

Информация, необходимая для эксплуатации экземпляра программного обеспечения, предоставленного для проведения экспертной проверки

Система интеллектуального анализа состояния воздушных линий электропередачи с использованием беспилотных воздушных судов («Анализ состояния ВЛ»)

Информация, необходимая для входа и эксплуатации системы интеллектуального анализа состояния воздушных линий электропередачи с использованием беспилотных воздушных судов («Анализ состояния ВЛ»)

Описание процесса входа и инструкция по запуску системы интеллектуального анализа состояния воздушных линий электропередачи с использованием беспилотных воздушных судов («Анализ состояния ВЛ»)

Введение.

Система интеллектуального анализа состояния воздушных линий электропередачи с использованием беспилотных воздушных судов («Анализ состояния ВЛ») (далее - «Система») представляет из себя web- интерфейс, который со стороны пользователя классифицируется, как интуитивный интерфейс, т.е. безошибочно направляет пользователя к совершению необходимого действия за счет логически проименованных полей и кнопок в соответствии с основными задачами.

ПЕРЕЧЕНЬ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ

ВЛ	—	Воздушная линия электропередачи
ПС	—	Электрическая подстанция.
ПТК	—	Программно-технический комплекс.
НТД	—	Нормативно-техническая документация
ТОиР	—	Техническое обслуживание и ремонт
ПМИ	—	Программа и методика испытаний
БПЛА	—	Беспилотные летательные аппараты
БД	-	База данных

ОПЭ	–	Опытно-промышленная эксплуатация
БВС	–	Беспилотное воздушное судно, предназначенное для полетов без пилота (экипажа) на борту и управляемый в полете автоматически оператором (пилотом) с пункта управления
КИСУР		Корпоративная информационная система управления ресурсами
ЛЭП		Линия электропередачи
ВЛ		Воздушная линия электропередачи
ЗС		Зарядная станция
СУБД		Система управления базой данных
API		Программный интерфейс приложения
АРМ		Автоматизированное рабочее место пользователя
ДКР		Древесно-кустарниковая растительность
ГИС		Геоинформационная система
ПО		Программное обеспечение
CV		Computer Vision (компьютерное зрение)
CNN		Свёрточная нейронная сеть (Convolutional neural network)
GPS		Global Positioning System — система глобального позиционирования,

1. Описания общих принципов логики функционирования системы

Архитектура Системы, основным назначением которого является выявление дефектов и несоответствий на ВЛ, обеспечивает пошаговую реализацию процесса обработки и анализа данных, состоящего из следующих основных функциональных блоков:

- Получение сырых данных (фотоматериал с БПЛА);
- Обработка данных, извлечение полезной информации, преобразование в машиночитаемый формат (детекция и сегментация с использованием CV и CNN);
- Прикладная математическая обработка, алгоритмы, реализующие предметную область, обеспечивающие появление смысловой технологической информации (в данном случае – сведений о дефектах и несоответствиях на ВЛ);

- Визуализация информации (пользовательский интерфейс, Front-End);
- Выгрузка отчетов по дефектам.

С учетом существующего окружения Системы и принятых технологий обработки данных (машинное зрение), Система имеет следующую функциональную структуру (см. Рисунок 1).

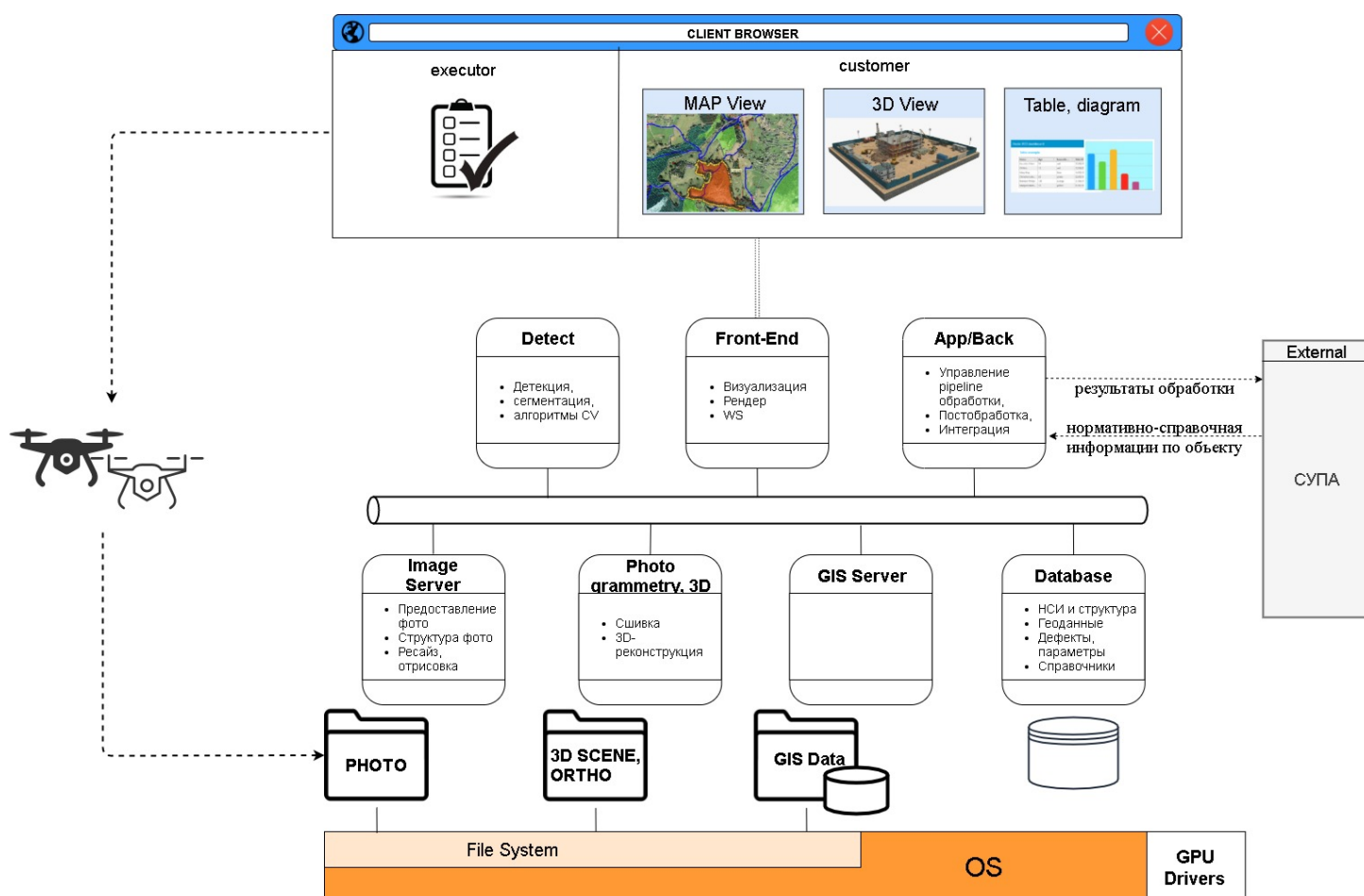


Рисунок 1. Функциональная структура Системы

2. Обязанности администратора Системы и связанные с ними операции

Администратор Системы обязан оперативно реагировать на сообщение пользователей Системы о сбоях и некорректной работе Системы.

