

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Факультет безопасности информационных технологий**

**Дисциплина:**

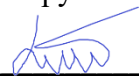
«Технологии видеонаблюдения»

**ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ**

«Аудит системы телевизионного наблюдения станции метрополитена «Лесная»»

**Выполнили:**

Бардышев Артём Антонович,  
студент группы N3246

  
(подпись)

Суханкулиев Мухаммет,  
студент группы N3246

  
(подпись)

**Проверил:**

Волхонский Владимир Владимирович,  
профессор

---

(отметка о выполнении)

---

(подпись)

Санкт-Петербург

2024 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
1     Анализ и проектирование системы видеонаблюдения .....	5
1.1    Описание станции метро «Лесная» .....	5
1.2    Постановка задачи и описание зон наблюдения .....	6
1.3    Нижний вестибюль .....	7
1.3.1    Определение возможных угроз и требуемой плотности пикселей .....	7
1.3.2    Анализ установленной системы телевизионного наблюдения .....	8
1.3.3    Моделирование системы телевизионного наблюдения .....	9
1.3.4    Возможное исправление .....	10
1.4    Зона входа/выхода с эскалатора .....	11
1.4.1    Определение возможных угроз и требуемой плотности пикселей .....	11
1.4.2    Анализ установленной системы телевизионного наблюдения .....	12
1.4.3    Моделирование системы телевизионного наблюдения .....	13
1.5    Возможные исправления .....	16
Заключение .....	17
Список использованных источников .....	18
Рисунок А.1 – Общий план с текущим расположением камер .....	19
Рисунок А.2 – Виды с камер №4 и №12 в нижнем вестибюле .....	20
Рисунок А.3 – Виды с камер №1 и №2 в нижнем вестибюле .....	21
Рисунок А.4 – Виды с купольных камер в зоне входа/выхода с эскалатора .....	22
Рисунок А.5 – Вид с купольной камеры на кронштейне в зоне входа/выхода с эскалатора .....	22

## **ВВЕДЕНИЕ**

Цель работы – анализ и проектирование системы телевизионного наблюдения станции метро «Лесная».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

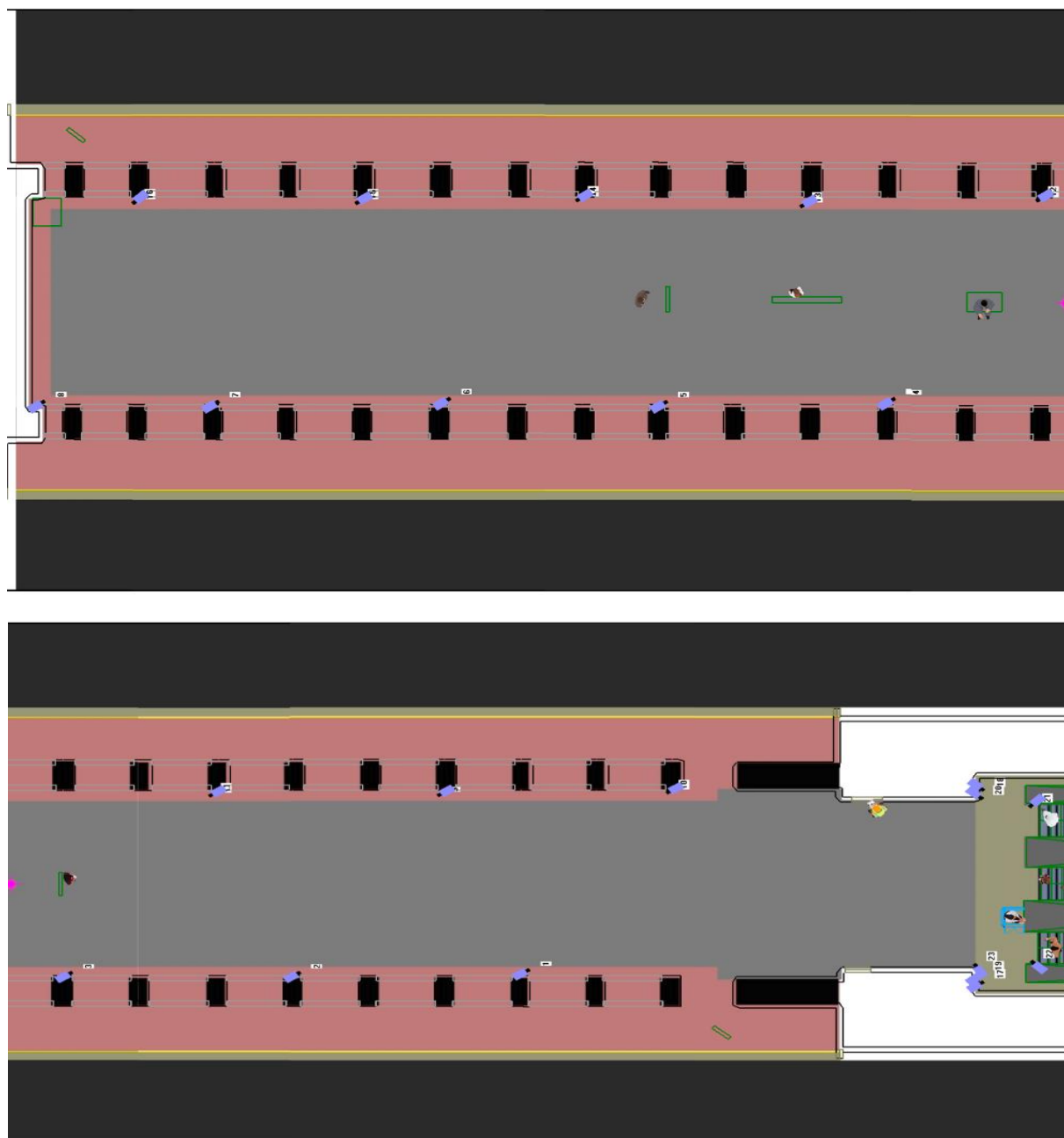
- Определить возможные угрозы и необходимую плотность пикселей на метр для выполнения задач видеонаблюдения;
- Смоделировать систему телевизионного наблюдения;
- Анализ расположения и характеристик установленных камер;
- Предложить возможные улучшения системы.

# 1 АНАЛИЗ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

## 1.1 Описание станции метро «Лесная»

«Лесная» — станция Петербургского метрополитена входит в состав Кировско-Выборгской линии, расположена между станциями «Выборгская» и «Площадь Мужества». «Лесная» — трех сводчатая колонная станция глубокого заложения (глубина  $\approx 64$  м).

