

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**«Тренажер водителя трамвая (трамвайного вагона) модели 71-911ЕМ»**

## **ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК**

**Листов 18**

Москва, 2026

Аннотация .....	3
1    Перечень сокращений .....	3
2    Технические характеристики .....	4
2.1    Наименование программного обеспечения.....	4
2.2    Правообладатель и разработчик .....	4
2.3    Назначение.....	4
2.4    Используемые технологии .....	5
2.5    Требуемый размер дискового пространства и накопитель.....	5
2.6    Требуемый размер оперативной памяти.....	5
2.7    Входные данные .....	5
2.8    Выходные данные .....	6
3    Функциональные характеристики .....	7
4    Описание ПАК «Тренажер водителя трамвая (трамвайного вагона) модели 71-911ЕМ» с установленным программным обеспечением .....	9
4.1    Основные компоненты ПАК с установленным ПО: .....	9

## **Аннотация**

Настоящий документ содержит:

- общие технические характеристики ПО;
- сведения о функциональных возможностях программного обеспечения,

а также связанного с ним аппаратного комплекса

- описание и назначения модулей, входящих в состав системы.

## **1      Перечень сокращений**

Сокращение	Описание
АСУ	Автоматизированные Системы Управления
БС	Блок системный
БСИ	Блок системный инструктора
БУП	Блок управления платформой
МИ	Модуль инструктора
МВ	Модуль водителя
НЖМД	Накопитель на Жестких Магнитных Дисках
ПАК	Программно-Аппаратный Комплекс
ПВО	Пульт водителя основной
ПО	Программное Обеспечение
ТВ-71-911	Тренажер водителя трамвая (трамвайного вагона) модели 71-911ЕМ
ША	Шкаф аппаратный

## **2 Технические характеристики**

### **2.1 Наименование программного обеспечения**

Программное обеспечение для тренажера водителя трамвая (трамвайного вагона) модели 71-911ЕМ, предназначено для профессиональной подготовки и формирования навыков управления трамваем модели 71-911ЕМ, приобретению и поддержанию квалификационных требований у водителей трамваев.

Данное ПО разрабатывается и поставляется под прикладные нужды Заказчика, для дальнейшего включения в состав ПАК «Тренажер водителя трамвая (трамвайного вагона) модели 71-911ЕМ».

### **2.2 Правообладатель и разработчик**

Правообладателем и разработчиком является ООО «Логос-Агентные технологии», что подтверждается следующими документами:

- Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ от 12.12.2025 за №2025695648 «Тренажер водителя трамвая (трамвайного вагона) модели 71-911ЕМ»;

### **2.3 Назначение**

ПО Тренажера предназначено для профессиональной подготовки и формирования навыков управления трамваем модели 71-911ЕМ, приобретению и поддержанию квалификационных требований у водителей трамваев.

Также элементы ядра программного обеспечения и некоторые системные модули дополнительно используются в других программно-аппаратных комплексах, связанных с симулированием специальных технических и транспортных средств в гражданской, промышленной и других сферах.

Дальнейшие исследования и усилия по разработке настоящего программного обеспечения будут направлены на использование в следующих направлениях:

- беспилотный транспорт – для оценки в режиме реального времени приборов и органов управления трамваем на пассажирском транспорте;
- общественный транспорт – для мониторинга/контроля приборов и органов управления трамвая, соблюдения графика движения и установленных режимов ведения трамвая в ходе эксплуатации;
- общественный транспорт – для более глубокой интеграции с единой АСУ, управляющей транспортной системой современного мегаполиса с различными видами транспорта, осуществляющего пассажирские перевозки;
- для различных автоматических систем анализа/моделирования/симулирования в общественном транспорте с целью снижения аварийности, вероятности возникновения внештатных ситуаций, повышения безопасности пассажиров с использованием Big Data и нейросетей;

#### 2.4 Используемые технологии

C/C++, VRML 2.0, OpenGL, OpenAL, SQLite, Qt 5.15

#### 2.5 Требуемый размер дискового пространства и накопитель

Твердотельный накопитель или НЖМД с доступным (при установленной ОС) пространством не менее 10 Гигабайта. Со временем объём занятого места на диске может расти (в зависимости от конфигурации системы).

