точки зрения качества с предыдущим вариантом и при этом более чем в четыре раза дешевле вышеописанной модели Panasonic WV-U1132 и в целых 10 раз дешевле HUAWEI C6650-10-Z33, но при этом является более удобной в эксплуатации совместно с термокожухом, который, как выяснилось в ходе анализа видеокамер – будет необходим, т.к. собственная

термостойкость видеокамер не превышает 70 градусов Цельсия. Внешний вид данной модели представлен на рисунке 12.



Рисунок 12 – Цилиндрическая IP-видеокамера LTV CNE-624 48

Подробнее разберемся в технических характеристиках данной камеры. Полные Технические характеристики LTV CNE-624 48 указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики на LTV CNE-624 48:

Модель		LTV CNE-624 48
Видео	Матрица	1/2.9" CMOS
	Разрешение	1920x1080
	Электронный затвор	1/25 - 1/100 000 с
	Основной поток	1080p (до 25 к/с) 720p (до 25 к/с)

Продолжение таблицы 3

Видео	Дополнительный поток	2 поток: 704x576 (до 25 к/с) 480x240 (до 25 к/с) 352x288 (до 25 к/с)
	Чувствительность	0.0035 лк (цвет, F1.2, АРУ вкл.) 0.0007 лк (ч/б, F1.2, АРУ вкл.)
	Кодек	H.265 (Main), H.264 (Base, Main, High), MJPEG
	Поддержка ONVIF	Profile S
Объектив	Тип объектива	Встроенный вариофокальный (M14)
	Фокусное расстояние	f=2.8-12 мм (F1.4)
	Угол зрения по горизонтали	95°-34.8°
	Регулировка диафрагмы	—
Аудио	Вход / выход	1x / —
	Кодек	G.711a, G711u
Физические параметры	Питание	12 В (DC) PoE (IEEE 802.3af), ≤7.5 Вт
	Класс защиты	IP67, IK10
	Рабочая температура	-40 °С...+60 °С
	Размеры	80.5x217.7 мм
	Вес	0.65 кг
Функции	Режим «день/ночь»	Есть, механический ИК- фильтр
	ИК-подсветка	Встроенная (30-50 м)
	Компенсация засветки	BLC, HLC, D-WDR
	Регулировка усиления	Авто
	Баланс белого	Авто
	Система шумоподавления	3D DNR
	Интеллектуальные функции	Детектор движения, детектор пересечения линии, детектор вторжения, детектор саботажа
	Маскирование	Есть
	Тревожные входы / выходы	—
	Поддержка карт памяти	MicroSD (до 128 Гбайт)
	Аналоговый видеовыход	—
Сеть	Интерфейс	Fast Ethernet (1x RJ45)
	Протоколы	DDNS, DHCP, DNS, FTP, HTTP, HTTPS, ICMP, IPv4/v6, NTP, ONVIF, PPPoE, QoS, RTP, RTCP, RTSP, SMTP, SNMPv1/v2/v3, TCP, Telnet, UDP, UPnP, 802.1X

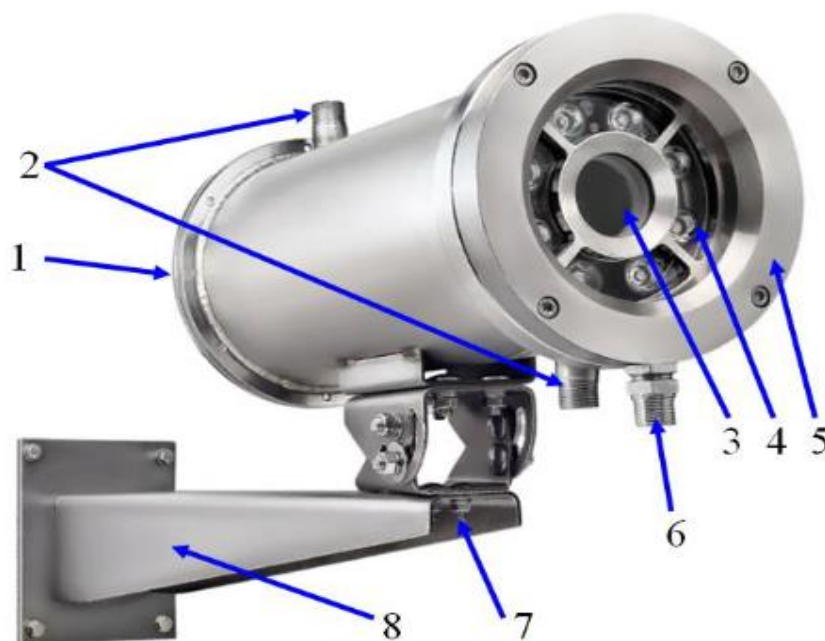
Таким образом, разобрав три ценовых сегмента оборудования для видеонаблюдения делаем вывод, что в случае поставленной задачи не имеет смысла закупать дорогостоящее оборудование с набором множества бесполезных для нас функций. Останавливаем свой выбор на последней модели – LTV CNE-624 48. Она полностью удовлетворяет нашим требованиям.

### **2.3 Выбор термокожуха для видеокамеры**

Термокожух – основное средство защиты cctv или ip-камеры в условиях уличного видеонаблюдения, главной задачей которого является создание благоприятных условий для функционирования встраиваемого оборудования. Прочная герметичная оболочка надежно защищает камеру и объектив от попадания пыли, воды и от риска механического повреждения, а также поддерживает температуру, достаточную для работы видеокамеры.

Большинство термокожухов, представленных на рынке предназначены для защиты видеокамер в уличных условиях, с небольшим температурным диапазоном работы, а так же с защитой от вандализма, но нам необходимы варианты исполнения с повышенным классом защиты. Такие модели используются на промышленных предприятиях в условиях «горячих цехов». Они защищают от неблагоприятных воздействий окружающей среды в условиях высоких температур, горячих цехов, химических производств и прочих агрессивных сред. В первую очередь при выборе стоит обратить внимание на Полезный внутренний объём, чтобы в него умещалась наша видеокамера. Следующий важнейший параметр – Температурный диапазон, °С.

При исходных данных в необходимой теплозащите в 150 °С и габаритах выбранной IP-видеокамеры лучшим решением станет термокожух от компании Релион – Термокожух с водяным охлаждением Релион-ТКВ-П-ВО-ИКВ (рисунок 13).



1 – задняя крышка с кабельными вводами; 2 – входной и выходной штуцеры охлаждающей жидкости; 3 – смотровое окно; 4 – ИК-излучатели; 5 пневматическая бленда; 6 – штуцер пневматической бленды; 7 – болты крепления крепежно-юстировочного устройства; 6 – крепежно-юстировочное устройство.