В случае получения сообщения о сбое в работе или некорректной работе Системы, Администратор должен проверить работоспособность АРМ пользователя и наличие его соединения с сетью Интернет.

В случае отсутствия проблем с АРМ и доступом к Интернет на стороне пользователя Системы, Администратор должен составить описание нарушения в работе Системы и направить его в сервис технической поддержки Системы.

3. Выполнение операций пользователем Системы

Начало работы в интерфейсе АРМ диагноста

Интерфейс Системы реализован в виде веб-интерфейса. Для запуска необходим только веб-браузер. Через интерфейс пользователь может получить всю информацию о данных, хранящихся в графическом и табличном виде.

Поддерживаемые браузеры:

- Internet Explorer 9, 10, 11;
- Microsoft Edge (последняя стабильная версия);
- Mozilla Firefox (последняя стабильная версия);
- Google Chrome (последняя стабильная версия);
- Яндекс.Браузер (последняя стабильная версия).

Особенности настройки браузера Internet Explorer 10, 11

Для стабильной работы приложения рекомендуется при настройке браузера Internet Explorer 10, 11 в окне "Свойства браузера" на вкладке "Дополнительно" включить флажок в параметре "Использовать программную отрисовку вместо графического процессора" (блок "Ускорение графики"). Данная настройка позволяет устранить проблемы, связанные с ошибкой драйвера видеокарты NVidia.

Страница регистрации

Для входа в систему с указанием логина и пароля выполните следующие действия:

- Откройте новое окно браузера.
- Введите адрес для входа в систему в адресную строку интернет-браузера и нажмите клавишу "ENTER". На экране отобразится окно входа в систему (Рисунок 1).
- Введите присвоенное вам имя пользователя (логин) и пароль, пароль при вводе заменяется на "звездочки" и нажмите кнопку «Войти».

Авторизоваться

ЕСТЬ АККАУНТ

Введите логин

НЕТ АККАУНТА

Введите пароль

ВХОД

ОТМЕНА

Рисунок 1 Окно входа в систему

Отобразится стартовая страница интерфейса пользователя.

Если логин и пароль пользователя указаны неправильно, то в окне интернет-браузера выводится сообщение об ошибке.

Интерфейс пользователя

Основное окно (Рисунок 2) содержит список филиалов, на объектах которых осуществляется мониторинг. Также в основном окне находятся поля ввода для быстрого поиска филиалов по ID и названию.

В строке каждого филиала находится кнопка «ВЛ ВЕДОМОСТЬ», позволяющая отобразить состав его ВЛ, на которых осуществляется мониторинг.

В верхней части основного окна расположено меню, содержащее следующие элементы:

Кнопка «Мониторинг ВЛ», позволяющая открывать/скрывать навигационную панель для выбора объектов мониторинга в левой части окна;

Поле ввода для быстрого поиска конкретной опоры;

Поле ввода для выбора временного диапазона измерений;

Информация о состоянии загрузки фотоматериалов;

Оповещение о наличии необработанных дефектов;

Управление учетной записью;

Настройки.

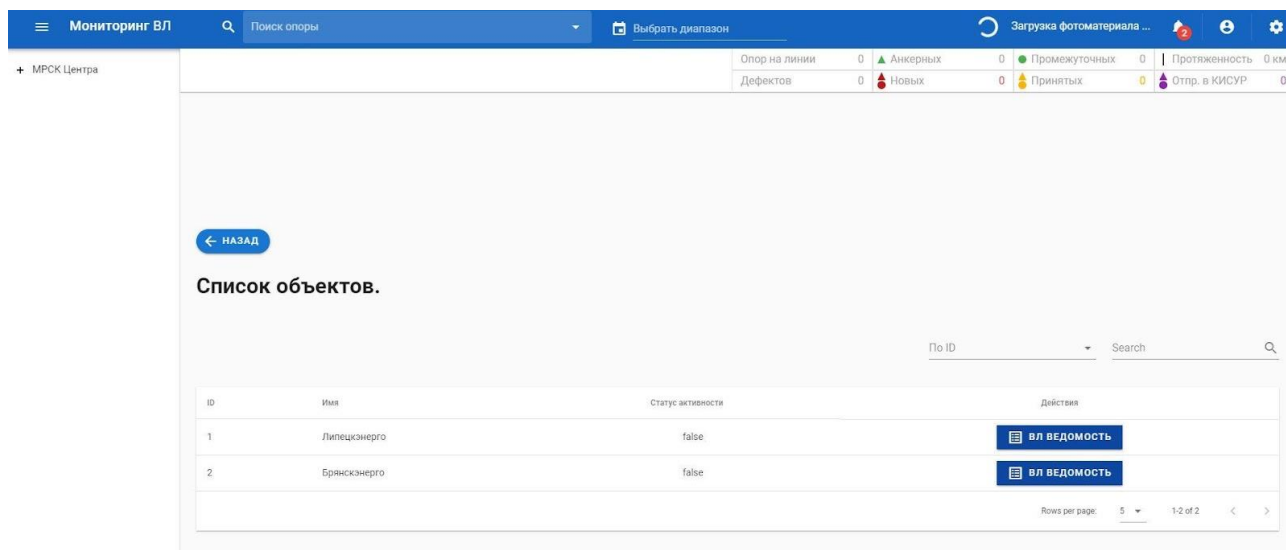


Рисунок 2 Основное окно

Выбор ВЛ

Выбор ВЛ осуществляется следующим образом:

- Необходимо нажать на кнопку «ВЛ ВЕДОМОСТЬ» в соответствующей строке списка филиалов для отображения в основном окне перечня ВЛ данного филиала (Рисунок 3). В интерфейсе предусмотрен поиск и фильтрация ВЛ по заданным критериям: дате ввода в эксплуатацию, статусу, местоположению и базовому напряжению;