#### 2.6 Требуемый размер оперативной памяти

Минимальное значение размера оперативной памяти – 16 Гигабайт.

#### 2.7 Входные данные

ПО получает следующие входные данные для автоматизации процессов:

- данные от органов управления кабины водителя трамвая модели 71-911ЕМ (к примеру кнопки, тумблеры, имитаторы кранов);

- вводные данные об условиях проведения тренировки (расположение трамвая на линии, заданные неисправности или внештатные ситуации)
- звуковые данные от экзаменуемого в ходе имитации переговоров водитель и инструктор, а также водитель и пассажиры;
- квалификационные требования к сдаче экзамена на основании установленных регламентов по управлению трамваем модели 71-911ЕМ.

## 2.8 Выходные данные

ПО выпускает следующие выходные данные в результате своей деятельности:

- система визуализации МВ формирует согласованное трехмерное изображения закабинной обстановки, изображение огней светофоров, отображение движения пассажиров на остановках и при посадке и высадке пассажиров трамвая
- на мониторах МИ непрерывно формируется трехмерное изображение закабинной обстановки (аналогичное МВ), схема маршрута с моделируемым трамваем стрелками, светофорами, параметры упражнения, данные об обучаемых, состояние органов управления и индикации, изображение с видеокамеры, установленной в кабине водителя;
- имитирует возможность ведения переговоров по радиосвязи между водителем и инструктором;
- результат автоматизированной оценки выполненного упражнения с возможностью вывода на экране МИ и печати на принтере;
- аудио/видео фиксация процесса выполнения упражнения водителем (опционально по запросу заказчика);

### **3      Функциональные характеристики**

На момент написания данного документа ПО реализует следующие основные функциональные возможности:

- обеспечение обучения водителя трамвая модели 71-911ЕМ следующим навыкам в эксплуатации:
  - подготовка трамвая к движению;
  - движение при различных погодных условиях;
  - движение по линиям с различными путевым развитием;
  - работа с приборами и органами управления кабины водителя;
  - работа с приборами связи;
  - выработка правильных действий при возникновении экстремальных и нештатных ситуаций;
  - обучение рациональным способам вождения трамвая, в том числе при отказах различного вида оборудования с соблюдением требований безопасности движения;
  - правильного и своевременного применения в нештатных ситуациях всех видов тормозов;
  - использования систем автоматического управления трамваем;
  - выполнение графика движения и соблюдение установленных режимов ведения трамвая.
- обеспечение процесса обучения водителя трамвая модели 71-911ЕМ с помощью инструктора, который может:
  - задавать упражнения из набора, поставляемого с тренажером;
  - задавать различные параметры упражнений;
  - имитировать для обучения ряд неисправностей и нештатных ситуаций;
  - контролировать состояний основных органов управлений;
  - контролировать поля зрения обучаемого и дорожную обстановку;

- автоматически фиксировать ошибки обучаемого и определять оценку за выполнение упражнения;
  - имитировать ведение переговоров с водителем в ходе проведения экзамена;
  - слышать моделируемые звуки работы трамвая.
- автоматическое отслеживание выполнения упражнений по обучению водителя трамвая модели 71-911ЕМ, с оценкой выполненных действий, записью на внутреннем носителе и формированием ведомости результатов для дальнейшей печати;
  - моделирование процесса управления трамваем модели 71-911ЕМ, включая программные модули трамвая:
    - системы тяги;
    - системы торможения;
    - системы управления движением;
    - системы безопасности;
    - системы управления автоматическими дверями.
  - моделирует дорожную обстановку, начальные условия и расположение трамвая, с последующей непрерывной визуализацией на МВ и МИ, включая:
    - моделируемые участки пути - обратные пути, уклоны и подъемы, кривые участки пути, стрелочные переводы, остановки и стационарные объекты;
    - тип освещенности местности – дневная и ночная;
    - имитация метеоусловий – дождь, туман, изменение глубины видимости;
    - имитация пассажиропотока – есть;
    - имитация работы светофоров – есть;
    - имитация нештатных ситуаций – есть;
    - имитация зеркал в кабине водителя – есть;
    - имитация определенного количества остановок на линии – есть.