Общий план с текущей расстановкой камер видеонаблюдения – Рисунок А.1 – Приложение А.



## 1.2 Постановка задачи и описание зон наблюдения

Для анализа системы видеонаблюдения выбраны две ключевые зоны станции метро «Лесная»: нижний вестибюль и зона входа/выхода с эскалатора.

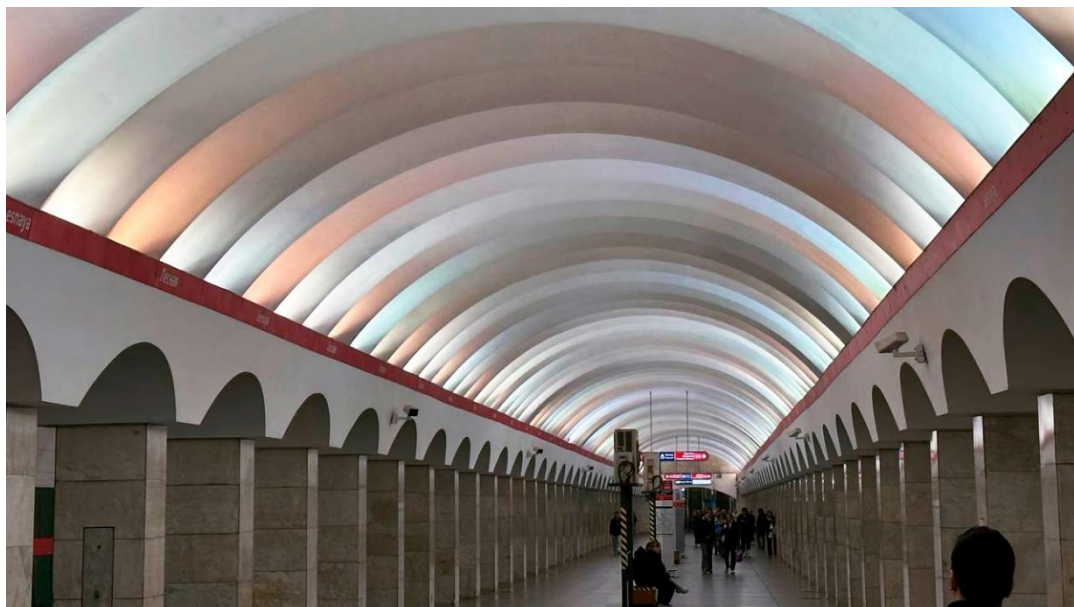


Рисунок 1 – Нижний вестибюль

Нижний вестибюль станции является одним из самых загруженных и служит основным маршрутом для пассажиров, что способствует появлению различных инцидентов. Наличие системы телевизионного наблюдения в этой зоне позволяет эффективно контролировать ситуацию и оперативно реагировать на возможные нарушения.



Рисунок 2 – Зона входа/выхода с эскалатора

Зона входа/выхода с эскалатора также является важной для наблюдения, так как именно оттуда все пассажиры попадают в нижний вестибюль. Этот проход является узким местом, где скапливается большое количество людей. Наблюдение за этой областью позволяет не только контролировать поток пассажиров, но и обеспечивать безопасность на переходах и выходах.

### **1.3 Нижний вестибюль**

#### **1.3.1 Определение возможных угроз и требуемой плотности пикселей**

Возможные угрозы в коридоре вестибюля:

1. **Акты вандализма:** Увеличенная концентрация людей может привести к актам вандализма, таким как повреждение оборудования или граффити.
2. **Террористические угрозы:** Поскольку главный коридор является центральной частью станции, он может стать целью террористов.
3. **Скандалы и драки:** Скопление людей может привести к конфликтным ситуациям, включая драки или словесные ссоры.
4. **Потеря людей:** Наблюдение может помочь в случае, если кто-то потеряется, особенно дети или пожилые люди.

Для эффективного видеонаблюдения в вестибюле необходимо определить требуемую плотность пикселей, которая позволит достичь четкости изображения, достаточной для распознавания лиц и обнаружения правонарушений. В данной зоне, учитывая умеренную концентрацию людей и потенциальные угрозы, следует использовать камеры с минимальной плотностью пикселей не менее 125 пикселей на метр. Такая плотность пикселей является достаточной для распознавания, то есть определения с высокой степени достоверности, что наблюдаемый субъект – тот, которого видели ранее.