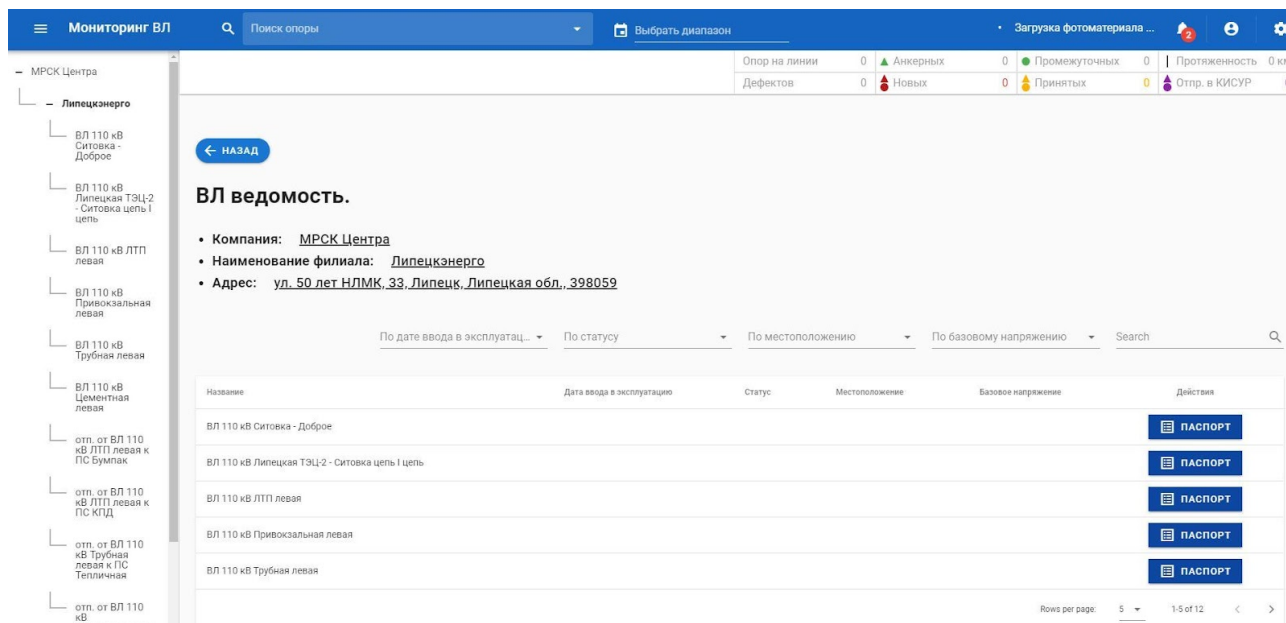


Рисунок 3 Ведомость ВЛ филиала

- Для выбора конкретной ВЛ необходимо нажать кнопку «ПАСПОРТ», при этом в основном окне отобразятся паспорт и схема данной ВЛ (Рисунок 4).

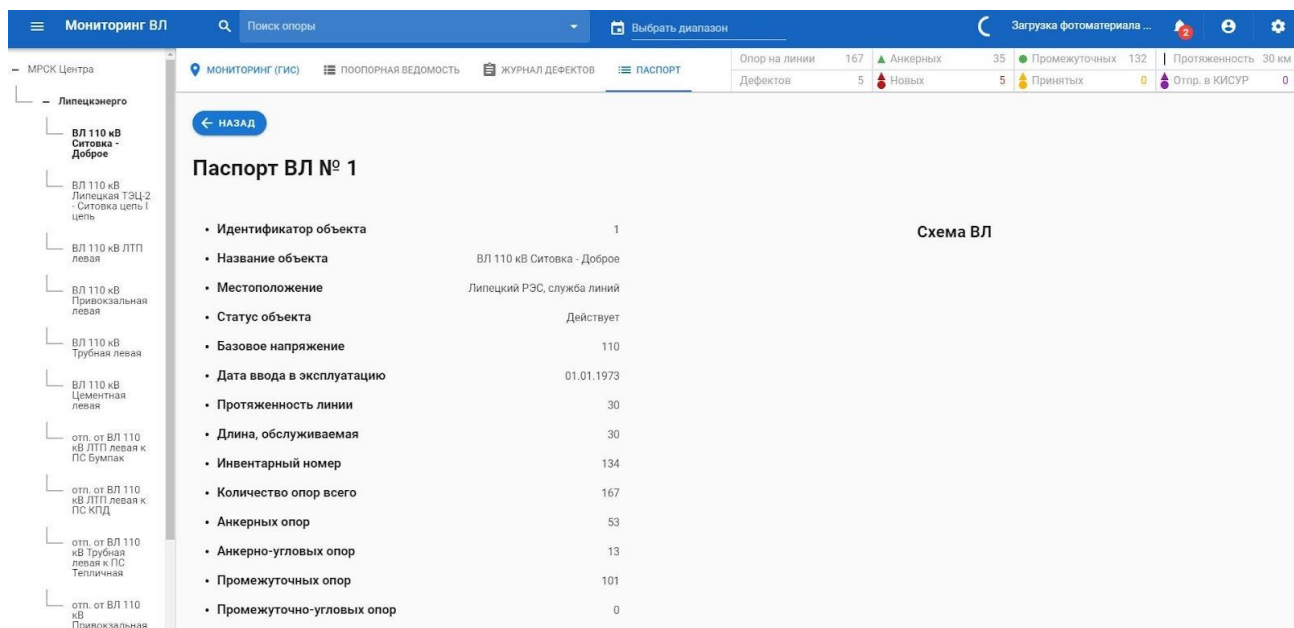


Рисунок 4 Паспорт ВЛ

Также для выбора объектов мониторинга можно использовать навигационную панель «Мониторинг ВЛ» в левой части основного окна, выбирая необходимые элементы списка.

При переходе в раздел «Паспорт ВЛ» (Рисунок 4), ниже основного меню появится меню ВЛ, предназначенное для отображения информации и данных, необходимых для работы с объектами диагностики выбранной ВЛ.

Элементы меню ВЛ:

- Мониторинг (ГИС);
- Поопорная ведомость;
- Журнал дефектов;
- Паспорт;
- Опор на линии;
- Анкерных;
- Промежуточных;
- Протяженность;
- Дефектов;
- Новых;
- Принятых;
- Отправленных в КИСУР.

Мониторинг (ГИС)

При выборе пункта меню «Мониторинг (ГИС)» в основном окне отображается карта местности с размещением на ней элементов ВЛ (Рисунок 5).