Рисунок 13 – Внешний вид термокожуха Релион-ТКВ-П-ВО-ИКВ

Термокожух производится в следующих исполнениях по напряжению питания, указанных в таблице 4:

Таблица 4 – исполнения по напряжению питания

Релион-ТКВ-П-ВО-ИКВ исп.01	Напряжение питания кожуха 12 V DC
Релион-ТКВ-П-ВО-ИКВ исп.02	Напряжение питания кожуха 24 – 36 V AC/DC
Релион-ТКВ-П-ВО-ИКВ исп.06	Напряжение питания кожуха 220 V AC
Релион-ТКВ-П-ВО-ИКВ исп.11	Питание кожуха по PoE+. Грозозащита

Система охлаждения термокожуха работает по принципу жидкостной системы охлаждения автомобильных двигателей. Оболочка термокожуха имеет двойную стенку, внутри которой циркулирует проточная вода. Холодная вода, поступающая в термокожух, протекая по водяной рубашке отбирает избыточное тепло и уносит его, чем обеспечивается рабочий температурный диапазон для видеокамеры, находящейся во внутреннем пространстве кожуха. Рабочий температурный диапазон термокожуха соответствует от + 1 до +200 °С. Для защиты от перегрева предусмотрено отключение питания камеры при увеличении температуры в термокожухе выше +60°С.

Корпус термокожуха, выполненный из нержавеющей стали 12Н18Х10Т, обеспечивает защиту от длительного воздействия кислотных, щелочных и других химически агрессивных сред. Наивысшая степень пыле- и водозащиты корпуса IP68 позволяет применять термокожух в сильно запыленных, влажных и сырых помещениях. Полезный внутренний объем для установки видеокамеры – 85x85x245 мм. Для крепления камеры на шине термокожуха предусмотрен центральный продольный паз. Напряжение питания кожуха выбирается при заказе: 12 VDC, 24÷36 VDC/VAC, 220 VAC или по PoE. Для питания видеокамеры на плате термокожуха имеется выход стабилизированного напряжения 12 VDC. Во время монтажных работ необходимо обеспечить герметичность при установке кабельных вводов и

задней крышки, чтобы исключить попадание влаги в корпус термокожуха.

Обеспечение влагозащищённости необходимо для сохранения работоспособности системы в процессе эксплуатации. Полные технические характеристики на Релион-ТКВ-П-ВО-ИКВ представлены в таблице 5. Также далее будут приведены чертежи габаритных размеров термокожуха с крепежно-юстировочным устройством (рисунок 14) и полезный объем термокожуха для установки видеооборудования (рисунок 15)

Таблица 5 – Технические характеристики на Релион-ТКВ-П-ВО-ИКВ:

Характеристика		Значение
Длина волны ИК излучения, нм		850
Дальность подсветки, м	угол излучения 60° (базовое исполнение)	60
	угол излучения 10° (опция)	100
	угол излучения 90° (опция)	15
Порог включения/отключения ИК-подсветки, лк		3
Напряжение питания термокожуха, В		12 DC
		24÷36 DC/AC
		220 AC
		PoE
Мощность инжектора для PoE, не менее, Вт		30
Выходное напряжение инжектора для линии PoE, В		48 ÷ 58
Максимальная потребляемая мощность термокожуха, Вт		20
Напряжение питания для видеокамеры, В		12 DC
Максимальный ток потребления термокожуха с включенным подогревом, не более, А	12 VDC	1
	24÷36 VDC/ VAC	0,5
	220 VAC	0,05
Температура аварийного отключения питания видеокамеры, °С		+60
Температурный диапазон, °С		+ 1 ÷ +200
Степень защиты оболочки, IP		68
Внутренний полезный объем, мм		85x85x245
Рекомендуемое рабочее давление, мПа		0,3 – 0,4
Максимально допустимое давление циркуляционной воды, мПа		0,6
Средний расход воды на охлаждение, л/мин		2,5-3



Продолжение таблицы 5

Резьба для подвода охлаждения	1/2
Количество кабельных вводов , шт	2
Режим работы	непрерывный
Срок службы, не менее, лет	10
Масса термокожуха, не более, кг	16,5