### 1.3.2 Анализ установленной системы телевизионного наблюдения

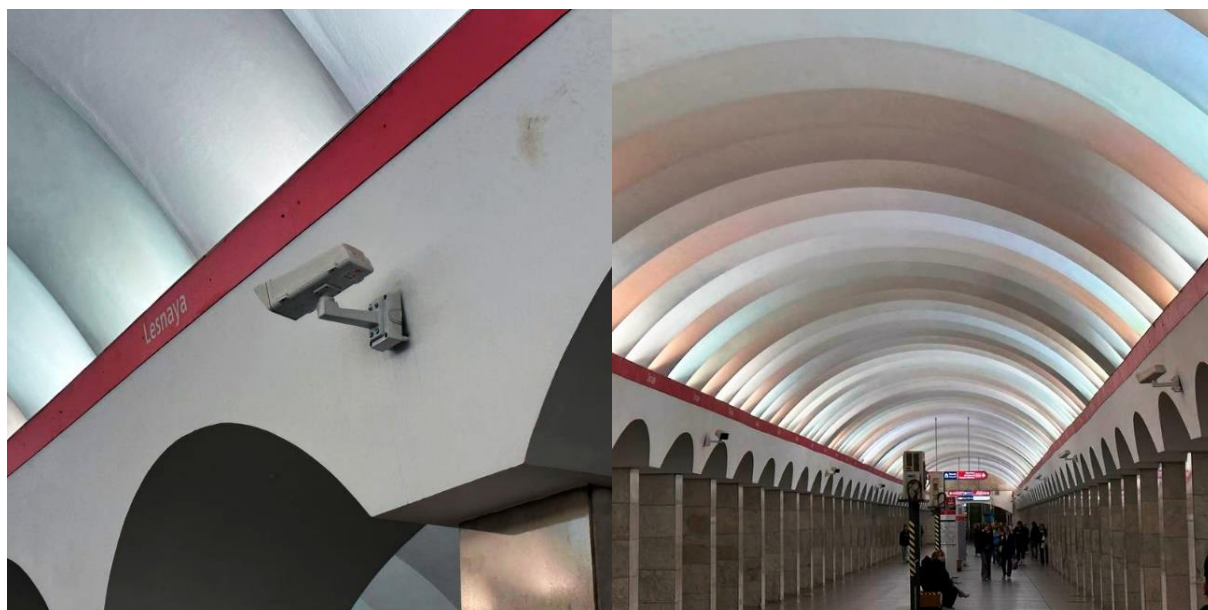



Рисунок 3 – Камеры видеонаблюдения в вестибюле

Таблица 1 – Предположительные данные камер видеонаблюдения в коридоре

<b>Модель</b>	Axis M1125-E 
<b>Тип</b>	Box
<b>Задача</b>	Распознавание
<b>Размер матрицы</b>	1/3"
<b>Разрешение, <math>M</math></b>	1920x1080
<b>Фокусное расстояние</b>	4,2 мм
<b>При этом установка камер</b>	
<b>Высота установки</b>	2,75 м
<b>Расстояние от камеры до зоны наблюдения, <math>L</math></b>	10 м
<b>Высота цели</b>	2 м
<b>Занесём эти данные в калькулятор зон обзора и получим</b>	
<b>Ширина зоны обзора</b>	10,5 м
<b>Горизонтальный угол обзора, <math>\alpha</math></b>	70°

$$\Pi_{\Pi} = \frac{M}{2\pi L \frac{\alpha}{360}} \Rightarrow M = \Pi_{\Pi} 2\pi L \frac{\alpha}{360}$$

Где  $\Pi_{\Pi}$  – плотность пикселей,  $M$  – разрешение камеры по горизонтали,  $L$  – расстояние до цели,  $\alpha$  – угол горизонтального обзора камеры.

При подстановке значений имеем реальную плотность пикселей:

$$\Pi_{\Pi} = \frac{1920}{2\pi \cdot 10 \cdot \frac{70}{360}} \approx 157 \frac{\text{пикс}}{\text{м}} - \text{что является достаточным.}$$

Из того, как расположены камеры (Рисунок 3 –) видно, что камеры направлены высоко (высота цели  $\approx 2$  метра), это значит, что слепая зона достаточно большая. В вестибюле расположено по 8 камер с каждой стороны.

### 1.3.3 Моделирование системы телевизионного наблюдения

Рассмотрим пару камер (№ 4, № 12), расположенных в центре коридора (для упрощения другие камеры скрыты).

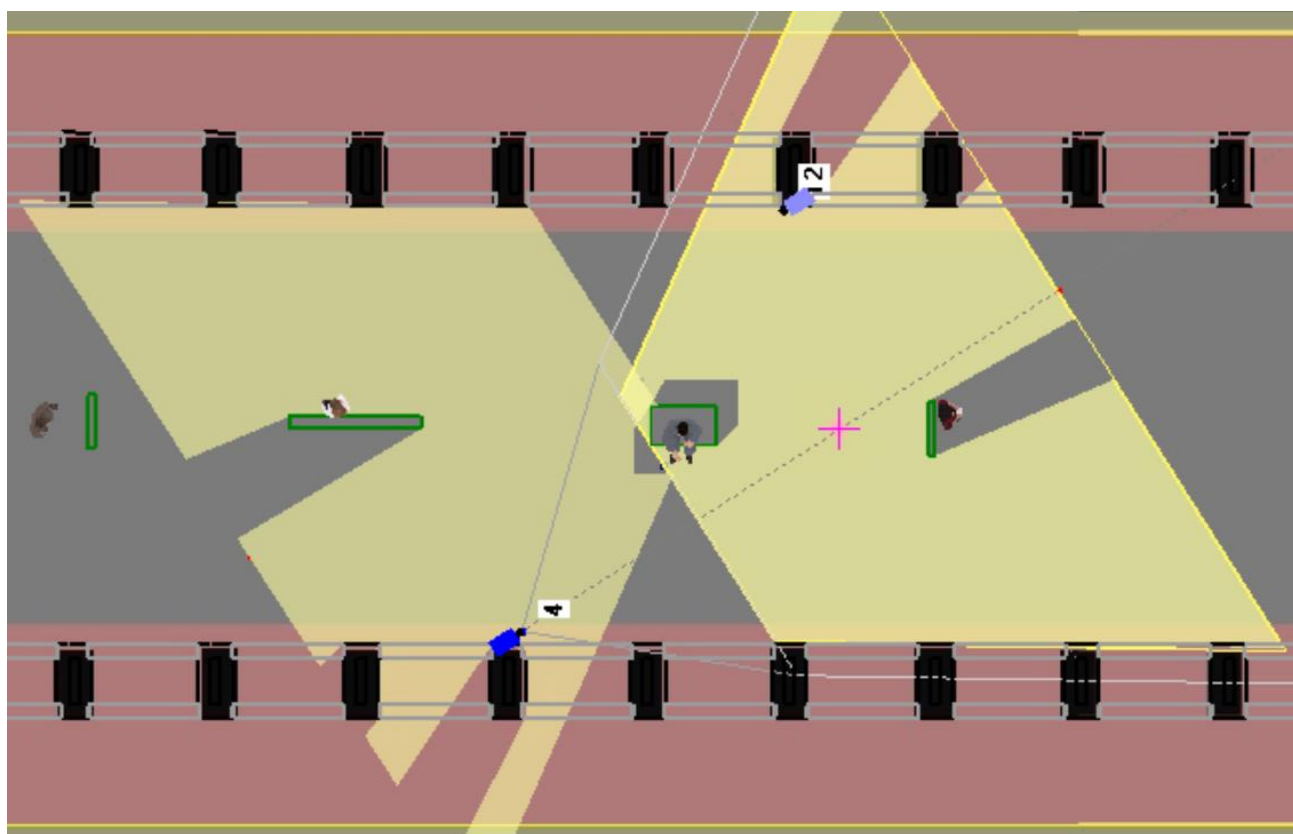


Рисунок 4 – Расположение камер видеонаблюдения в нижнем вестибюле

Из рисунка видно неправильное расположение камер, из-за чего образуются слепые зоны. (Виды с этих камер – Рисунок А.2 –)



### 1.3.4 Возможное исправление

Для контроля больших прямоугольных зон, в данном случае – нижнего вестибюля, лучше использовать односторонний обзор, без не просматриваемых зон.