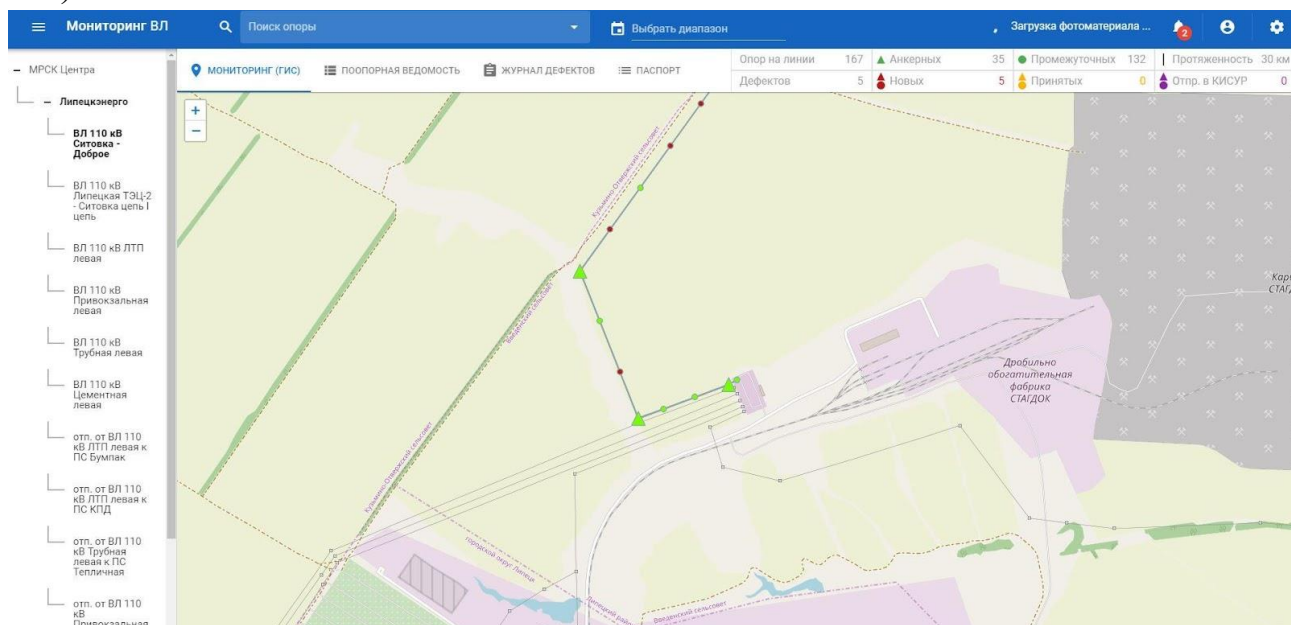


Рисунок 5 Мониторинг (ГИС)

При нажатии левой кнопкой мыши на одну из опор появляется всплывающее меню с данными о ее инвентарном номере, датой ввода в эксплуатацию и разделами «3D реконструкция», «Паспорт опоры», «Фотографии», «Обзор дефектов», позволяющими получить детальную информацию о выбранной опоре (Рисунок 6).

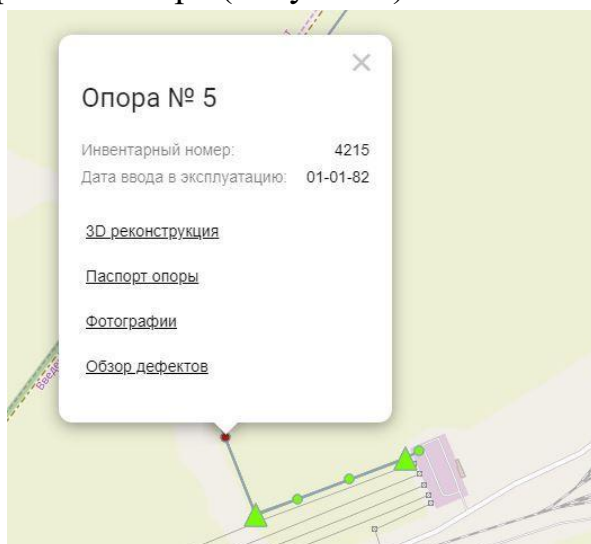


Рисунок 6 Всплывающее меню опоры

Поопорная ведомость

При выборе пункта меню «Поопорная ведомость» в основном окне отображается информация о дате ввода в эксплуатацию и координатах опор ВЛ, а также кнопки «ПАСПОРТ» для перехода к детальной информации о каждой опоре (Рисунок 7).

В интерфейсе предусмотрен поиск и фильтрация опор по заданным критериям: дате ввода в эксплуатацию, статусу, широте и долготе.

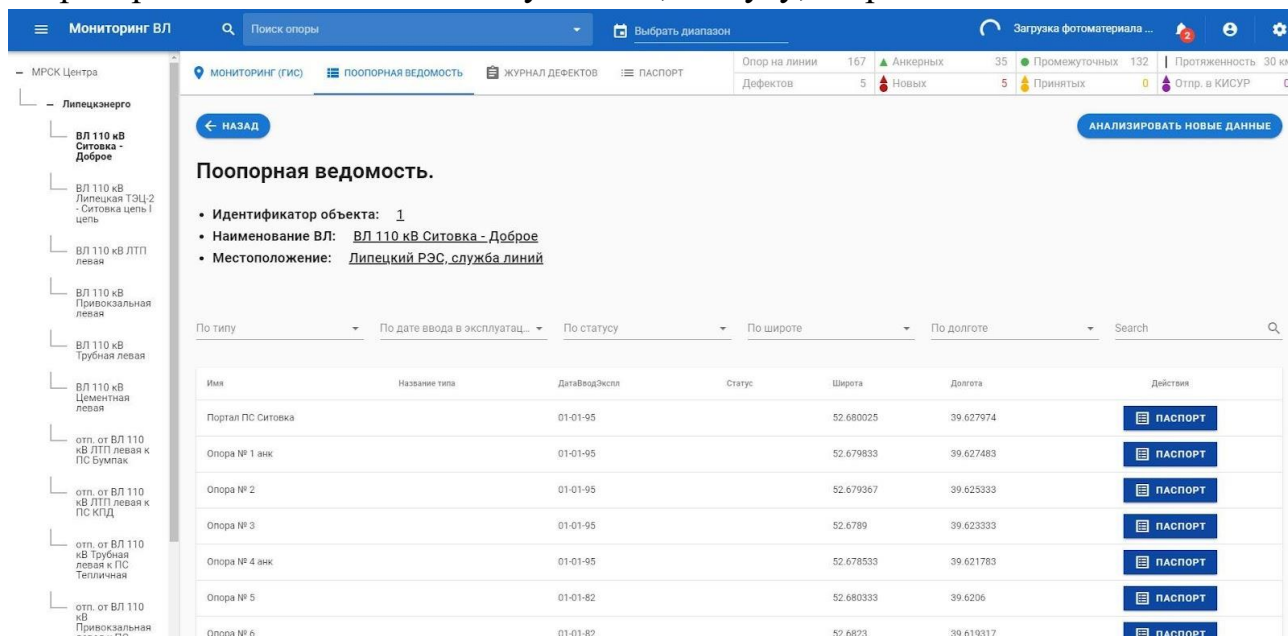


Рисунок 7 Поопорная ведомость

Журнал дефектов

При выборе пункта меню «Журнал дефектов» в основном окне отображается информация о выявленных дефектах опор ВЛ, статусе обработки дефектов, а также содержатся поля выбора для отправки информации о дефекте в КИСУР и кнопка «ОТПРАВКА В КИСУР» (Рисунок 8).