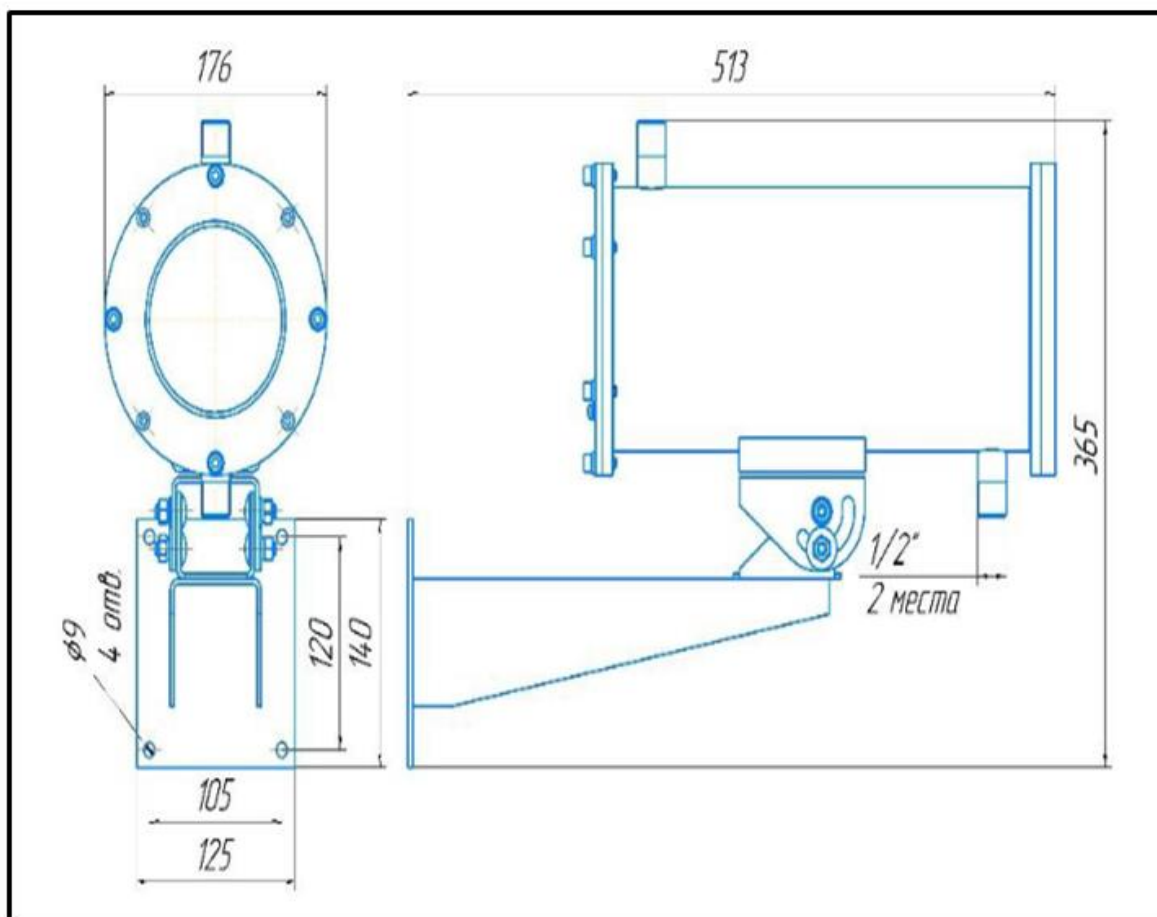


Рисунок 14 – Габаритные размеры термокожуха с крепежно-юстировочным устройством

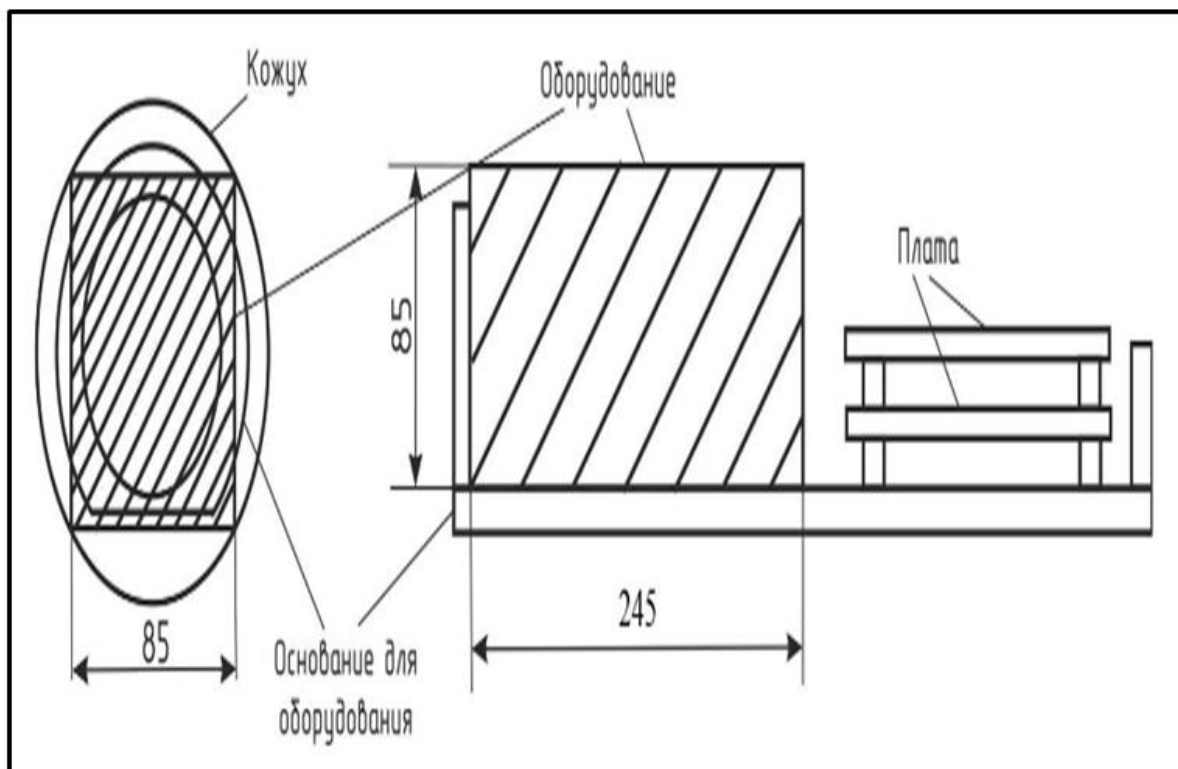


Рисунок 15 – Полезный объем для установки видеооборудования в Релион-ТКВ-П-ВО-ИКВ – 85x85x245 (габариты видеооборудования)

Рассмотрим подключение термокожуха с различными видами питания: Подключение термокожуха с питанием 24-36 и 220 В (рисунок 16), подключение термокожуха с питанием 12 В (рисунок 17), Подключение термокожуха с питанием по PoE (рисунок 18)