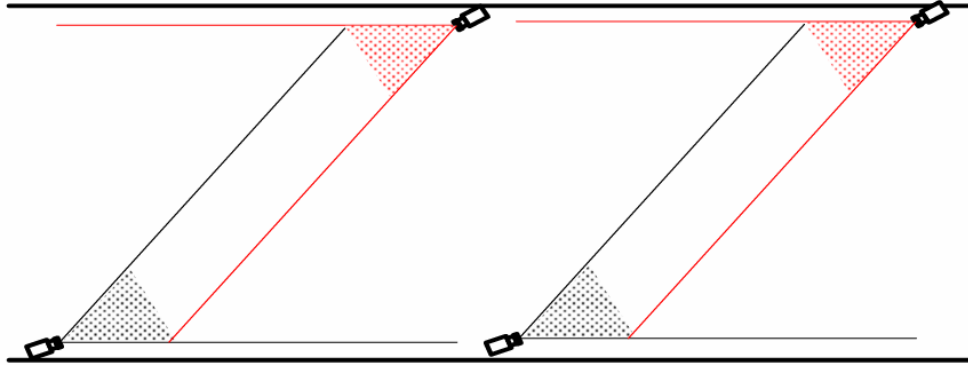


Рисунок 5 – Схема установки камер для контроля больших прямоугольных зон

Примерная ширина коридора – 7 метров. Поэтому расстояние от камеры до цели установим  $7\sqrt{2} \approx 10$  метров.

$$M = 125 \cdot 2\pi \cdot 10 \cdot \frac{70}{360} \approx 1527 \text{ пикселей}$$

Это значит, что будет достаточно использовать разрешение в 1.6 МП. Воспользуемся калькулятором зон обзора для определения нужных характеристик камер. Оптимальная высота установки 2.8 метров, высота цели – 1.8 метр. Фокусное расстояние 3.8 мм, горизонтальный угол  $70^\circ$ , разрешение 1920x1080 (2МП 16:9). При таких характеристиках разрешение цели на расстоянии 10 метров будет 135 пикселей на метр, что является достаточным.

Смоделируем расположение таких камер на нашем плане.

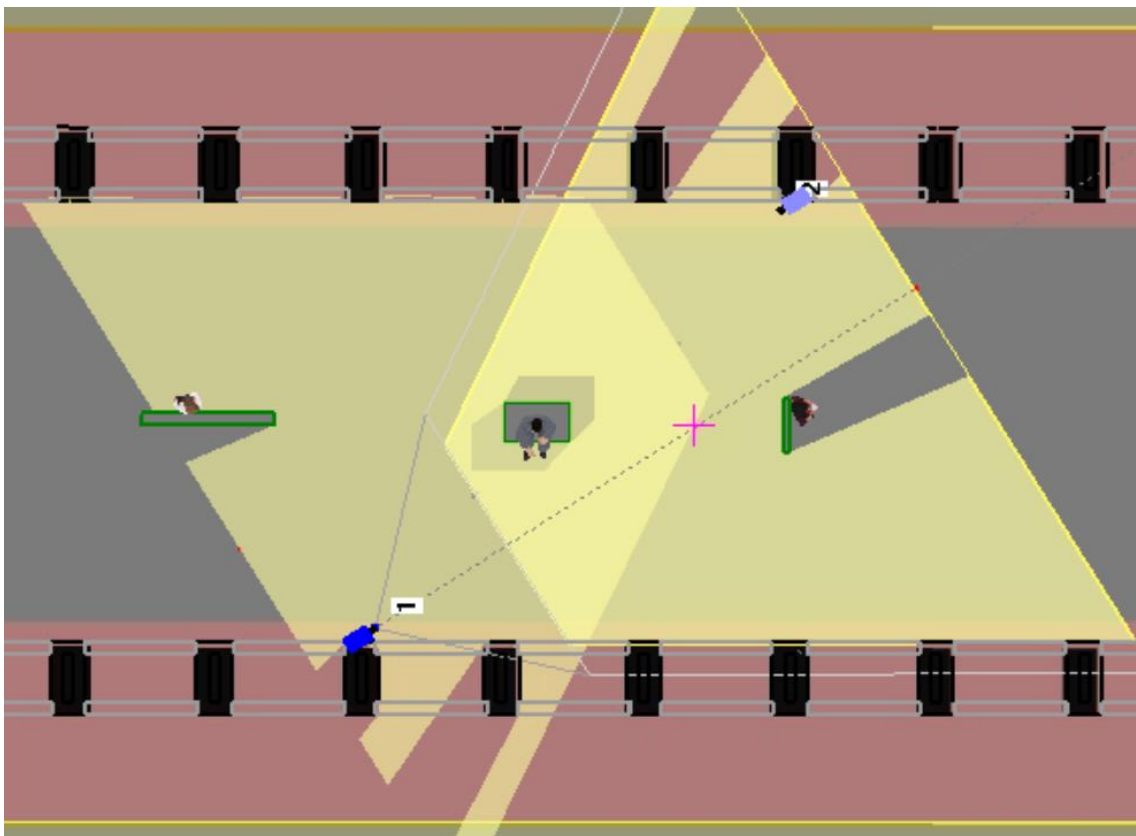


Рисунок 6 – Правильное расположение камер в нижнем вестибюле

При таком расположении каждая камера напротив компенсирует слепую зону другой. Будет достаточным расположить эти камеры каждые 10 метров. Длина вестибюля  $\approx 55$  метров – то есть 6 камер с каждой стороны. (Виды с этих камер – Рисунок А.3 – )

## 1.4 Зона входа/выхода с эскалатора

### 1.4.1 Определение возможных угроз и требуемой плотности пикселей

Возможные угрозы в зоне входа/выхода с эскалатора:

1. **Столкновения и падения:** Зона входа/выхода с эскалатора — узкое место, где большое количество людей может споткнуться или столкнуться друг с другом, особенно если пассажиры спешат.
2. **Кражи и воровство:** В этой зоне также могут происходить кражи, особенно в часы пик, когда внимание пассажиров рассеяно.
3. **Паника и давка:** В случае экстренной ситуации (например, пожар, угроза) высокая плотность людей может привести к панике и давке, что увеличивает риск травм.

4. **Террористические угрозы:** Зона выхода с эскалатора может быть целью для террористов, поскольку это одно из основных мест, через которые проходят пассажиры.
5. **Угроза безопасности:** Присутствие подозрительных лиц или групп может представлять потенциальную угрозу для безопасности пассажиров.

Учитывая высокую концентрацию людей и потенциальные угрозы, следует использовать камеры с минимальной плотностью пикселей не менее 125 пикселей на метр, как уже было упомянуто выше, это обеспечит достаточную чёткость для распознавания происшествий.