## **4      Описание ПАК «Тренажер водителя трамвая (трамвайного вагона) модели 71-911ЕМ» с установленным программным обеспечением**

### **4.1      Основные компоненты ПАК с установленным ПО:**

- рабочее место инструктора, состоящее из стола инструктора, с размещенным на нем оборудованием и стула.
- динамическая платформа<sup>1</sup>, на которой установлена кабина водителя. Органы управления и индикации в кабине водителя, которыми надлежит пользоваться при обучении, заимствованы из ПС и оборудованы специальными датчиками (краны, клапаны) или используются как датчики (кнопки, переключатели).
- блок управления платформой (БУП).<sup>2</sup>
- аппаратный шкаф (ША) с системными блоками (БС), обеспечивающими работу вычислительной системы изделия, а также система питания изделия.

#### **4.1.1      Модуль инструктора**

Модуль инструктора является основным рабочим местом инструктора, управляющего и контролирующего процесс обучения водителя трамвая, состоящего из следующих основных компонентов:

1. монитор видеокамеры кабины тренажера;
2. монитор контроля;
3. монитор наблюдения;
4. монитор управления.

---

<sup>1</sup> В исполнении без динамической платформы не поставляется.

<sup>2</sup> В исполнении без динамической платформы не поставляется.



*Рисунок 1 – Расположение мониторов модуля инструктора*

*Монитор видеокамеры кабины тренажера* (рис. 2) отображает изображение с видеокамеры, расположенной в кабине водителя. Позволяет инструктору удаленно наблюдать за действиями и состоянием обучаемого.



Рисунок 2: Монитор видеокамеры кабины тренажера

Монитор контроля (Ошибка! Источник ссылки не найден.) отображает поле зрения водителя и основная панель водителя.

В верхней части монитора отображается основная часть трехмерной визуализации моделируемой дорожной обстановки, наблюданная водителем из кабины тренажера в ходе проведения упражнения.

В нижней части монитора отображается основная панель водителя. Изображение органов управления и индикации на панели соответствует внешнему виду (текущему состоянию) индикаторов и органов управления в кабине водителя.



Рисунок 3: Монитор контроля

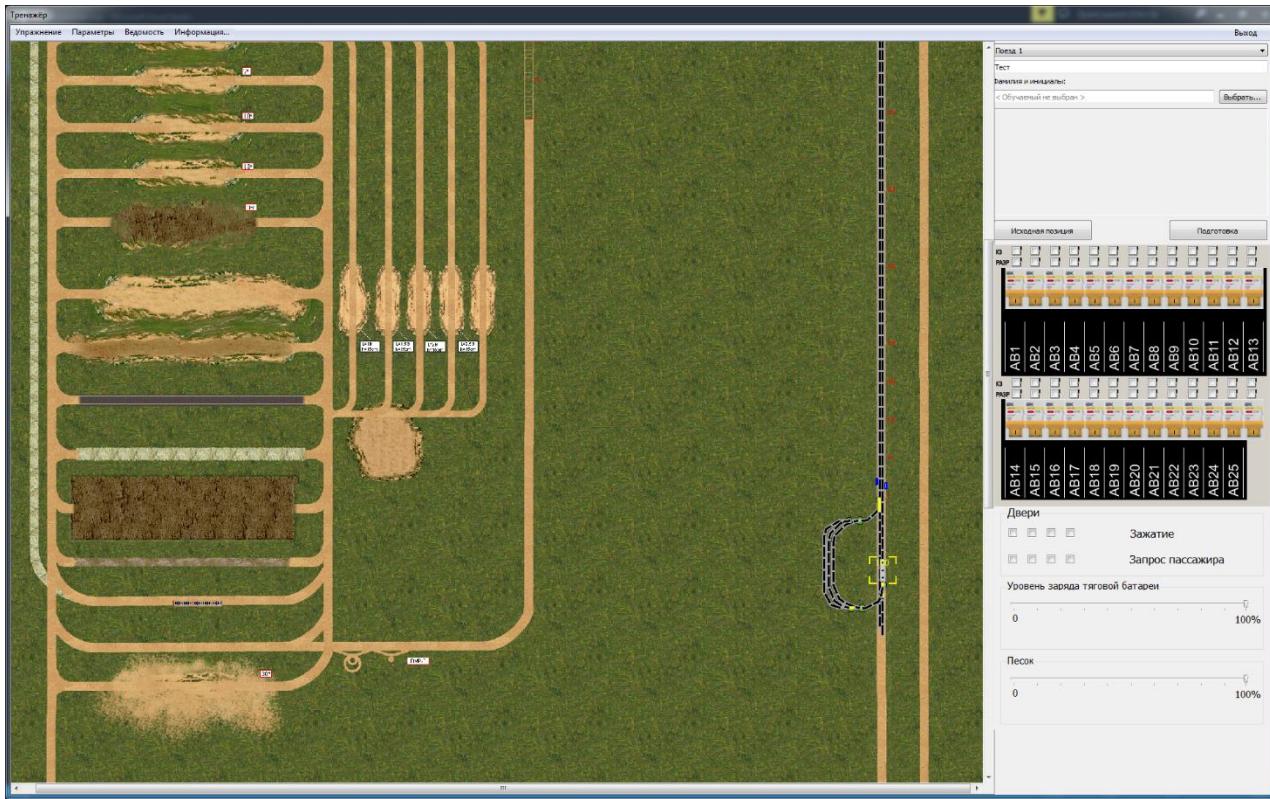
Монитор наблюдения (рис. 4) отображает управляемый инструктором вид на трехмерную сцену упражнения.