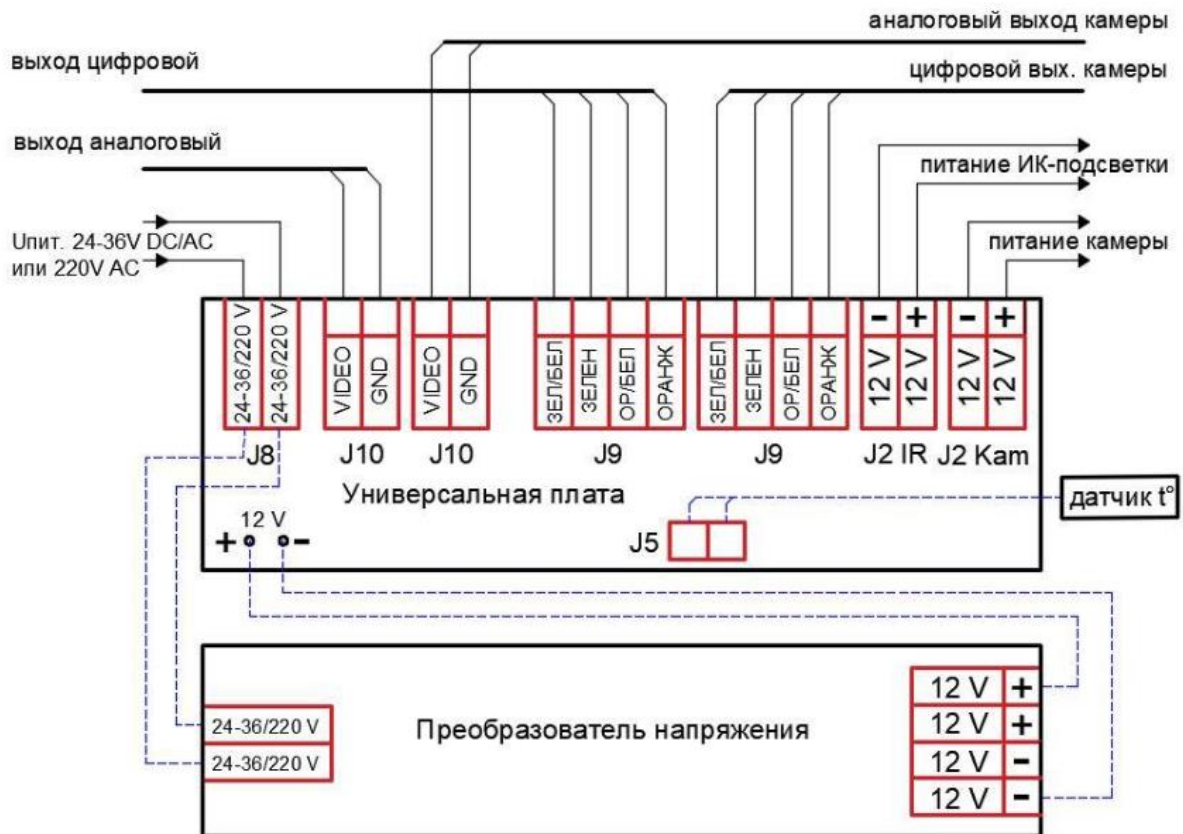


Рисунок 16 – Подключение термокожуха с питанием 24-36 и 220 В

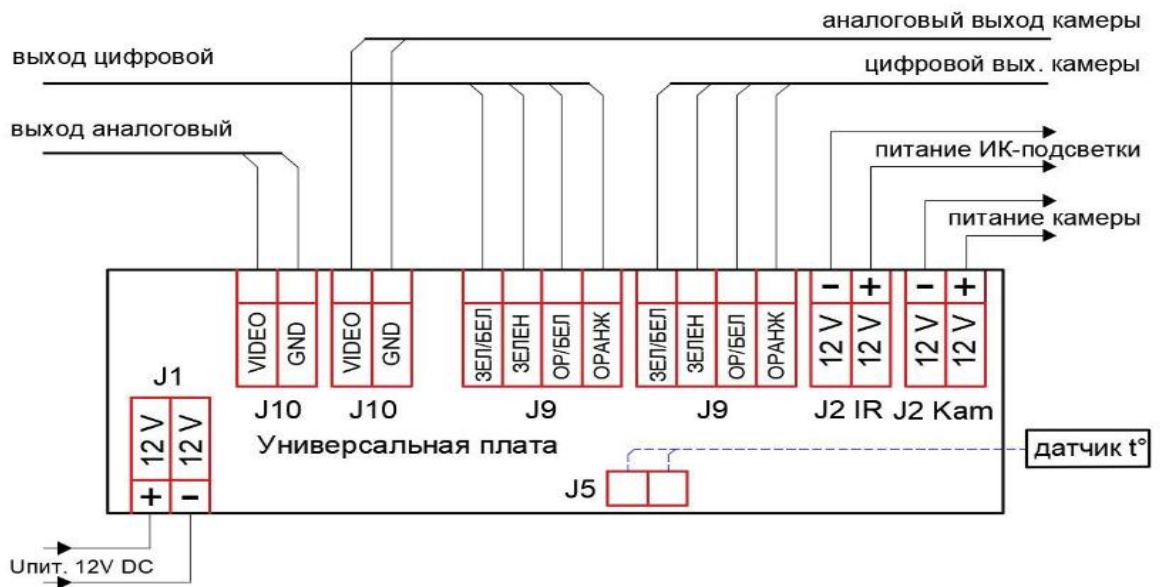


Рисунок 17 – Подключение термокожуха с питанием 12 В

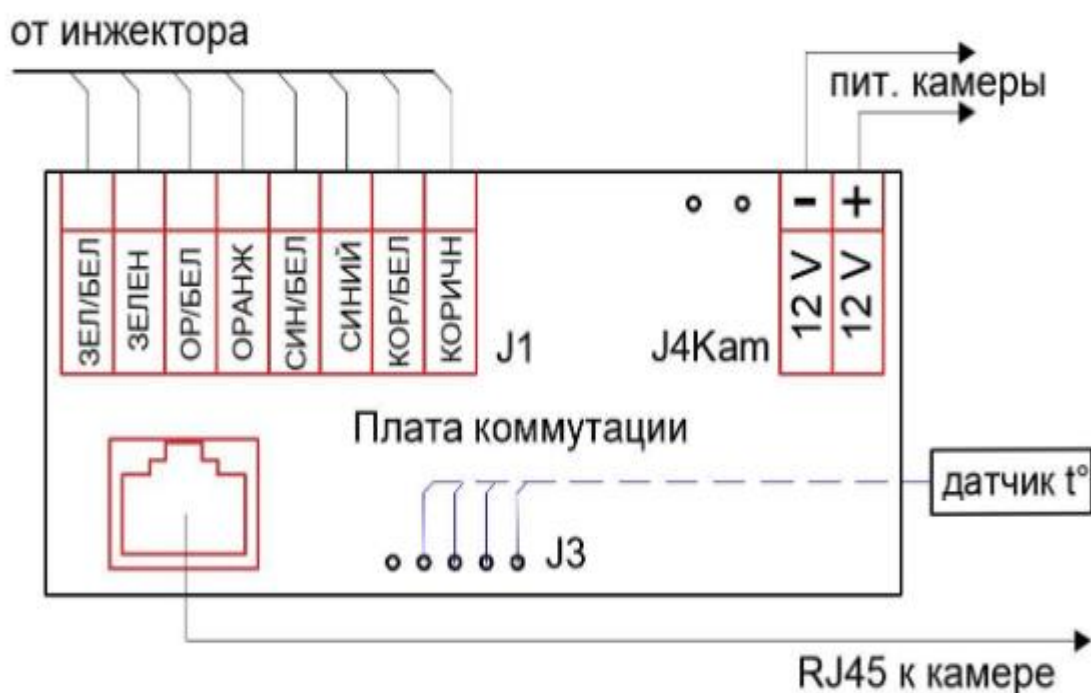


Рисунок 18 – Подключение термокожуха с питанием по PoE

Важно знать, что термокожух не содержит элементов, ремонтируемых пользователем. Для некоторых неисправностей, которые может устранить пользователь, предусмотрена таблица обнаружения и устранения неисправностей - таблица 6

Таблица 6 – Таблица обнаружения и устранения неисправностей

Характер неисправности	Возможная причина неисправности	Способ устранения
Установленная в термокожух видеочамера не включает	Отсутствует напряжение питания	Проверить подключение согласно схем в настоящем руководстве. Проверить напряжение на источнике питания, к которому подключен термокожух.
Не обеспечиваются максимальные углы обзора видеочамеры	Видеочамера установлена далеко от стекла термокожуха	Установить видеочамеру как можно ближе к стеклу термокожуха

## Продолжение таблицы 6

Запотевание стекла термокожуха	Нарушена герметичность термокожуха	Проверить качество монтажа кабельных вводов.
	В корпус не вложен силикагель	Вложить силикагель
	Силикагель перенасыщен влагой	Заменить силикагель
Термокожух с питанием по PoE не включается	Не обеспечена мощность питания по PoE	Обеспечить питание по PoE в соответствии с характеристиками термокожуха

В комплект поставки термокожуха входит:

- термокожух 1 шт.;
- крепёжно-юстировочное устройство 1 шт.;
- кабельный ввод (в комплект не входят, по отдельному заказу) 2 шт.;
- силикагель 1 шт.;
- паспорт СПЕК.732118.180.000 ПС . 1 шт.;
- провод с разъемом BNC 1 шт.;
- провод с разъемом RJ45 (TP8P8C) 1 шт.;
- крепеж для видеоборудования (болт 1/4"x5/8", шайба Ø6) 1 шт.

