

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НЕОЛАНТ СЕРВИС»**



**СИСТЕМА ОБРАБОТКИ И РАСПОЗНАВАНИЯ
ДАННЫХ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ**

НОРД ЛС

ОПИСАНИЕ ПРОДУКТА

Ставрополь, 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	3
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
1.1 Наименование системы	4
1.2 Область применения	4
1.3 Краткое описание возможностей	4
1.4 Уровень подготовки пользователя	5
1.5 Перечень эксплуатационной документации, с которыми необходимо ознакомиться пользователю	5
2. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ	6
2.1 Описание интерфейса	6
2.1.1 Главное меню	8
2.1.2 Инструментальные панели	9
2.1.3 Окна управления	17
2.1.4 Строка состояния	18
2.1.5 Сохранение вида рабочего стола	19
2.2 Видовые окна	19
2.2.1 Панель управления видом	19
2.2.2 Куб навигации	22
2.3 Работа с компасом	22
2.4 Установки программы	23
2.5 Настройка инструментальных панелей	26
2.6 Настройка горячих клавиш	30
2.7 Определение кнопок мыши	34
2.8 Привязки	35
2.9 Импорт и экспорт данных	37
3. ОПИСАНИЕ ОСНОВНЫХ ФУНКЦИЙ ПО РАБОТЕ С ОБЛАКАМИ ТОЧЕК	39
3.1 Описание формата	39
3.2 Обзор инструментов	39
3.3 Редактирование облака точек	44
3.4 Применение инструмента объемов отсечения к облакам точек	45
3.5 Настройки отображения	46
3.6 Импорт данных	47
3.7 Трансформация	48
3.8 Регистрация сканов облаков точек	49
3.9 Удаление дубликатов	50
3.10 Удаление шумовых точек	51
4. ИНСТРУМЕНТЫ РАСПОЗНАВАНИЯ И ПОДГОНКИ ПО ОБЛАКУ ТОЧЕК	53
4.1 Подгонка геометрических примитивов по облаку точек	54
4.2 Автоматический режим поиска и вписывания цилиндра	55
4.3 Распознавание в объеме	55
Лист регистрации изменений	59

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

Сокращение	Наименование
<i>СКО</i>	<i>Среднеквадратическое отклонение</i>
<i>ЛКМ</i>	<i>Левая кнопка мыши</i>
<i>ПКМ</i>	<i>Правая кнопка мыши</i>
<i>СКМ</i>	<i>Средняя кнопка мыши</i>
<i>RANSAC</i>	<i>RANdom SAmples Consensus</i>
<i>SOR</i>	<i>Statistical Outlier Removal</i>
<i>AABB</i>	<i>Axis-Aligned Bounding Box</i>
<i>RMS</i>	<i>Root Mean Square</i>

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Наименование системы

Полное наименование системы: система обработки и распознавания данных лазерного сканирования «НОРД ЛС».

Краткое наименование системы: «НОРД ЛС» (далее - Система).

1.2 Область применения

Настоящий документ предназначен для пользователей программного комплекса «НОРД ЛС». Пользователями Системы являются операторы/специалисты (далее - Пользователи) предприятий и организаций, обслуживающих сложное промышленное оборудование в нефтегазовой и химической отрасли, энергетике, металлургии, добыче полезных ископаемых.

В настоящем документе приведено описание основных возможностей программного комплекса «НОРД ЛС» и основных операций, необходимых Пользователям для выполнения своих функций.

1.3 Краткое описание возможностей

Программный продукт «НОРД ЛС» обеспечивает решение следующих задач:

1. редактирование облаков точек (аддитивная, вычитающая, инверсная выборки, выборка по цвету, задание цвета точкам, удаление выбранных точек, сохранение отредактированного облака в файл);
2. работа с объемами отсечения (редактирование, загрузка точек в объем, добавление объема к уже загруженному);
3. привязка к точкам облака;
4. раскраска облаков точек по цветовым схемам, нормализация цвета, раскраска по интенсивности;
5. импорт и экспорт в форматы pts, ptx, zppts, pvol (пакетная конвертация в отдельной утилите);
6. объединение облаков точек, загрузка нескольких файлов в один объем отсечения, выгрузка точек с нескольких файлов по выделенным элементам;
7. задание уровней детализации и ограничений на загрузку точек;
8. трансформация облаков точек (в абсолютных и относительных координатах);
9. регистрация облаков по нескольким точкам;
10. прореживание облаков точек;
11. удаление дубликатов;

12. удаление шумовых точек (SOR Filter);
13. вписывание геометрических примитивов в массив точек (цилиндр, сфера, тор, плоскость, линия) с контролем по СКО;
14. привязка к осевой линии цилиндра;
15. автоматический режим поиска и вписывания цилиндра при задании области поиска;
16. распознавание цилиндрических поверхностей в выбранном объеме;
17. трассировка трубопроводной сети в выбранном объеме и определение мест стыковки линейных сегментов труб;
18. использование каталога элементов при распознавании примитивов.