Рисунок 4: Монитор наблюдения

*Монитор управления* отображает основную панель инструктора (рис. 5) и предназначен для управления работой тренажера при подготовке, запуске и выполнении упражнений:

1. главное меню – обеспечивает доступ к функциям и настройкам тренажера;
2. карта-схема линии – отображает состояние моделируемых объектов линии;
3. панель контроля упражнения – обеспечивает выбор обучаемых и управление ходом выполнения упражнений;
4. панель защитных автоматов - управление автоматами защиты.



#### 4.1.2 Модуль водителя

Кабина МВ моделирует органы управления и индикации кабины водителя трамвая модели 71-911ЕМ. Кабина установлена на динамической платформе, которая перемещениями кабины имитирует разгоны, торможения вагона, проходы стрелочных переводов, стыков и пр.

Конструкция кабины модуля водителя повторяет конструкцию кабины трамвая. Оборудование кабины показано на рисунках 6 и 7 ниже:

В передней части кабины (рис. 6) расположены следующие компоненты:

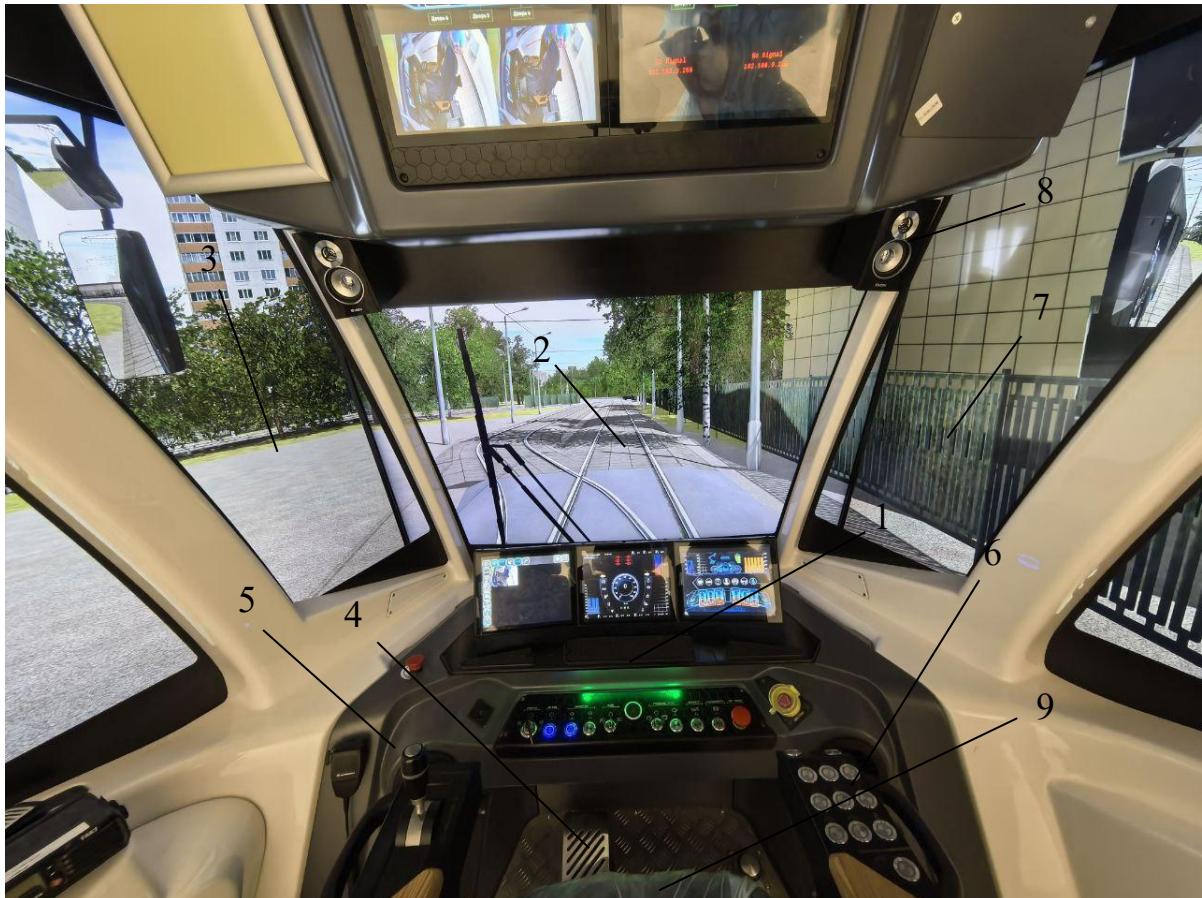
- пульт водителя основной 1;
- телевизор фронтального поля зрения 2, 3;
- телевизор левого поля зрения 3;
- педаль безопасности 4;

*Рисунок 5: Монитор управления инструктора*

- контроллер водителя 5;
- пульт правого подлокотника кресла водителя 6;

- телевизор правого поля зрения 7;
- стоп-кран 9;
- краны напольные 10;
- система акустическая 11.

Рисунок 6: Оборудование кабины (передняя часть)