При этом в узком проходе эскалатора требуется использовать дополнительные камеры для идентификации подозрительных лиц, для этого используется плотность не менее 250 пикселей на метр.

#### 1.4.2 Анализ установленной системы телевизионного наблюдения

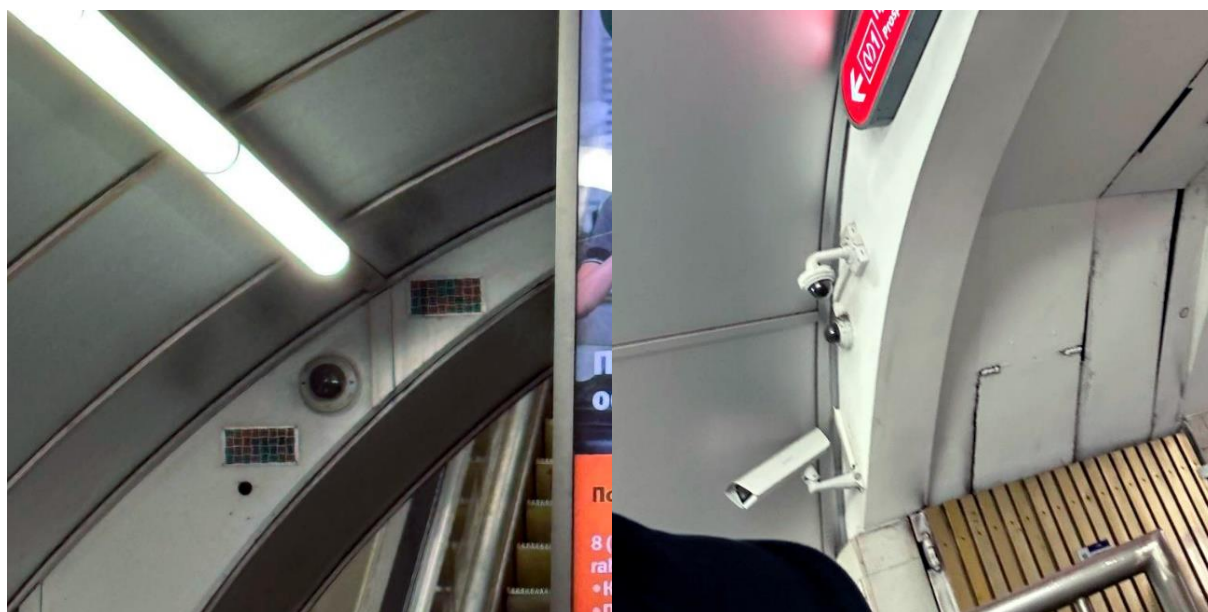



Рисунок 7 – Камеры видеонаблюдения у выхода с эскалатора

Здесь 3 вида камер – прямоугольная, купольная и купольная на кронштейне (только с одной стороны).

Таблица 2 – Предположительные данные камер видеонаблюдения в зоне входа/выхода с эскалатора

<b>Модель</b>	Axis M1124-E  (№17-18)	Axis P3235-LV  (№19-22)	Axis M3024-LVE  (№23)
<b>Тип</b>	Box	Dome	Dome
<b>Задача</b>	Идентификация	Распознавание	Распознавание
<b>Размер матрицы</b>	1/2,8"	1/3"	1/4"
<b>Разрешение, М</b>	1020x596	1280x720	1280x800
<b>Фокусное расстояние</b>	10,5 мм	3,1 мм	2,8 мм
<b>При этом установка камер</b>			
<b>Высота установки</b>	2,5 м	2,75 м	2,75 м
<b>Расстояние от камеры до зоны наблюдения, L</b>	3,5 м	4 м	7 м
<b>Высота цели</b>	2 м, 2,25 м	1 м	1,8 м
<b>Занесём эти данные в калькулятор зон обзора и получим</b>			
<b>Ширина зоны обзора</b>	2 м	8,8 м	11,5 м
<b>Горизонтальный угол обзора, α</b>	50°	90°	77°

При таких характеристиках имеем реальную плотность пикселей:

$$П_{П_{17-18}} = \frac{1020}{2\pi \cdot 3,5 \cdot \frac{50}{360}} \approx 334 \frac{\text{пикс}}{\text{м}}$$

$$П_{П_{19-22}} = \frac{1280}{2\pi \cdot 4 \cdot \frac{90}{360}} \approx 203 \frac{\text{пикс}}{\text{м}}$$

$$П_{П_{23}} = \frac{1280}{2\pi \cdot 7 \cdot \frac{77}{360}} \approx 136 \frac{\text{пикс}}{\text{м}}$$

Такая плотность пикселей является достаточной для каждой задачи.

### 1.4.3 Моделирование системы телевизионного наблюдения

Рассмотрим прямоугольные и купольные камеры отдельно.