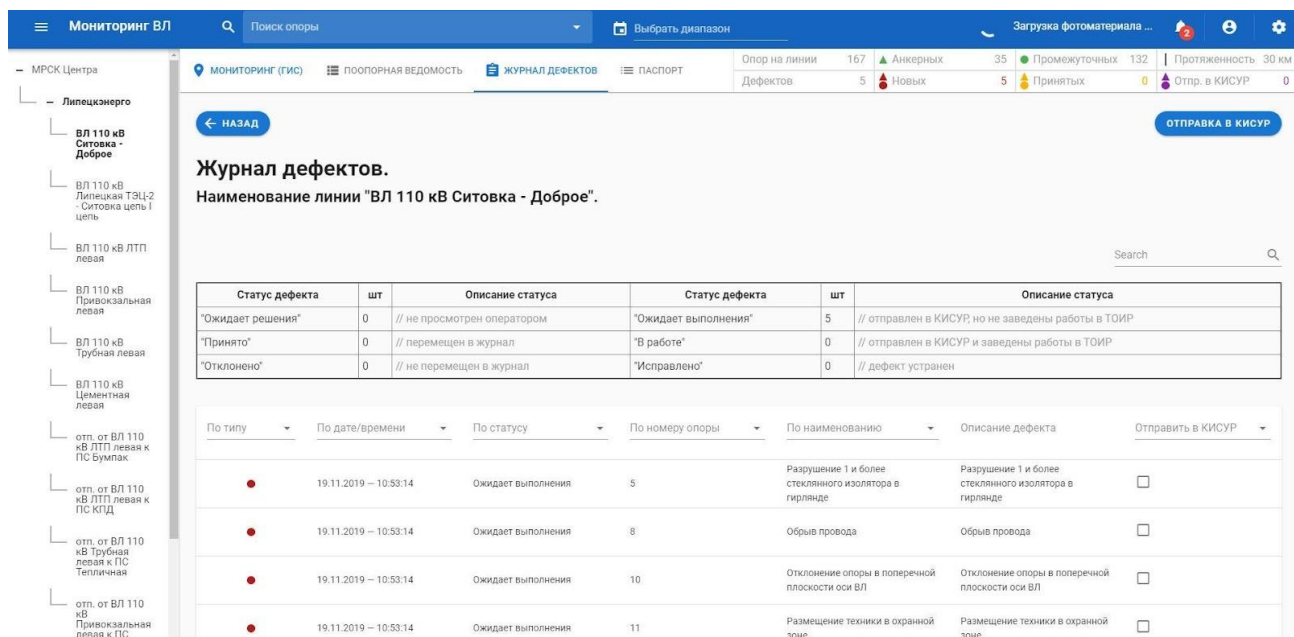


Рисунок 8 Журнал дефектов

В интерфейсе предусмотрен поиск и фильтрация опор по заданным критериям: типу, дате/времени, статусу, номеру опоры, наименованию.

Паспорт

При выборе пункта меню «Паспорт» в основном окне отображается паспорт и схема ВЛ (Рисунок 4).

Опор на линии

В поле пункта «Опор на линии» отображается информация об общем количестве опор ВЛ.

При выборе пункта меню «Опор на линии» в основном окне отображается поопорная ведомость, содержащая информацию о дате ввода в эксплуатацию и координатах опор ВЛ, а также кнопки «ПАСПОРТ» для перехода к детальной информации о каждой опоре (Рисунок 7).

Анкерных

В поле пункта «Анкерных» отображается информация о количестве анкерных опор ВЛ.

При выборе пункта меню «Анкерных» в основном окне отображается ведомость анкерных опор ВЛ, содержащая информацию о дате ввода в эксплуатацию и координатах анкерных опор ВЛ, а также кнопки «ПАСПОРТ» для перехода к детальной информации о каждой опоре (Рисунок 9).

Мониторинг ВЛ

Поиск опоры

Выбрать диапазон

Загрузка фотоматериала ...

2

МРСК Центра

Липецкэнерго

ВЛ 110 кВ Ситовка - Доброе

ВЛ 110 кВ Липецкая ТЭЦ-2 - Ситовка цепь I цепь

ВЛ 110 кВ ЛТП левая

ВЛ 110 кВ Привокзальная левая

ВЛ 110 кВ Трубуная левая

ВЛ 110 кВ Цементная левая

отп. от ВЛ 110 кВ ЛТП левая к ПС Бумпак

отп. от ВЛ 110 кВ ЛТП левая к ПС КПД

отп. от ВЛ 110 кВ Трубуная левая к ПС Тепличная

отп. от ВЛ 110 кВ Привокзальная левая к ПС Привокзальная

МОНИТОРИНГ (ГИС)

ПОПОРНАЯ ВЕДОМОСТЬ

ЖУРНАЛ ДЕФЕКТОВ

ПАСПОРТ

Опор на линии 167

▲ Анкерных 35

● Промежуточных 132

Протяженность 30 км

Дефектов 5

🔴 Новых 5

🟡 Принятых 0

Отпр. в КИСУР 0

← НАЗАД

АНАЛИЗИРОВАТЬ НОВЫЕ ДАННЫЕ

Поопорная ведомость.

Идентификатор объекта: 1

Наименование ВЛ: ВЛ 110 кВ Ситовка - Доброе

Местоположение: Липецкий РЭС, служба линий

По типу

Анкерные X

По дате ввода в эксплуата...

По статусу

По широте

По долготе

Search

Имя	Название типа	Дата ввода в эксплуата...	Статус	Широта	Долгота	Действия
Опора № 1 анк		01-01-95		52.679833	39.627483	ПАСПОРТ
Опора № 4 анк		01-01-95		52.678533	39.621783	ПАСПОРТ
Опора № 7 анк		01-01-82		52.6842	39.618067	ПАСПОРТ
Опора № 12 анк		01-01-82		52.691983	39.627333	ПАСПОРТ
Опора № 13 анк		01-01-82		52.692917	39.6271	ПАСПОРТ
Опора № 16 анк		01-01-82		52.69505	39.621267	ПАСПОРТ
Опора № 23 анк		01-01-82		52.7038	39.602433	ПАСПОРТ

Рисунок 9 Ведомость анкерных опор

Промежуточных

В поле пункта «Промежуточных» отображается информация о количестве промежуточных опор ВЛ.

При выборе пункта меню «Промежуточных» в основном окне отображается ведомость промежуточных опор ВЛ, содержащая информацию о дате ввода в эксплуатацию и координатах промежуточных опор ВЛ, а также кнопки «ПАСПОРТ» для перехода к детальной информации о каждой опоре (Рисунок 10).