1.4 Уровень подготовки пользователя

Пользователи Системы должны иметь навыки в работе с применением технических и программных средств уровня Microsoft Windows или их аналогов.

1.5 Перечень эксплуатационной документации, с которыми необходимо ознакомиться пользователю

Эксплуатационной документации для ознакомления пользователю не требуется.

2. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ

2.1 Описание интерфейса

Элементы интерфейса программы логически упорядочены и представлены в виде совокупности главного меню, окон управления, инструментальных панелей, графической области, размещенной на видовых окнах, строки состояния.

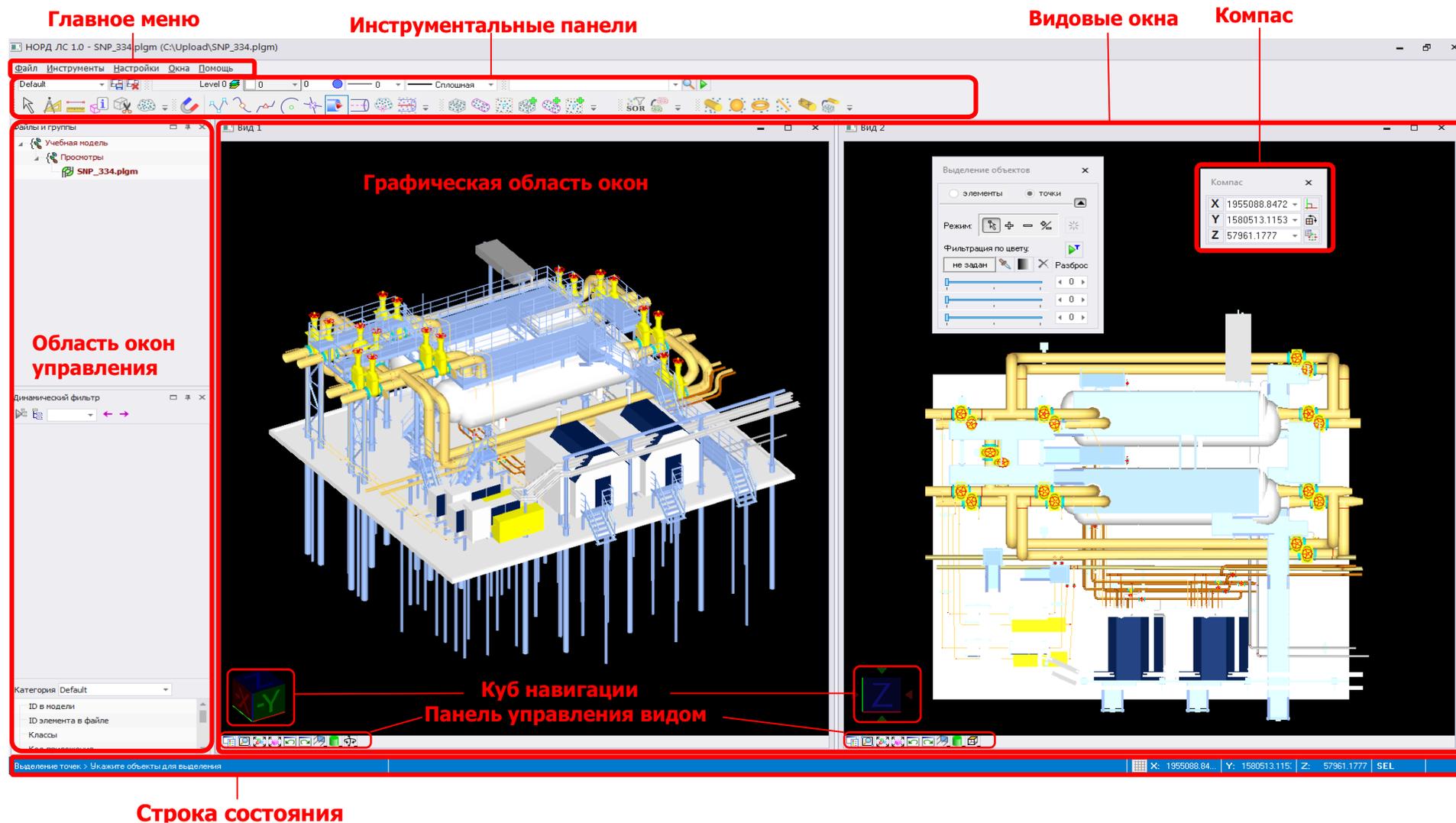


Рисунок 1 – Интерфейс программы

2.1.1 Главное меню

Главное меню представлено в виде выпадающих списков в верхней части окна программы и служит для вызова команд Системы (таблица 1).

Таблица 1 - Команды главного меню

Меню	Пункт меню	Пункт подменю	Описание
Файл	 Новый файл... (Ctrl+N)		Создание нового файла
	 Открыть файл... (Ctrl+O)		Открытие файла
	Ранее использованные		Вызов выпадающего меню со списком из 10 последних используемых файлов. Выбор того или иного файла приводит к его открытию.
	Заккрыть файл (Ctrl+Q)		Заккрытие активного файла
	Заккрыть все		Заккрытие всех открытых файлов
	 Сохранить файл (Ctrl+S)		Сохранение активного файла
	Сохранить как... (Ctrl+Alt+S)		Сохранение копии текущего файла с другим именем или в другом расположении.
	 Сохранить все (Shift+Ctrl+S)		Сохранение всех открытых файлов
	 Сжать файл		Очистка файла от неиспользуемых системных элементов*
	Восстановить файл..		Восстановление файлов в случае аварийного закрытия, повреждения или отсутствия файла автосохранения
	Открыть набор файлов...		Открытие ранее сохраненного набора файлов
	Сохранить набор файлов...		Сохранение набора файлов в формате plgs
	 Печать (Ctrl+P)		Вызов окна настройки и вывода на печать
	 Выход		Выход из программы
Инструменты	Импорт из	DGN	Импорт файла формата DGN
		DXF	Импорт файла формата DXF
	Экспорт в	DGN	Экспорт файла в формат DGN
		DWG	Экспорт файла в формат DWG
	 Файлы и группы		Вызов окна <i>Файлы и группы</i> для координации между файлами проекта
	 Связанные файлы		Вызов окна управления связанными файлами