### 2.4 Доступ к видеокамере через IP-Tool

«Получить доступ к IP-видеокамере можно двумя способами – через локальную сеть или через Интернет. В качестве примера рассмотрим получение доступа через локальную сеть. Существует два способа получить доступ к устройству по локальной сети:

- Доступ через утилиту IP-Tool
- Прямой доступ через веб-браузер Internet Explorer (IE)»[2]

Сначала рассмотрим доступ через IP-Tool (рисунок 19)



Рисунок 19 – Доступ через IP-Tool

«Следует убедиться, что видекамера и ПК подключены к локальной сети. Далее найти IP-Tool на CD-диске, который идет в комплекте к видекамере и установите на персональный компьютер. После установки запустите IP-Tool.»[2] Его интерфейс показан на рисунке 20.

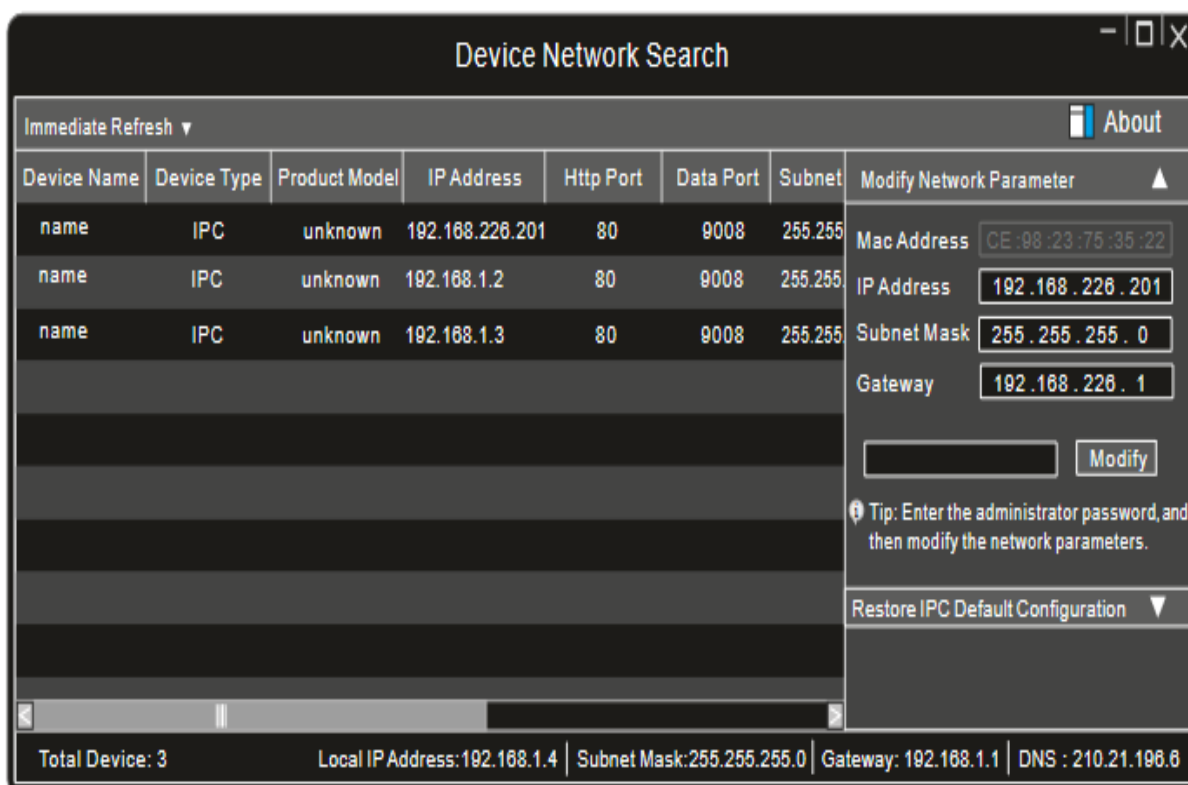


Рисунок 20 – Интерфейс IP-Tool

«После выполненных манипуляций нужно изменить IP-адрес. IP-адрес по умолчанию 192.168.226.201. Утилита IP-Tool автоматически найдет устройство после его включения. После запуска программы IP-Tool и выбора нашей IP-видеокамеры из списка, вы можете проверить информацию о ней. Щелкните мышкой на информацию об IP-видеокамере, выбрав ее из списка, чтобы отобразить в правой части окна ее сетевые параметры. Измените значения IP-адреса и шлюза видеокамеры.»[2] Изменение сетевых настроек показано на рисунке 21.