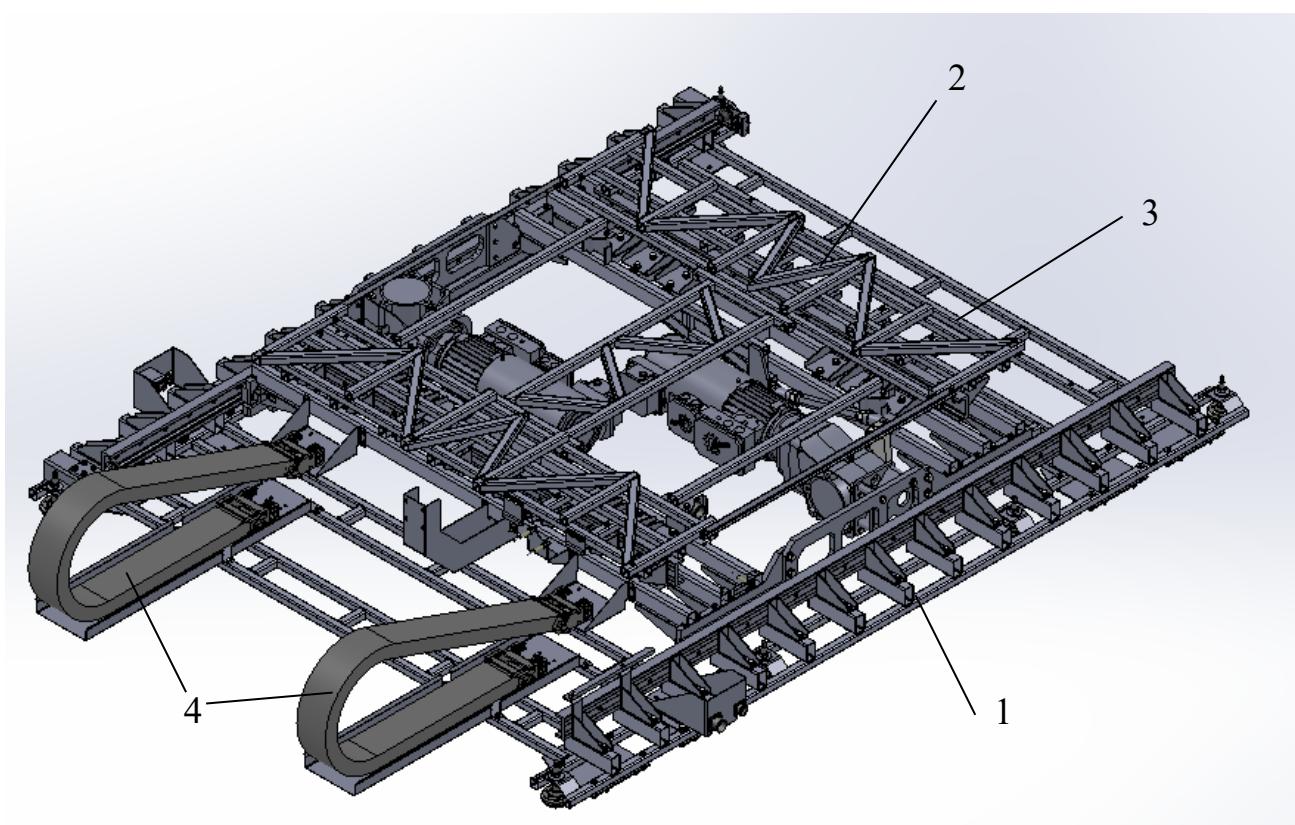
**Пульт управления основной** является имитатором основного Пульта водителя. Пульт является оригинальным пультом трамвая с модернизированным ПО поддерживающим интерфейс по шине CAN с ПО тренажера.

Составные части кабины МВ, моделирующие приборы, пульты, органы управления и индикации по своему размещению, назначению и порядку работы соответствует аналогичному оборудованию кабины трамвая.

Кабина установлена на динамической платформе, которая перемещениями кабины имитирует разгоны, торможения вагона, проходы стрелочных переводов, стыков и пр.

Схематически Динамическая платформа<sup>3</sup> (рис. 7) обеспечивает линейное перемещение каретки 3 относительно основания 1 в продольном направлении, а рамы 2 относительно каретки в поперечном направлении.

Рисунок 7 – Динамическая платформа



---

<sup>3</sup> В исполнении без динамической платформы не поставляется.

#### 4.1.3 Шкаф аппаратный

Шкаф аппаратный (рис. 8) включает в себя следующие компоненты:

1. Вводной автоматический выключатель 1 – для обеспечения безопасности электропитания;
2. Источник бесперебойного питания (ИБП) 2 – для обеспечения нормальной работы изделия при колебаниях и кратковременных отключениях напряжения питающей сети;
3. Блоки системные (БС) 3 – основные блоки управления, на дисковых накопителях которых записано программное обеспечение, осуществляющее управление всеми устройствами изделия с помощью различных коммуникационных каналов, объединяющих БС в единую вычислительную сеть. Также БС формируют изображения для мониторов, расположенных на столе инструктора, телевизоров и дисплеев кабины водителя.

Дополнительной функцией системных блоков является подготовка и выдача звуковой обстановки изделия, имитирующей движение трамвая, объявления автоинформатора и прочие звуки, а также работу аудио системы, позволяющей имитировать ведение переговоров между водителем и инструктором.