	 Динамический фильтр		Вызов окна <i>Динамический фильтр</i>
	 Менеджер слоев (Ctrl+L)		Вызов окна <i>Менеджер слоев</i>
 Библиотеки блоков		Вызов окна <i>Библиотеки блоков</i>	
Настройки	Команды		Вызов окна <i>Активные команды</i>
	Цветовая таблица (Ctrl+Alt+T)		Вызов окна редактирования таблицы цветов
	Стили линий		Вызов окна создания и настройки пользовательских стилей линий
	Стили текста		Вызов окна создания и настройки стилей текста
	Стили размеров		Вызов окна создания и настройки стилей размеров
Стили выносок		Вызов окна создания и настройки стилей	

Меню	Пункт меню	Пункт подменю	Описание
			выносок
	Стили таблиц		Вызов окна создания и настройки стилей таблиц
	Стили ячеек		Вызов окна создания и настройки стилей ячеек таблиц
	Форматы значений		Вызов окна настройки форматов значений для различных параметров, таких как дата, время, число
	Единицы измерения		Вызов окна настройки единиц измерения
	Установки		Вызов окна системных настроек программы
	Горячие клавиши		Вызов окна настроек горячих клавиш
	Определение кнопок мышки		Вызов окна переопределения действий кнопок мыши
	Настройки интерфейса		Вызов окна изменения вида представления кнопок на панелях инструментов, создания собственных панелей с необходимыми командами
Окна	Вкл./Выкл.	Вид N	Включение/выключение видовых окон
	Удалить вид	Вид N	Удаление дополнительных видов. Кнопка становится активной при создании дополнительного вида (девятого и более)
	Создать 2D-вид		Создание дополнительного 2D-вида
	Создать 3D-вид		Создание дополнительного 3D-вида
	 Выстроить окна по вертикали		Установка взаимного расположения окон в поле рабочей плоскости согласно одному из заданных вариантов
	 Выстроить окна по горизонтали		
	 Выстроить окна каскадом		
	 Замостить окнами рабочую область		
	Панели кнопок		Включение/отключение отображения панели управления видом и настройка её расположения в графической области видового окна
		Вверху	
		Внизу	
		Слева	
		Справа	
Полосы прокрутки			Включение/отключение отображения полос прокрутки в графической области видового окна
Помощь	 Справка F1		Вызов справки
	 О программе		Вызов окна о программе, в котором указаны данные о версии программы, лицензии и правообладателе.