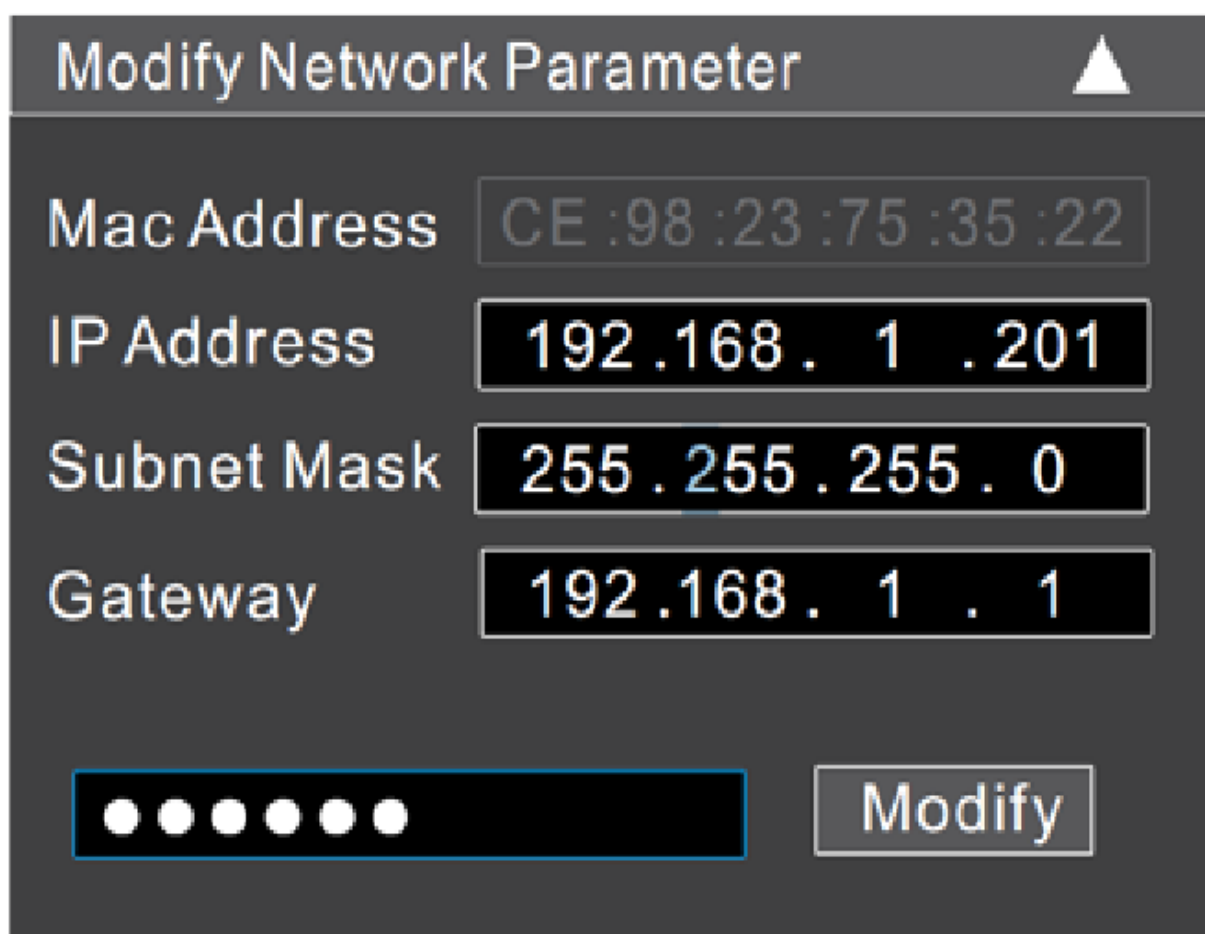


Рисунок 21 – Изменение сетевых настроек

«Следите, чтобы IP-адреса видеокамеры и ПК находились в одном сегменте сети. Например, IP-адрес вашего компьютера 192.168.1.4. В этом случае следует изменить IP-адрес видеокамеры на 192.168.1.X. После изменения данных введите пароль администратора, а затем нажмите кнопку Modify, чтобы изменения вступили в силу. После этого дважды щелкните по IP-адресу видеокамеры, после чего откроется окно веб-браузера IE для подключения к видеокамере. Веб-браузер IE автоматически запустит элемент управления ActiveX. Проверьте настройки безопасности веб-браузера: установка элементов ActiveX должна быть разрешена. После того как элемент управления ActiveX установится, появится окно авторизации. Введите имя пользователя и пароль для авторизации. Важно: Имя пользователя по умолчанию – admin; пароль по умолчанию - 123456.»[2]

## 2.5 Получение доступа к видеокамере через Internet Explorer

Рассмотрим второй способ получения доступа к видеокамере, через Internet Explorer, его схема указана на рисунке 22.

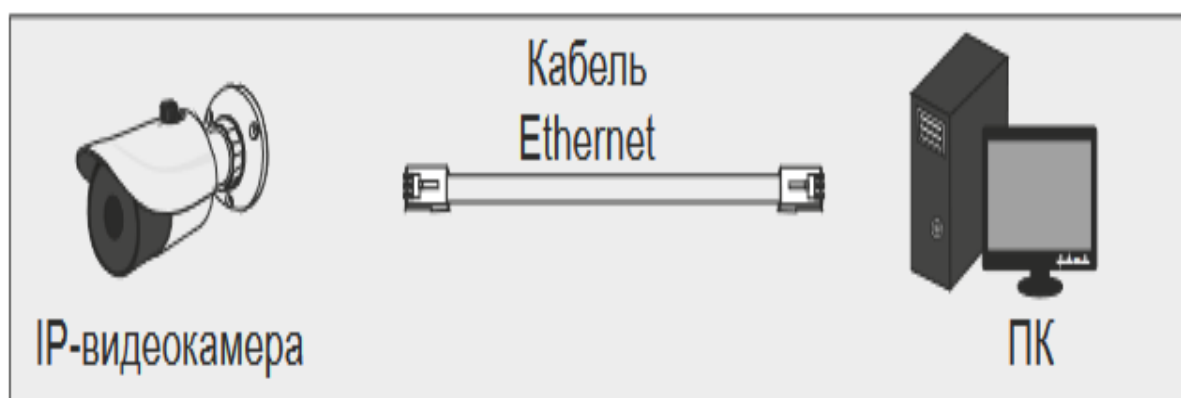


Рисунок 22 – Схема получения доступа к видеокамере через Internet Explorer



Если подключение к IP-видеокамере происходит в первый раз - можно использовать сетевые настройки по умолчанию, они указаны в таблице 7

Таблица 7 – сетевые настройки по умолчанию

IP-адрес	IP-адрес 192.168.226.201
Маска подсети	255.255.255.0
Шлюз	192.168.226.1
Порт	HTTP 80
Порт данных	9008

Далее вручную назначьте IP-адрес компьютера. IP-адрес ПК должен находиться в одном сегменте сети с IP-адресом видеокамеры по умолчанию. Откройте Центр управления сетями и общим доступом. Нажмите подключение по локальной сети для перехода к окну подключения по локальной сети, пример показан на рисунке 23.