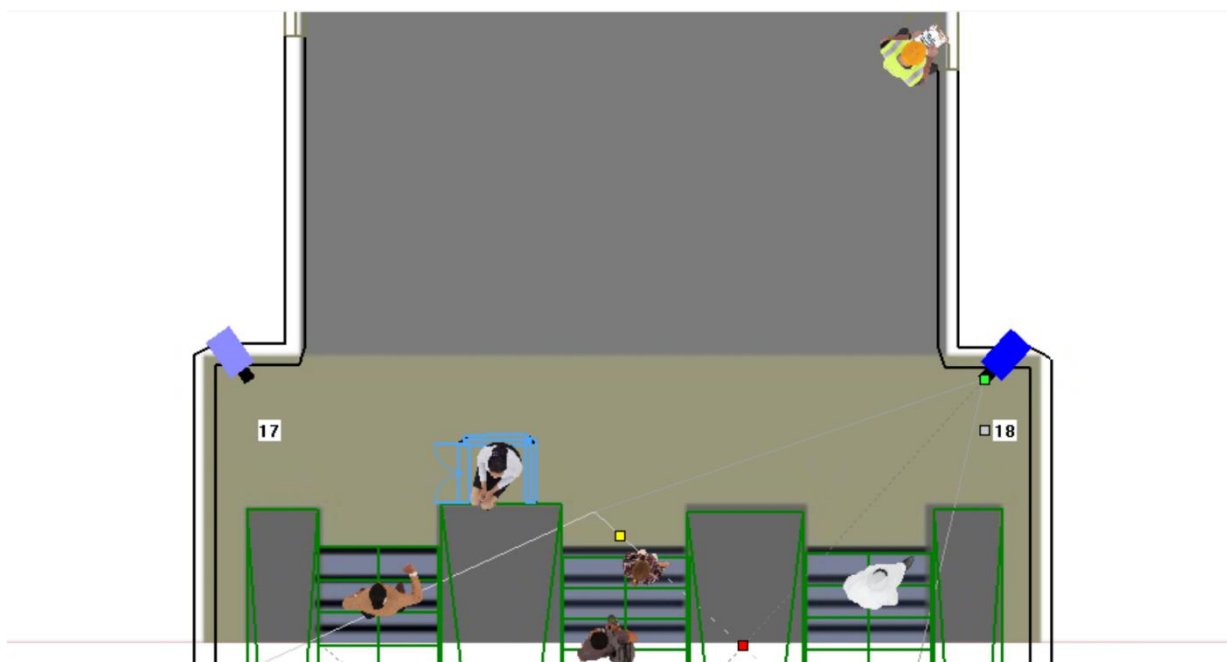
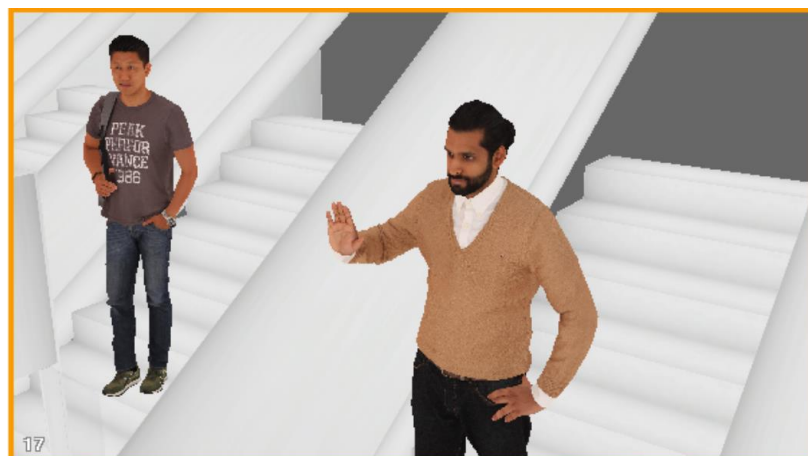


Рисунок 8 – Прямоугольные камеры в зоне входа/выхода с эскалатора

Такое расположение обосновывается тем, что существуют ограничения в виде препятствия и того, что нельзя установить камеру напротив центрального эскалатора. Поэтому высота цели для камеры №17 2,25 метра, а для №18 – 2 метра. Таким образом камера №17 идентифицирует людей чуть выше, даже тех, кто едет с центрального эскалатора. А камера №18 идентифицирует цели уже у выхода с эскалатора (включая центральный эскалатор).