* Команда *Сжать файл* производит очистку файла от следов элементов, удаленных из видового окна, но содержащихся в файле в качестве «удаленных», что тем самым приводит к физическому уменьшению размера файла.

2.1.2 Инструментальные панели

В данном разделе представлен список инструментальных панелей с набором кнопок, предустановленных по умолчанию. Пользователю доступна возможность

создания, переконфигурации и удаления инструментальных панелей, добавления кнопок на определенные команды, а также создание и редактирование горячих клавиш. Более подробная информация представлена в разделах *Настройка инструментальных панелей* и *Настройка горячих клавиш*.

Активные атрибуты

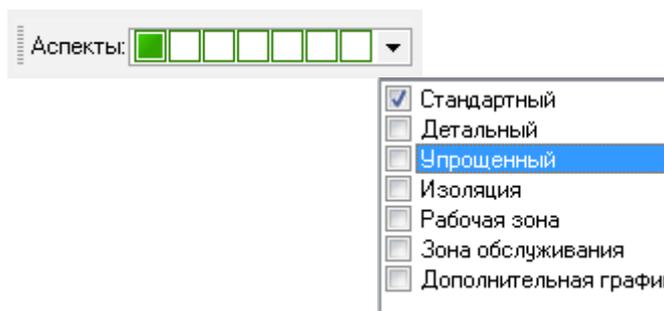
Панель представляет собой совокупность инструментов для управления визуальным представлением элементов.



Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Активный слой	Изменение принадлежности элементов определенному слою, управление видимостью слоев
	Активный цвет	Управление цветовой гаммой элемента
	Активная прозрачность	Управление степенью прозрачности
	Активная толщина линии	Управление величиной толщины линии (каркаса элементов)
	Активный стиль линии	Управление стилем отображения линий (каркаса элементов)

Аспекты

На данной панели представлена возможность управления вариантами отображения элемента при различной степени детализации, а также видимостью дополнительных элементов модели, для которых применен тот или иной аспект.



Блоки

На данной панели представлены кнопки для работы с блоками.



Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Установка блока	Инструмент установки блока в пространстве модели
	Менеджер блоков	Вызов окна <i>Менеджер блоков</i>
	Библиотеки блоков	Вызов окна <i>Библиотеки блоков</i>
	Создание локальной точки	Создание точки вставки блока

Иконка	Наименование кнопки	Описание
	вставки	Размещение и ориентация портов блока
	Объединение элементов в блок	Объединение различных элементов в один блок

Видовые окна

Панель *Видовые окна* позволяет осуществлять управление отображением видовых окон, а также их взаимным расположением. Более подробную информацию о видовых окнах и их настройках можно найти в разделе *Видовые окна*.



Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Вкл./выкл. Видимость окна N	Включение или отключение видимости окна с соответствующим номером
	Выстроить окна по вертикали	Инструменты управления взаимным расположением окон в поле рабочей плоскости согласно одному из заданных вариантов
	Выстроить окна по горизонтали	
	Выстроить окна каскадом	
	Замостить окнами рабочую область	

Измерения

Панель объединяет в себе инструменты для проведения измерений в пространстве модели. Вывод полученной информации о произведенном измерении осуществляется в одноименном окне с указанием результатов измерений и суммы измерений, произведенных последовательно.



Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Измерение расстояния	Инструмент измерения расстояния
	Измерение длины	Инструмент измерения длины
	Измерение угла	Инструмент измерения угла
	Измерение радиуса	Инструмент измерения радиуса
	Измерение площади	Инструмент измерения площади поверхности
	Измерение габаритов	Инструмент измерения габаритов

Команды

Панель представляет собой командную строку с наличием фильтра для быстрого поиска команды.



Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Выбрать команду	Командная строка для ручного ввода команды
	Последние команды	Выбор команды из списка последних используемых команд
	Выбрать команду	Вызов меню поиска с возможностью фильтрации команд по категории
	Выполнить команду	Запуск выполнения выбранной команды

Манипуляции

Панель представляет собой совокупность инструментов для редактирования расположения элементов в пространстве модели.



Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Перемещение элементов	Перемещение элемента в плоскости
	Копирование элементов	Инструмент копирования элемента
	Поворот элементов	Инструмент поворота элемента
	Отражение элементов	Инструмент зеркального отражения элемента
	Выворнять элементы	Инструмент выравнивания элемента

Модификация

На панели *Модификация* сгруппированы инструменты для преобразования двухмерных элементов модели.



Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Редактирование 2D элементов	Редактор 2D элементов
	Удлинение линии	Удлинение линии
	Добавление вершины	Добавление вершины к отрезку, составной или ломаной линии
	Удаление вершины	Удаление вершины составной или ломаной линии
	Разбитие элементов	Разбитие составных элементов на отдельные элементы

Операции с облаками точек

Панель представляет собой группу инструментов, предназначенных для работы с массивом точек лазерного сканирования.



Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Загрузить точки в объем по привязке	Загрузить массив облака точек, входящих в фиксированный настроенный объем по привязке
	Загрузить точки в объем по выделенным элементам	Загрузить массив облака точек, входящих в объем габаритного контейнера выделенных элементов
	Загрузить точки по объему отсечения	Загрузить массив облака точек по установленному объему отсечения
	Добавить точки в объем по привязке	Добавить точки к загруженному массиву по фиксированному настроенному объему по привязке
	Добавить точки в объем по выделенным элементам	Добавить точки к загруженному массиву по габаритному контейнеру выделенных элементов
	Добавить точки по объему отсечения	Добавить точки к загруженному массиву по установленному объему отсечения

Основные инструменты

Панель предназначена для быстрого доступа к основным инструментам работы в проекте или вызова соответствующего окна управления.



Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Файлы и группы	Вызов окна управления <i>Файлы и группы</i> для координации между файлами проекта
	Менеджер слоев (Ctrl+L)	Вызов окна управления <i>Менеджер слоев</i> для управления слоями
	Динамический фильтр	Вызов окна управления <i>Динамический фильтр</i> для работы с фильтрами
	Объемы отсечений	Вызов окна <i>Объем отсечения</i>
	Управление облаками точек	Вызов окна <i>Облака</i> , модуля работы с массивами точек лазерного сканирования
	Создание проекций	Вызов окна <i>Создание проекции</i>
	Вспомогательный инструмент для построения элементов	Вызов окна <i>Компас</i>
	Выделение объектов	Сброс активных команд, возврат к базовому режиму выделения объектов
	Создание рамки выбора для вида	Создание рамки выбора видового окна – области, определяющей взаимодействие элементов с некоторыми инструментами (например, Создание плоской проекции элементов, создание блока из группы элементов и т.п.)
	Считывание графических атрибутов элемента	Вызов окна <i>Атрибуты</i> и запуск команды считывания графических атрибутов элементов
	Информация об элементах	Вызов окна <i>Информация об элементах</i> для просмотра

Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Инструменты измерения	подробной информации о выбранном элементе Выпадающий список с набором измерительных инструментов

Привязки

Панель привязок объединяет набор инструментов, предназначенных для точного размещения элементов при построении взаимосвязанных объектов. Подробная информация и основные приемы работы с данными инструментами представлены в разделе *Привязки*.



Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Автоматический режим привязки (U)	Включение/отключение режима автоматической привязки
	Привязка к ключевой точке (K)	Включение/отключение привязки к характерной точке каркаса элемента
	Привязка к ближайшей точке (N)	Включение/отключение привязки к ближайшей к указателю точке каркаса элемента
	Привязка к середине (M)	Включение/отключение привязки к середине участка каркаса элемента
	Привязка к центру (C)	Включение/отключение привязки к центральной точке примитивной грани каркаса элемента (окружность, эллипс, дуга окружности или эллипса, прямоугольник)
	Привязка к пересечению (I)	Включение/отключение привязки к пересечению каркасных линий элементов
	Привязка к порту (P)	Включение/отключение привязки к ближайшему порту элемента
	Привязка к оси (J)	Включение/отключение привязки к оси линейного информационного элемента
	Привязка к облакам точек (L)	Включение/отключение привязки к точкам облака лазерного сканирования
	Привязка к оси по облаку (H)	Включение/отключение привязки к оси динамически распознаваемого в облаке точек лазерного сканирования цилиндрического объекта

Рабочий стол

Панель представляет собой совокупность кнопок для сохранения и удаления пользовательских настроек рабочего стола, а также быстрого выбора из списка сохраненных. Более подробную информацию о настройках рабочего стола можно найти в разделе *Сохранение вида рабочего стола*.



Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Название текущего рабочего стола	Возможность выбора рабочего стола из списка ранее сохраненных
	Сохранить рабочий стол	Сохранение настроек рабочего стола
	Удалить рабочий стол	Удаление настроек рабочего стола

Размерные элементы

Инструменты панели предназначены для нанесения размеров при формировании чертежей или в пространстве 3D модели.



Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Создание линейного размерного элемента	Нанесение размерных линий соответствующих выбранному типу с учетом указанного стиля
	Создание размерного элемента по длине сегмента	
	Создание углового размерного элемента по трем точкам	
	Создание углового размера между элементами	
	Создание размерного элемента радиус	
	Создание размерного элемента диаметр	

Стандартные операции

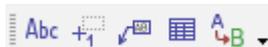
Панель представляет собой совокупность кнопок стандартных операций, производимых с файлами, и базовых команд.



Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Новый файл... (Ctrl+N)	Создание нового файла
	Открыть файл... (Ctrl+O)	Открытие файла
	Сохранить файл (Ctrl+S)	Сохранение активного файла
	Сохранить все (Shift+Ctrl+S)	Сохранение всех открытых файлов
	Откат изменения (Ctrl+Z)	Отмена последнего действия
	Вернуть изменения (Shift+Ctrl+Z)	Возврат отмененного действия
	Печать (Ctrl+P)	Вызов окна настройки и вывода печати
	Сохранить изображение	Вызов окна настройки сохранения изображения
	Справка (F1)	Вызов справки

Элементы оформления

Панель представляет собой совокупность инструментов для размещения аннотационных элементов в пространстве 3D модели или при оформлении чертежей и технической документации.



Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Создание текстового элемента	Нанесение элементов оформления
	Создание текстового узла	
	Установка выноски	
	Создание таблицы	Вызов инструмента создания и редактирования таблиц
	Редактирование текста	Вызов окна редактирования текста.*

* - Инструмент *Редактирование текста* позволяет производить редактирование текста, находящегося в составе блока, без его предварительного разгруппирования.

2D примитивы

Панель предназначена для создания двумерных элементов в пространстве модели или чертежа.



Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Создание ломаной линии	Инструмент создания ломаной линии
	Создание дуги	Инструмент создания дуги
	Создание окружности/эллипса	Инструмент создания окружности/эллипса
	Создание составной линии	Инструмент создания составной линии
	Создание комплексного элемента	Инструмент создания комплексного элемента

3D примитивы

Панель предназначена для создания примитивных трехмерных элементов, в том числе элементов вытягивания и вращения профиля.



Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Создание сферы	Инструмент создания 3D модели сферы
	Создание эллипсоида	Инструмент создания 3D модели эллипсоида
	Создание полусферы	Инструмент создания 3D модели полусферы
	Создание части сферы	Инструмент создания 3D модели части сферы

Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Создание параллелепипеда	Инструмент создания 3D модели параллелепипеда
	Создание конуса	Инструмент создания 3D модели конуса
	Создание элемента вытягивания	Инструмент создания элемента вытягивания из 2D элемента
	Создание элемента вращения	Инструмент создания элемента вращения из 2D элемента

2.1.3 Окна управления

Окна управления можно перемещать, группировать и закреплять на усмотрение пользователя исходя из принципов удобства и быстроты выполнения операций. Группировка нескольких окон позволяет создавать блоки, в нижней части которых будут представлены вкладки с названиями окон управления, входящих в состав этого блока. Для просмотра окна управления необходимо выбрать требуемого вкладку в блоке.

Закрепление окна (или блока) может осуществляться по всем четырем сторонам видового окна. При этом перемещение общей границы окна управления (или блока) и видового окна будет изменяться с взаимной компенсацией размера. При перемещении окна управления за заголовок появится индикатор, при наведении на кнопки которого, можно закрепить его в соответствующей области видового окна программы (рисунок 2). При наведении на центр индикатора осуществляется группировка окон в блок.