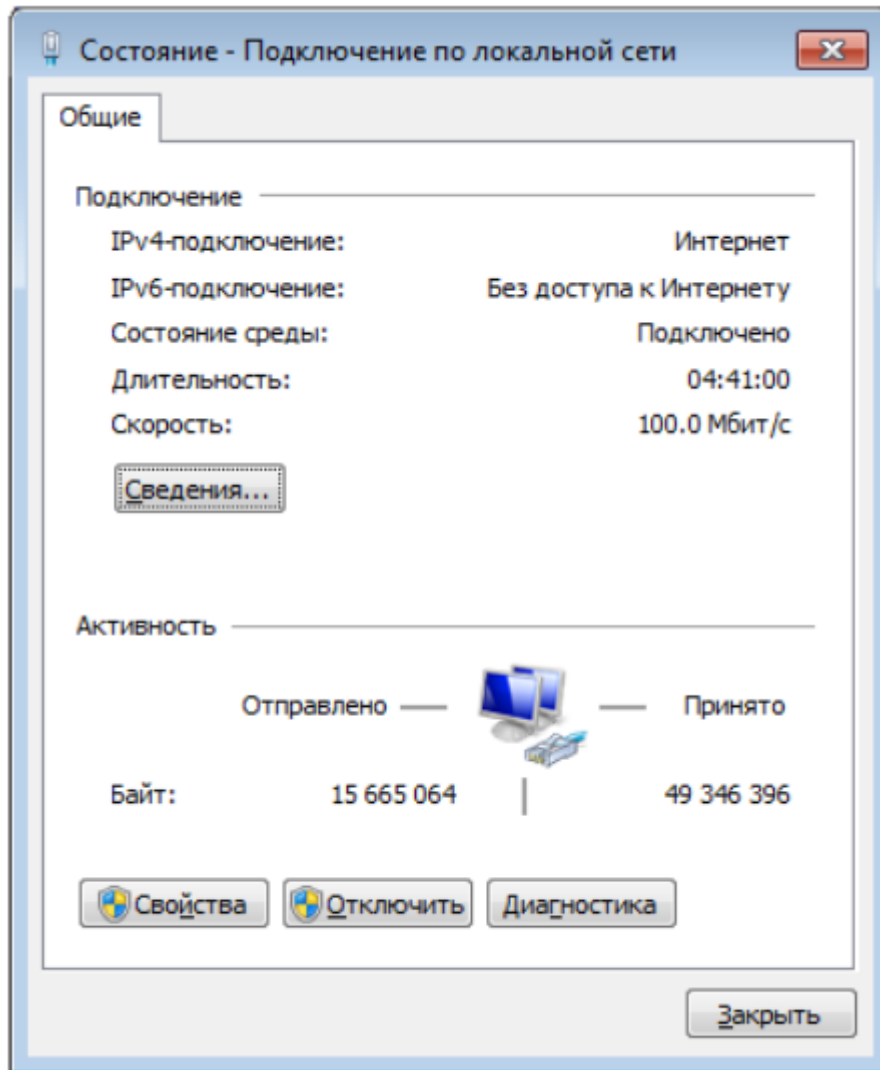


рисунок 23 – Окно подключения по локальной сети

«В появившемся окне нажмите кнопку Свойства. Выберите версию интернет протокола в соответствии с вашими потребностями (например, Протокол Интернета версии 4 (TCP/IP)). Далее нажмите кнопку Свойства, чтобы установить сетевые параметры ПК. На закладке Основные введите IP-адрес и прочую сетевую информацию о компьютере. Нажмите ОК, чтобы выйти и применить сетевые настройки.»[2] Пример указан на рисунке 24.

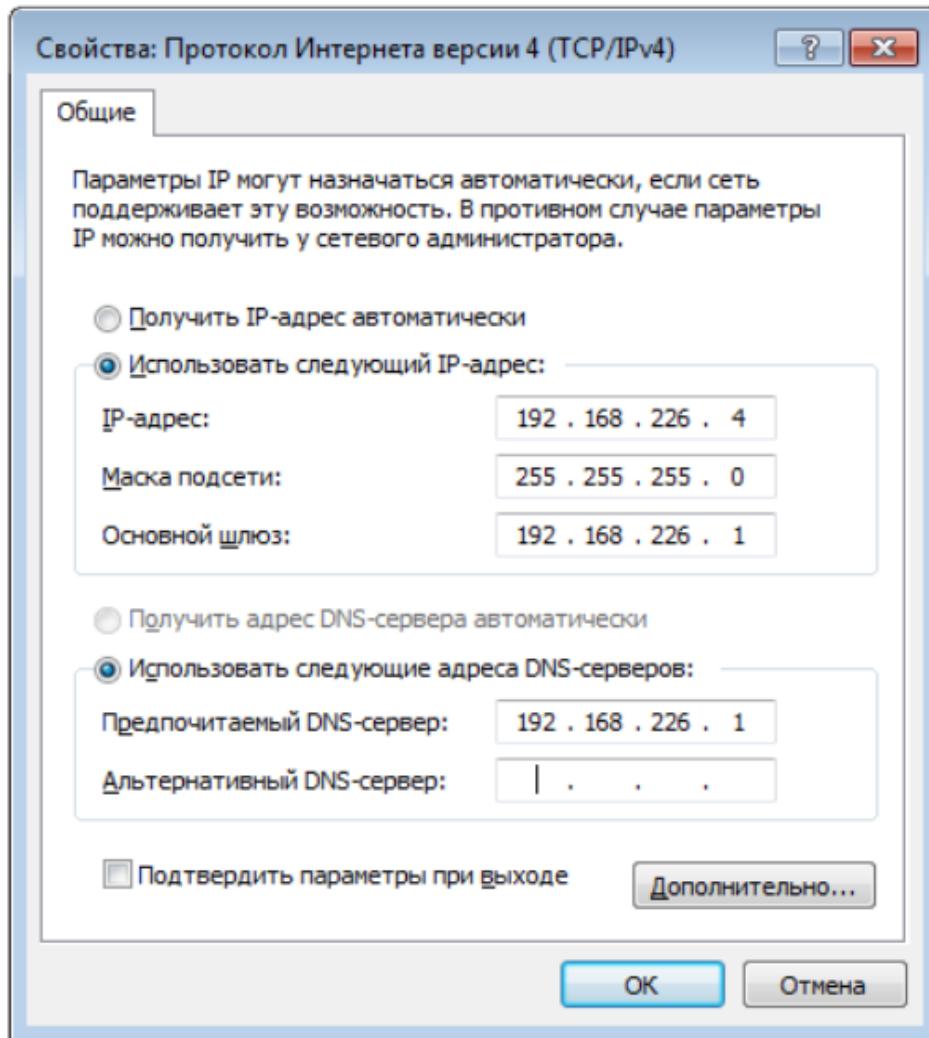


рисунок 24 – Выбор версии интернет протокола

«После этого надо открыть веб-браузер IE, ввести IP-адрес видекамеры по умолчанию и нажать Enter. Веб-браузер IE автоматически загрузит элемент управления Active X. После загрузки элемента управления ActiveX появится окно авторизации. Введите имя пользователя и пароль по умолчанию в окне авторизации и нажмите кнопку ОК, чтобы начать просмотр видео от IP-видекамеры.»[2]

## Оценочная часть

Проанализировав всю основную часть можно составить расчет всего необходимого оборудования, которое приведено в таблице 8 ниже.

Таблица 8 – расчёт себестоимости устройства

Наименование	Кол-во, шт.	Стоимость, руб.
IP-видеокамера LTV CNE-624 48	1	11 355
Шуруп-саморез PA4x25	4	–
Винт PWM3x5	1	–
Монтажный шаблон	1	–
Пластмассовый дюбель	4	–
CD-диск с программой IP-Tool	1	–
Термокожух Релион-ТКВ-П-ВО-ИКВ	1	143 407
Силикагель	1	-
Провод с разъемом BNC	1	-
Провод с разъемом RJ45 (TP8P8C)	1	-
крепеж для видеооборудования (болт 1/4"x5/8", шайба Ø6)	1	-
Крепёжно-юстировочное устройство	1	-
Паспорт СПЕК.732118.180.000 ПС	1	-
	Сумма	154762

Стоит отметить, что позиции 2-6 и 8-13 идут в комплекте, по этому их дополнительная покупка не требуется, они включены в стоимость видеокамеры и термокожуха. Сама же стоимость термокожуха обусловлена тем, что данные изделия изготавливаются из дорогостоящих материалов и с применением сложных технологий, чем и обеспечивается их стойкость к различным агрессивным средам.

## Заключение

В данной выпускной квалификационной работе была разработана система удаленного видеонаблюдения за печатью 3D-Принтера.

Главная задача данной системы удаленно предоставлять информацию о процессе печати 3D-принтера, а так же выдерживать экстремальные температуры, находясь внутри корпуса этого самого 3D-принтера.

Устройство представляет собой сборку из:

- IP-видеокамеры, для передачи изображения на любое цифровое устройство, будь то ноутбук или персональный компьютер;
- Термокожуха с водяных охлаждением, который служит защитой от экстремальных температур, в него встраивается камера видеонаблюдения;
- Составлена инструкция подключения устройства видеонаблюдения к персональному компьютеру;

Данная система рассчитана на 3D-принтеры промышленного масштаба, в которых имеется достаточно места для монтирования габаритного оборудования внутри корпуса.