ПО состоит из следующих основных компонентов:

- хранения данных о конфигурации системы, пользовательских данных, навигационные данные о статичных объектах, аудио\видео записях, экзаменуемых и их результатах, журналирование действий экзаменуемого и самой системы;
- получения и обработки данных от бортовых приборов и прочих приборов организации движения трамвая по маршруту;

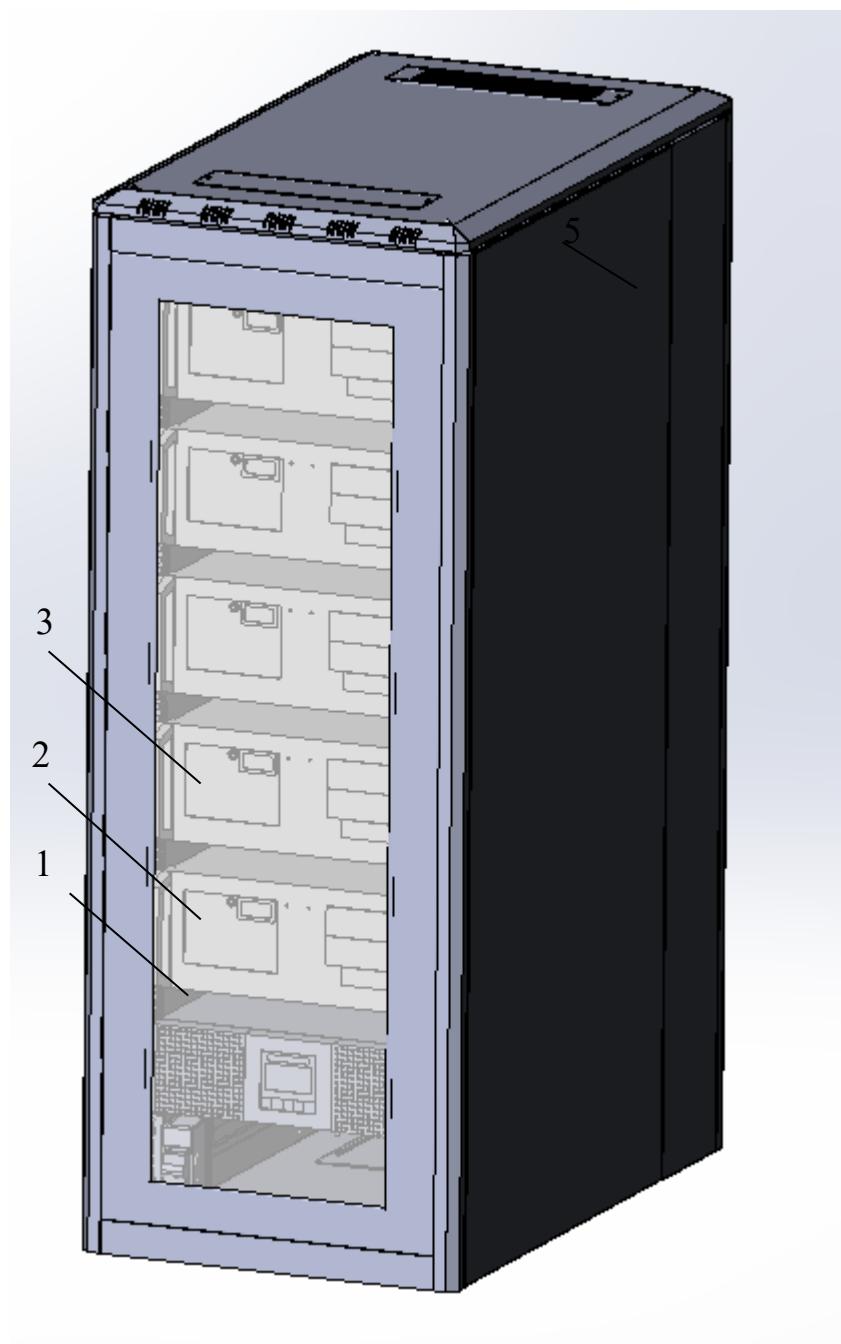


Рисунок 8: Шкаф аппаратный

- анализа фактических полученных данных с базовыми и последующая оценка отклонений;
- оперативного формирования выходных данных/сигналов на органы индикации, звуковых и видеосигналов с последующей трансляцией на средства визуализации.