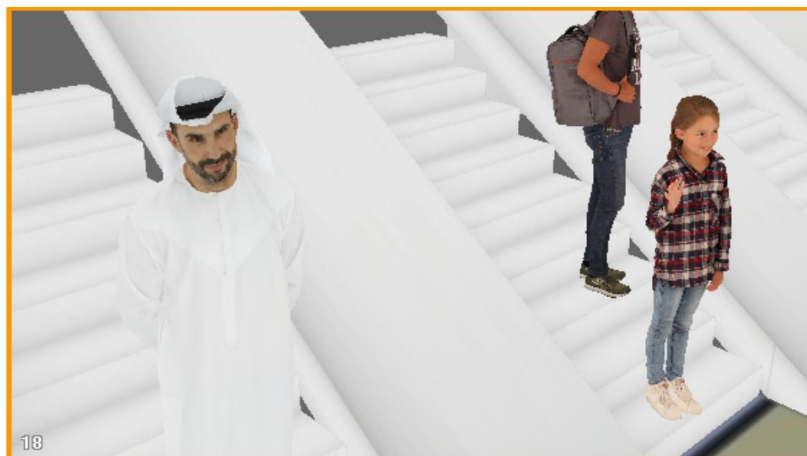


Рисунок 9 – Вид с камер №17 и №18 в зоне входа/выхода с эскалатора

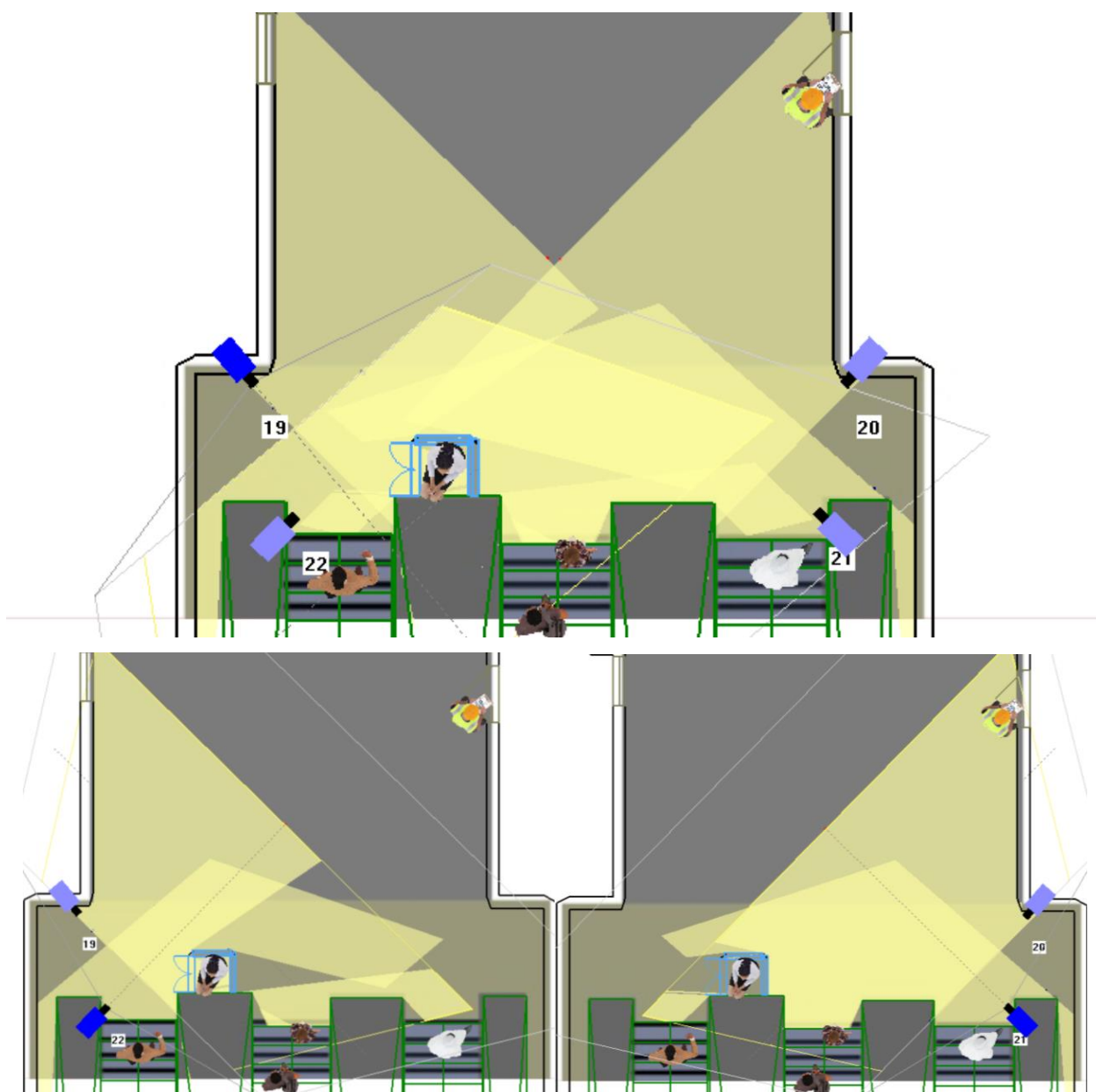


Рисунок 10 – Купольные камеры в зоне входа/выхода с эскалатора

Такое расположение четырёх купольных камер обеспечивает гарантированное наблюдение в зоне входа/выхода с эскалатора, даже учитывая препятствие, в виде будки дежурного. (Виды с этих камер – Рисунок А.4 – )

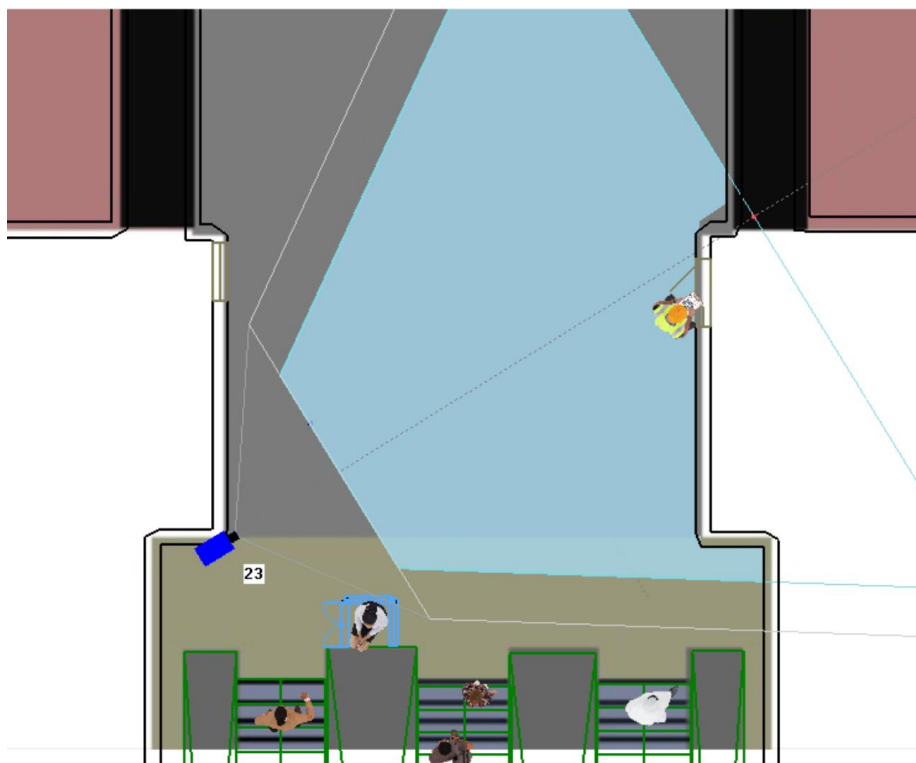


Рисунок 11 – Купольная камера на кронштейне в зоне входа/выхода с эскалатора

Эта камера используется для распознавания человека (ранее идентифицированного с 17-й или 18-й камеры), который потенциально может войти в служебное помещение. (Вид с этой камеры – Рисунок А.5 – )

### 1.5 Возможные исправления

Как выяснилось в ходе лабораторной работы, в нижнем вестибюле станции метро «Лесная» камеры видеонаблюдения установлены неправильно и существуют слепые зоны. Для решения этой проблемы можно заменить установленные камеры Axis M1124-E на камеры с более высоким разрешением и углом обзора Axis P1375-E, что также позволит сократить количество камер за счет более широкого захвата пространства каждой камеры. Либо же пересмотреть расстановку камер и использовать односторонний обзор, без не просматриваемых зон (Рисунок 6 –).

В зоне входа/выхода с эскалатора замечаний не обнаружено и можно оставить так, как есть.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе лабораторной работы был проведён анализ системы видеонаблюдения станции метро «Лесная».

### **1. Описание и задачи:**

- Определены ключевые зоны наблюдения: нижний вестибюль и зона входа/выхода с эскалатора.
- Постановлены задачи предотвращения угроз и обеспечения безопасности.

### **2. Анализ угроз:**

- В нижнем вестибюле выявлены риски вандализма, конфликтов, потерь людей и террористических угроз.
- Для зоны эскалатора определены риски падений, краж, давки и безопасности.

### **3. Оценка системы:**

- Проведён расчёт плотности пикселей, подтверждена достаточность разрешения камер для задач наблюдения.
- В нижнем вестибюле выявлены слепые зоны, в зоне эскалатора существенных недостатков не обнаружено.

### **4. Улучшения:**

- Для нижнего вестибюля предложена новая схема расстановки камер и замена устройств на модели с более широким углом обзора.