Мониторинг ВЛ

Поиск опоры

Выбрать диапазон

Загрузка фотоматериала ...

2

МРСК Центра

Липецкэнерго

ВЛ 110 кВ
Ситовка -
Доброе

ВЛ 110 кВ
Липецкая ТЭЦ-2
- Ситовка цепь I
цепь

ВЛ 110 кВ ЛТП
левая

ВЛ 110 кВ
Привокзальная
левая

ВЛ 110 кВ
Трубуная левая

ВЛ 110 кВ
Цементная
левая

отп. от ВЛ 110
кВ ЛТП левая к
ПС Бумпак

отп. от ВЛ 110
кВ ЛТП левая к
ПС КПД

отп. от ВЛ 110
кВ Трубуная
левая к ПС
Тепличная

отп. от ВЛ 110
кВ
Привокзальная
левая к ПС

МОНИТОРИНГ (ГИС)

ПОПОРНАЯ ВЕДОМОСТЬ

ЖУРНАЛ ДЕФЕКТОВ

ПАСПОРТ

Опор на линии167

Анкерных35

Промежуточных132

Протяженность30 км

Дефектов5

Новых5

Принятых0

Отпр. в КИСУР0

← НАЗАД

АНАЛИЗИРОВАТЬ НОВЫЕ ДАННЫЕ

Поопорная ведомость.

Идентификатор объекта: 1

Наименование ВЛ: ВЛ 110 кВ Ситовка - Доброе

Местоположение: Липецкий РЭС, служба линий

По типу

Промежуточные

По дате ввода в эксплуата...

По статусу

По широте

По долготе

Search

Имя	Название типа	ДатаВвод/Экспл	Статус	Широта	Долгота	Действия
Портал ПС Ситовка		01-01-95		52.680025	39.627974	ПАСПОРТ
Опора № 2		01-01-95		52.679367	39.625333	ПАСПОРТ
Опора № 3		01-01-95		52.6789	39.623333	ПАСПОРТ
Опора № 5		01-01-82		52.680333	39.6206	ПАСПОРТ
Опора № 6		01-01-82		52.6823	39.619317	ПАСПОРТ
Опора № 8		01-01-82		52.6858	39.619967	ПАСПОРТ
Опора № 9		01-01-82		52.687383	39.621883	ПАСПОРТ

Рисунок 10 Ведомость промежуточных опор

Протяженность

В поле пункта «Протяженность» отображается информация об общей протяженности ВЛ.

Дефектов

В поле пункта «Дефектов» отображается информация об общем количестве дефектов, диагностированных на опорах ВЛ.

При выборе пункта меню «Дефектов» в основном окне отображается «Журнал дефектов» с информацией о всех выявленных дефектах опор ВЛ, статусе обработки дефектов, а также содержатся поля выбора для отправки информации о дефекте в КИСУР и кнопка «ОТПРАВКА В КИСУР» (Рисунок 8).

Новых

В поле пункта «Дефектов» отображается информация о количестве новых дефектов, диагностированных на опорах ВЛ.

При выборе пункта меню «Новых» в основном окне отображается «Журнал дефектов» с информацией о новых выявленных дефектах опор ВЛ, статусе обработки дефектов, а также содержатся поля выбора для отправки информации о дефекте в КИСУР и кнопка «ОТПРАВКА В КИСУР» (Рисунок 8).

Принятых

В поле пункта «Принятых» отображается информация о количестве дефектов, подтвержденных и принятых диагностом.

При выборе пункта меню «Принятых» в основном окне отображается «Журнал дефектов» с информацией о подтвержденных дефектах опор ВЛ, статусе обработки дефектов, а также содержатся поля выбора для отправки информации о дефекте в КИСУР и кнопка «ОТПРАВКА В КИСУР» (Рисунок 8).

Отправленных в КИСУР

В поле пункта «Отправленных в КИСУР» отображается информация о количестве дефектов, данные о которых были отправлены в КИСУР.

При выборе пункта меню «Отправленных в КИСУР» в основном окне отображается «Журнал дефектов» с информацией о дефектах опор ВЛ, данные о которых были отправлены в КИСУР, статусе обработки дефектов, а также содержатся поля выбора для отправки информации о дефекте в КИСУР и кнопка «ОТПРАВКА В КИСУР» (Рисунок 8).

Выбор опоры ВЛ, порядок работы с диагностическими данными и обнаруженными дефектами

Выбор конкретной опоры ВЛ для анализа данных, полученных от БПЛА, осуществляется нажатием на кнопку «ПАСПОРТ» в строке нужной опоры в окне «Поопорная ведомость» (Рисунок 7).

При нажатии на кнопку «ПАСПОРТ» в основном окне отображается паспорт опоры с указанием названия объекта, типа, даты изготовления, даты ввода в эксплуатацию, географического положения, высоты над уровнем моря, номера опоры и инвентарного номера, а также схема опоры и кнопки «ПАСПОРТ», «3D», «ДЕФЕКТЫ», «ФОТОГРАФИИ» (Рисунок 11).