В ходе ВКР были произведены:

- Изучение устройств видеонаблюдения на рынке и области их применения.
- Подбор комплектующих, необходимых для обеспечения работоспособности системы видеонаблюдения.
- Составление алгоритма подключения системы видеонаблюдения к персональному компьютеру.
- Расчёт рыночной стоимости сборки устройства.

В заключении хочу отметить, что все-таки на мой взгляд использование интегрированной в 3D-принтер системы видеонаблюдения все еще является довольно дорогостоящей технологией и применима только при разработке собственной модели 3D-принтера, так как заводские модели в большинстве своем не предполагают такого рода интеграции, и к ним можно применить эту же систему видеонаблюдения, исключив из нее термокожух и расположив все видеокамеры снаружи, что значительно сэкономит финансовые ресурсы, но будет не менее эффективно.

## Список используемой литературы

1. Андрейчиков, И. Мощные и надежные видеокамеры для наружного видеонаблюдения от компании Axis Communications / И. Андрейчиков // Алгоритм безопасности.- 2013. - № 3.- С. 68.
2. Бородулин, В. В. Управление передачей данных в системах беспроводного видеонаблюдения реального времени] : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.13.01 / В. В. Бородулин. - Хабаровск, 2012. - 18 с.
3. Вайда, З. Современная видеозапись / З. Вайда; пер. с венг.– М.: Радио и связь, 1987. – 176 с.
4. Васин, Николай Николаевич. Расширение функциональных возможностей систем видеонаблюдения / Н. Н. Васин, Р. Р. Диязитдинов, В. Ю. Куринский. - Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2013. - 224 с.
5. Дамьяновски, В. CCTV. Библия видеонаблюдения. Цифровые и сетевые технологии / В. Дамьяновски; пер. с англ. – М.: ООО «Ай-Эс-Эс Пресс», 2006. – 480 с.
6. Дворкович В.П. Цифровые видеоинформационные системы (теория и практика)/ В. П. Дворкович, А. В. Дворкович. – Москва: Техносфера, 2012. - 1008 с.
7. Довбыш А.А. Современные системы видеонаблюдения // Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ" имени В.И. Ульянова (Ленина)» Реферат, 2009г. Режим доступа: <https://refdb.ru/look/2665872-pall.html> (дата обращения 23.05.2022).
8. Защитные термокожухи для видеокамер наблюдения и тепловизоров [Электронный ресурс]: статья. – режим доступа: [https://armosystems.ru/articles/cctv/videocamera\\_housing/](https://armosystems.ru/articles/cctv/videocamera_housing/) (дата

- обращения: 13.04.2022).
9. Инструкция по быстрому запуску LTV CNE-624 48 [Электронный ресурс]: статья. – режим доступа: [https://shop.itzavod.ru/upload/iblock/682/uvt9as241j2yla0682r6m6v8nivzi\\_u96.pdf?ysclid=14mb1ftfi7849448932](https://shop.itzavod.ru/upload/iblock/682/uvt9as241j2yla0682r6m6v8nivzi_u96.pdf?ysclid=14mb1ftfi7849448932) (дата обращения: 15.05.2022).
  10. Информационно-компьютерная система службы видеонаблюдения [Электронный ресурс] Статья. – режим доступа: [https://knowledge.allbest.ru/radio/3c0a65625b2ac78a5d53a88521306d26\\_0.html](https://knowledge.allbest.ru/radio/3c0a65625b2ac78a5d53a88521306d26_0.html) (дата обращения 15.06.2022).
  11. Кругль Г. Профессиональное видеонаблюдение. Практика и технологии аналогового и цифрового CCTV / Г. Кругль. 2010. - 640 с.
  12. Пескин А. Е. Системы видеонаблюдения. Основы построения, проектирования и эксплуатации / А. Е. Пескин. – М: Горячая линия-Телеком, 2016. – 256 с
  13. Разработка системы видеонаблюдения [Электронный ресурс]: статья. – режим доступа: [https://knowledge.allbest.ru/radio/2c0a65635a3ac79b4d43b88421306c36\\_0.html?ysclid=14ye0den3c90409098](https://knowledge.allbest.ru/radio/2c0a65635a3ac79b4d43b88421306c36_0.html?ysclid=14ye0den3c90409098) (дата обращения 14.03.2022).
  14. Системы видеонаблюдения и видеоконтроля [Электронный ресурс] Статья. – режим доступа: [https://knowledge.allbest.ru/radio/3c0a65635b3ac78a5d43b88421206c36\\_0.html](https://knowledge.allbest.ru/radio/3c0a65635b3ac78a5d43b88421206c36_0.html) (дата обращения 14.03.2022).
  15. Смирнов, А. В. Основы цифрового телевидения: учеб. пособие / А. В. Смирнов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 224 с.
  16. Смирнов, А. Как снизить затраты на серверы для системы IP-видеонаблюдения? / А. Смирнов // Системы безопас. - 2012. - № 5.- С. 101.
  17. Современные системы видеонаблюдения. Курсовая работа (т). Информатика, ВТ, телекоммуникации. 2014-05-18 База знаний ©



- Библиофонд [Электронный ресурс] Статья. – режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=730572> (дата обращения 12.03.2022).
- Статья. – режим доступа: <https://knowledge.allbest.ru/radio/2c0a65635a3ac79b4d43b88421306c360.html> (дата обращения 17.03.2022).
18. Степанова, Н. Пять интересных факторов об одной системе видеонаблюдения / Н. Степанова // Алгоритм безопасности. - 2014. - № 3.- С.
19. 3D Printers: Best Cameras & Apps for Monitoring & Time-Lapse [Электронный ресурс] Статья. – режим доступа: <https://the3dprinterbee.com/3d-printer-camera-time-lapse-monitoring/> (дата обращения 12.05.2022).
20. How to Remote Monitor your 3D Printer with Raspberry Pi [Электронный ресурс] Статья. – режим доступа: <https://www.tomshardware.com/how-to/monitor-3D-printer-raspberry-pi> (дата обращения 11.03.2022).
21. System For Active Video Observation Over The Internet [Электронный ресурс] Статья. – режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/3963620\\_System\\_For\\_Active\\_Video\\_Observation\\_Over\\_The\\_Internet](https://www.researchgate.net/publication/3963620_System_For_Active_Video_Observation_Over_The_Internet) (дата обращения 15.04.2022)
22. User interface for video observation over the internet [Электронный ресурс] Статья. – режим доступа: <http://eprints.fri.uni-lj.si/159/1/JNCA98.pdf> (дата обращения 12.04.2022).
23. Vision based error detection for 3D printing processes [Электронный ресурс] Статья. – режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/303505965\\_Vision\\_based\\_error\\_detection\\_for\\_3D\\_printing\\_processes](https://www.researchgate.net/publication/303505965_Vision_based_error_detection_for_3D_printing_processes) (дата обращения 12.05.2022).