Работа позволила выявить недостатки текущей системы и предложить их устранение, а также закрепить навыки анализа угроз, проектирования и моделирования систем видеонаблюдения для обеспечения безопасности в общественных местах.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Теория и задание – Волхонский В. В. – Презентация – 2024 – URL: [ТВН-1 + задание 171024.pdf / Облако Mail](#)
2. Калькулятор зон обзора Іріса – Сайт – 2024 – URL: [Калькулятор зон обзора](#)
3. Некоторые фотографии расположенных камер видеонаблюдения – Сайт – URL: [Яндекс Карты — транспорт, навигация, поиск мест \(yandex.ru\)](#)
4. Схематический план нижнего вестибюля станции метро «Лесная» - Сайт – URL: [Станция Лесная, Петербургский метрополитен | Метро 2-х столиц \(metro2.org\)](#)

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

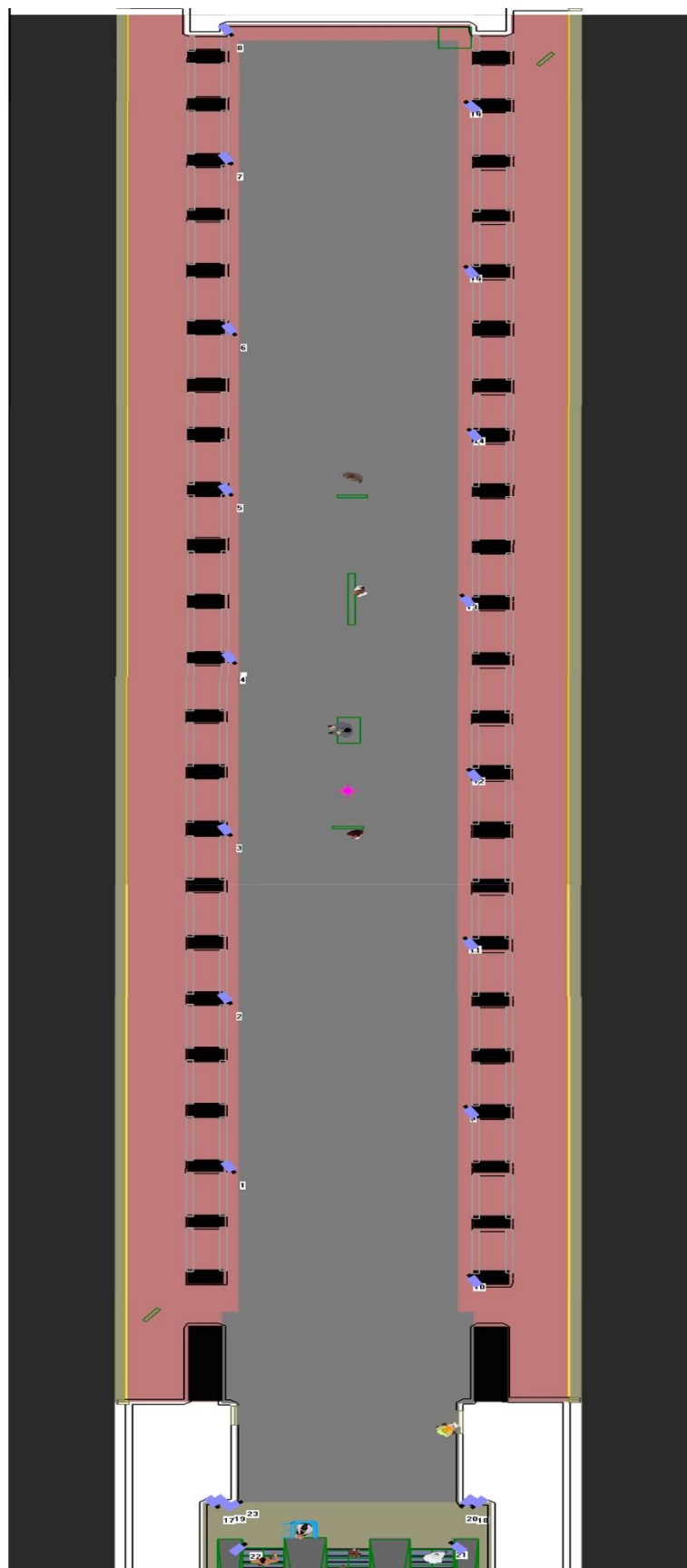


Рисунок А.1 – Общий план с текущим расположением камер

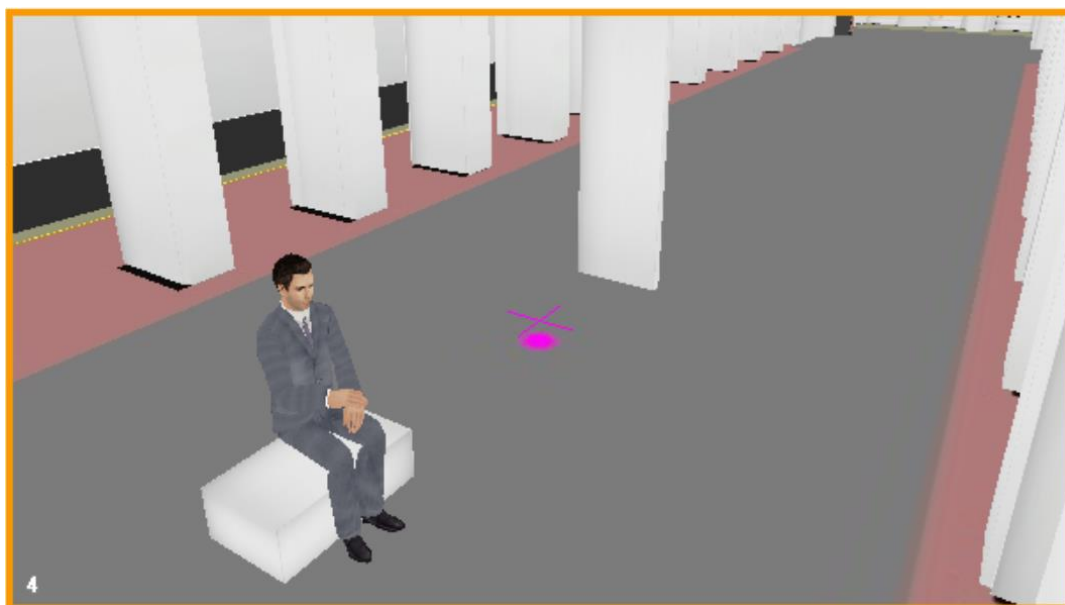


Рисунок А.2 – Виды с камер №4 и №12 в нижнем вестибюле



Рисунок А.3 – Виды с камер №1 и №2 в нижнем вестибюле (Исправленное расположение)



Рисунок А.4 – Виды с купольных камер в зоне входа/выхода с эскалатора



Рисунок А.5 – Вид с купольной камеры на кронштейне в зоне входа/выхода с эскалатора