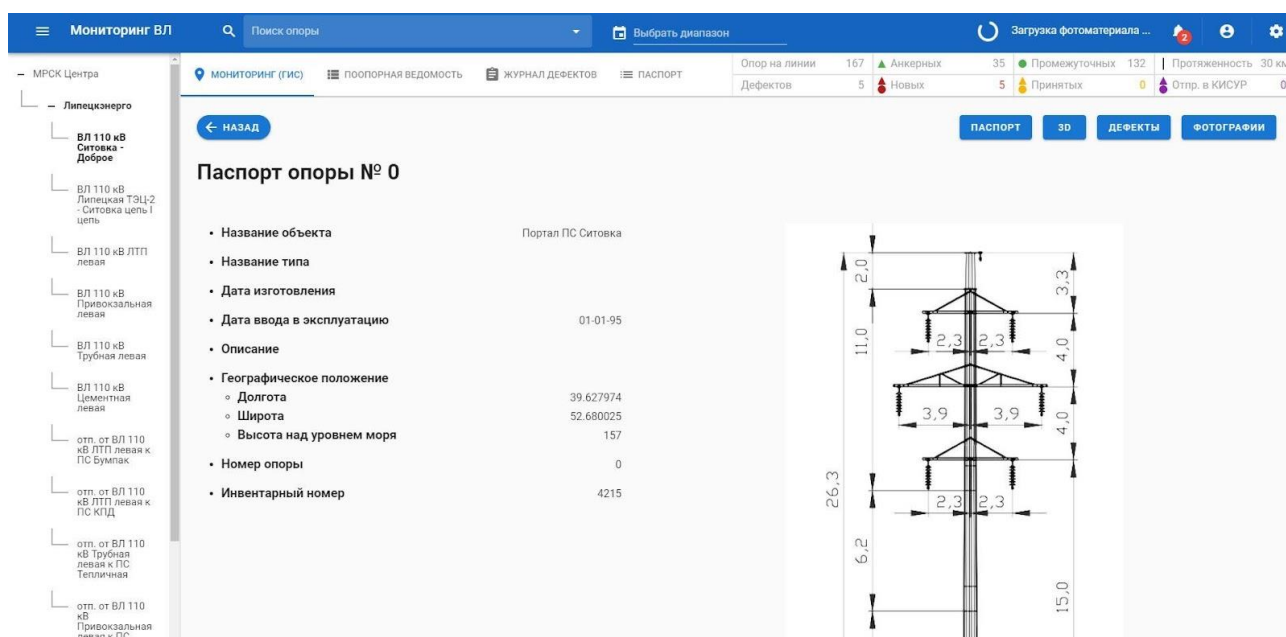


Рисунок 11 Паспорт опоры

Также выбор конкретной опоры ВЛ для анализа данных, полученных от БПЛА, можно осуществить в окне «Мониторинг (ГИС)» (Рисунок 5) нажатием левой кнопкой мыши на выбранную опору. При этом появится всплывающее меню с данными о инвентарном номере опоры, датой ввода ее в эксплуатацию и разделами «3D реконструкция», «Паспорт опоры», «Фотографии», «Обзор дефектов» (Рисунок 6).

Паспорт

Нажатие на кнопку «ПАСПОРТ» позволяет вернуться к отображению в основном окне паспорта опоры (Рисунок 11), если до этого были нажаты кнопки «3D», «ДЕФЕКТЫ» или «ФОТОГРАФИИ».

3D

При нажатии на кнопку «3D» в основном окне отображается 3D реконструкция опоры и прилегающей территории (Рисунок 12), если до этого были нажаты кнопки «3D», «ДЕФЕКТЫ» или «ФОТОГРАФИИ».

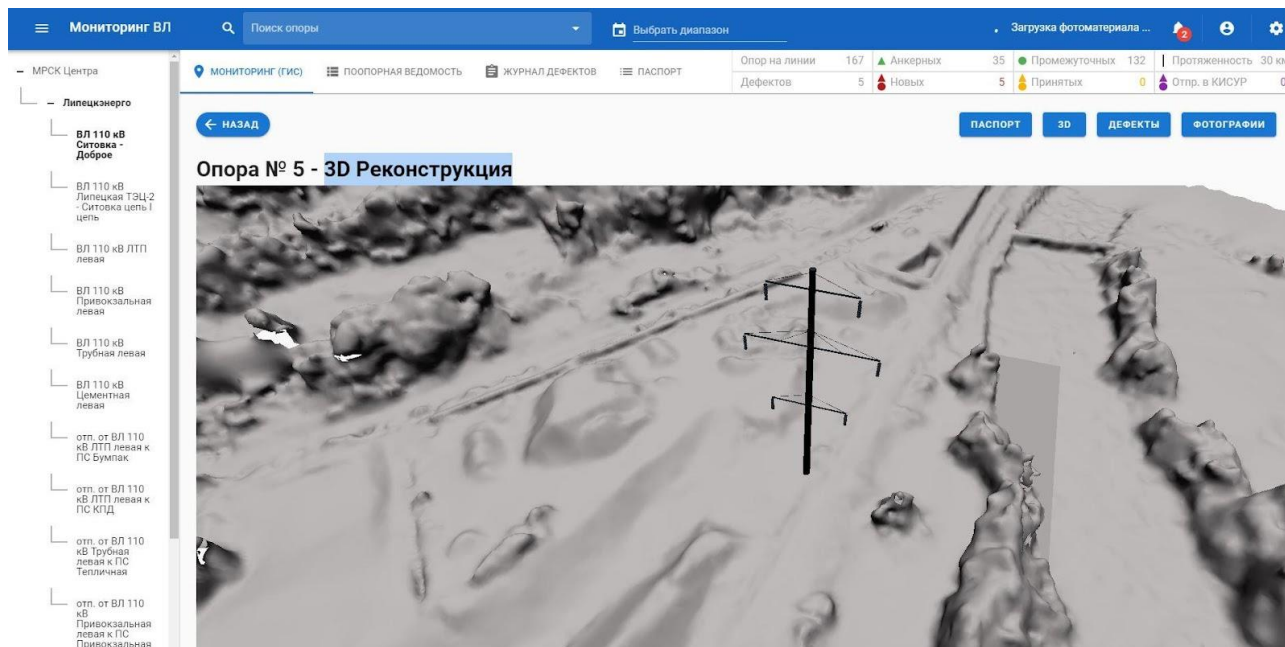


Рисунок 12 3D реконструкция опоры

Дефекты

При нажатии на кнопку «Дефекты» в основном окне отображаются обнаруженные дефекты опоры, полученные в результате обработки Системой данных БПЛА, с указанием типа, времени обнаружения и статуса отработки дефекта, а также фотографии опоры с выделенными дефектными элементами и кнопки для обработки дефекта оператором: «ПРИНЯТЬ», «ОТКЛОНИТЬ», «ИЗМЕНИТЬ» (Рисунок 13).

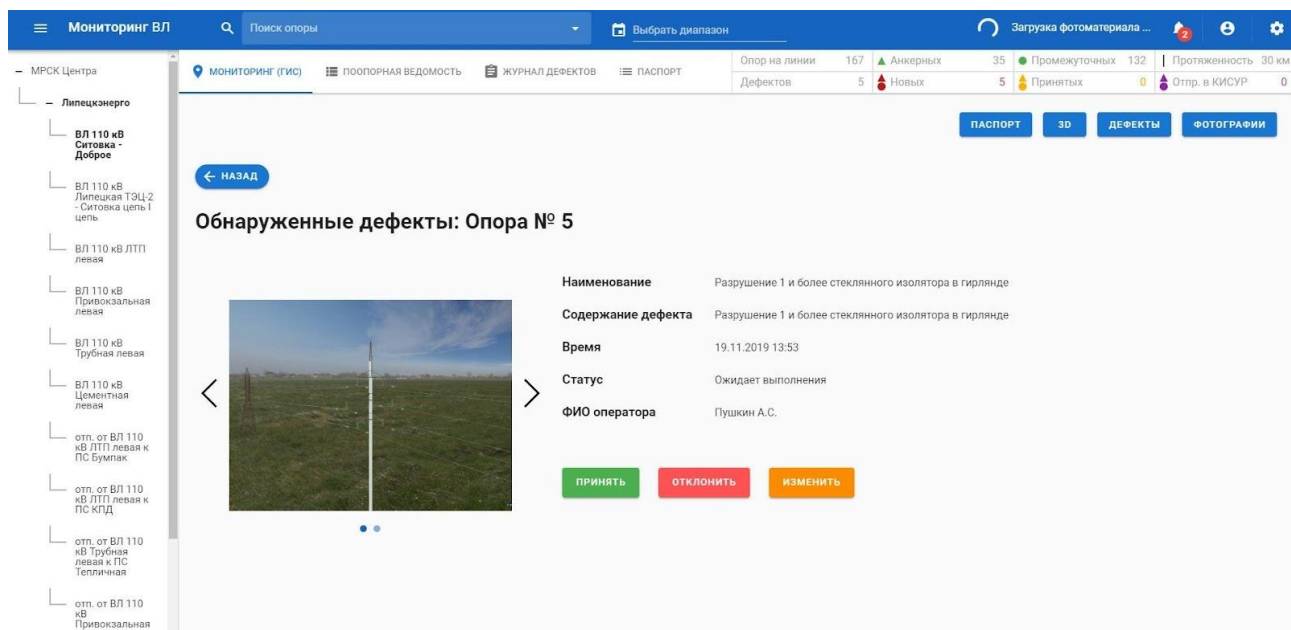


Рисунок 13 Обнаруженные дефекты опоры

Фотографии с выделенными дефектными элементами имеют возможность разворачивания в полноэкранный режим при нажатии на них левой кнопкой мыши. В полноэкранном режиме масштаб фотографий может изменяться (увеличиваться или уменьшаться) с помощью колесика мыши.

Пользователь, проанализировав представленные фотографии, может осуществить следующие действия для дальнейшей отработки дефекта:

«Принять» – подтвердить правильность представленных данных о дефекте и внести его в журнал дефектов с соответствующим статусом «Принято»;

«Отклонить» – не подтвердить правильность представленных данных о дефекте и внести его в журнал дефектов с соответствующим статусом «Отклонено»;

«Изменить» - изменить тип дефекта.

Фотографии

При нажатии на кнопку «Фотографии» в основном окне отображаются фотографии опоры, полученные от БПЛА, а также кнопка «Запуск алгоритмов поиска дефектов» для запуска автоматического получения и анализа фотоматериалов.

Фотографии имеют возможность разворачивания в полноэкранный режим при нажатии на них левой кнопкой мыши. В полноэкранном режиме масштаб фотографий может изменяться (увеличиваться или уменьшаться) с помощью колесика мыши.

При нажатии на кнопку «Запуск алгоритмов поиска дефектов» появится сообщение о статусе «получение фотоматериала» и по завершении статус «Фотоматериал получен». В разделе «Журнал Дефектов», появятся соответствующие записи об обнаруженном дефекте при его наличии.

4. Перечень мероприятий по обслуживанию Системы

Загрузка НСИ

В Системе предусмотрен интерфейс загрузки НСИ по ВЛ из файлов CSV.

Создание ВЛ

Основные данные (обязательно к заполнению)

Выбор объекта	Тип линии	Статус линии
Номер линии	Название линии	Адрес линии

Информация о ВЛ

Инвентарный номер	Дата ввода в эксплуатацию	Протяженность линии
Длина, обслуживаемая	Общее кол-во опор	Анкерные опоры
Анкерно - угловые опоры	Промежуточные опоры	Промежуточно - угловые опоры
Транспозиционные опоры	Специальные опоры	Количество цепей
Ссылка на карту	Климатические условия	

Рисунок 14. Интерфейс загрузки НСИ

Загрузка фотоматериалов

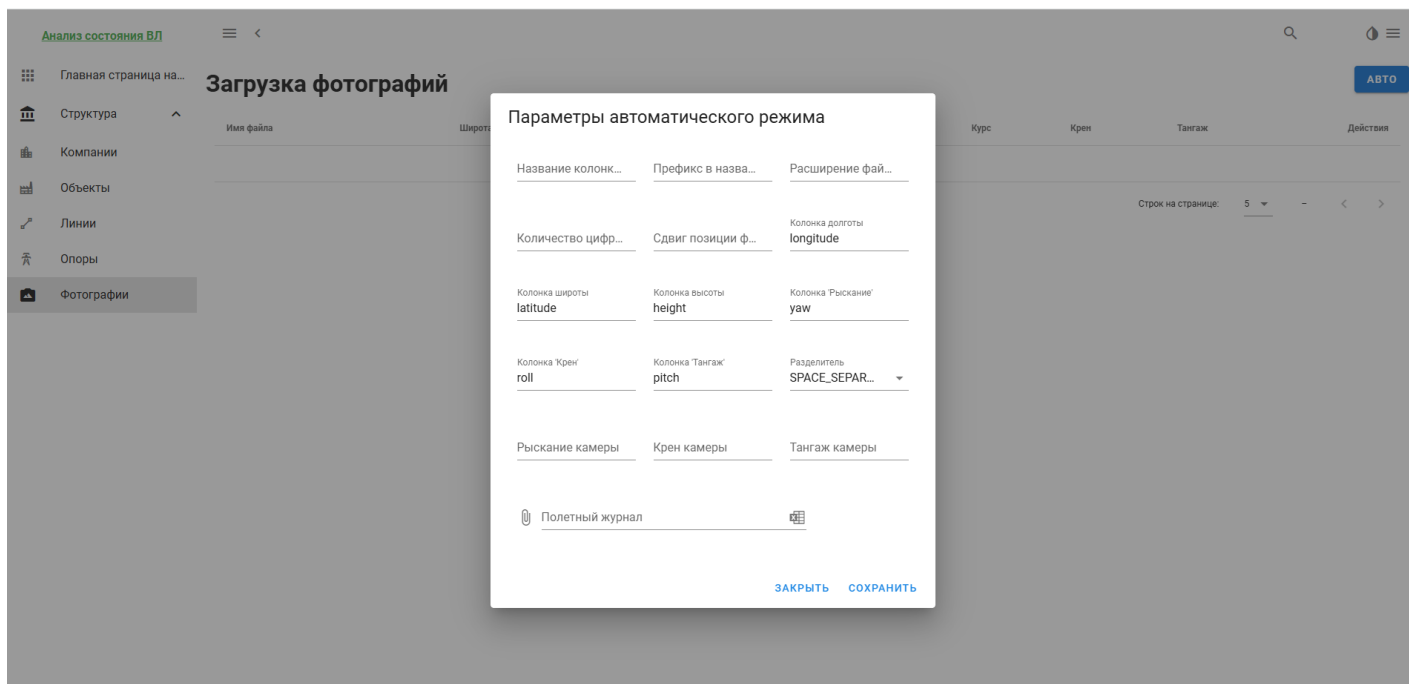


Рисунок 15. Интерфейс загрузки фотографий