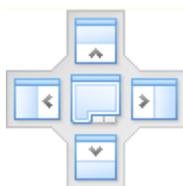


Рисунок 2 - Индикатор размещения

Для удобства пользователя вкладки внутри блока можно перемещать и менять местами путем их перетаскивания вдоль нижней границы. При перемещении будет подсвечиваться предполагаемое размещение окна управления в блоке.

Для открепления окна управления от блока необходимо выбрать его, указав соответствующую вкладку, потянуть за заголовок и расположить в свободном пространстве.

Быстро закрепить или открепить окно можно с помощью двойного нажатия левой кнопкой мыши на заголовке окна.

Кнопки *Свернуть*  или *Развернуть*  окна управления становятся активными в том случае, если произведена группировка окон в блоки, разделенные горизонтально

(или вертикально). При таком расположении кнопка *Развернуть*  позволяет развернуть окно управления в размер всей области размещения блоков. Кнопка *Свернуть*  возвращает окно управления в исходный размер.

Кнопки *Закреплено*  и *Откреплено*  позволяют управлять фиксацией окон управления в заданном положении. По умолчанию все окна управления представлены на экране в зафиксированном положении. При необходимости увеличения графической области экрана, окна управления могут быть свернуты до вкладок. Окно управления разворачивается при наведении на соответствующую вкладку курсора мыши, а его содержимое перекрывает графическую область экрана.

2.1.4 Строка состояния

Строка состояния расположена вдоль нижней грани окна программы и представлена несколькими информационными и управляющими элементами:

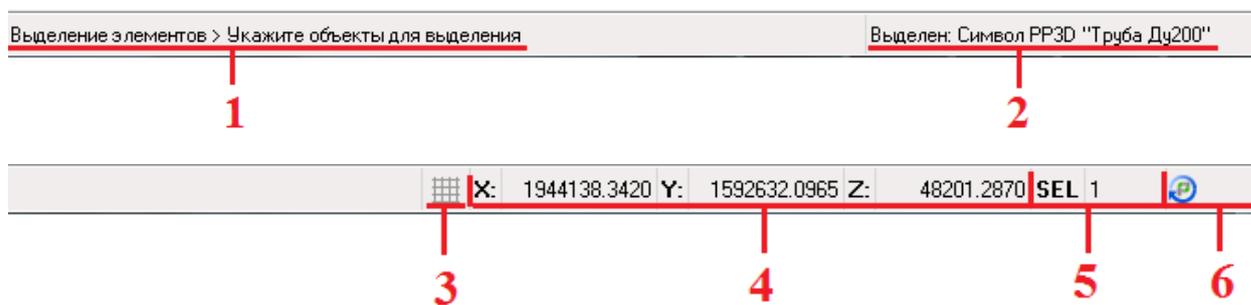


Рисунок 3 - Строка состояния

1 – наименование активной команды, отображение подсказок и советов по выполняемым операциям;

2 – отображение типа и наименования выделенного элемента;

3 – включение/отключения функции привязки к координатной сетке;

4 – текущие абсолютные координаты курсора;

5 – информация о количестве выделенных элементов. Двойное нажатие ЛКМ на поле *SEL* позволяет выделить все элементы во всех открытых файлах данной рабочей сессии.

6 – информация о наличии обновлений  или внутренних ошибок программы  ³, двойное нажатие ЛКМ в данном поле позволяет вызвать окно для просмотра журнала информационных сообщений и подробной информации об ошибках (*Лог*).

2.1.5 Сохранение вида рабочего стола

После настройки интерфейса рабочего стола под нужды пользователя, его необходимо сохранить. Для этого на инструментальной панели *Рабочий стол* в поле имени настроек рабочего стола ввести новое имя или оставить текущее и нажать кнопку *Сохранить рабочий стол* .

Удаление настроек рабочего стола осуществляется кнопкой *Удалить рабочий стол* . При сохранении рабочего стола программа запоминает под указанным именем компоновку, расположение и размеры всех окон управления, а также конфигурацию видовых окон и настройки параметров отображения для каждого видового окна.

2.2 Видовые окна

Большую часть видового окна составляет графическая область, в которой отображается содержимое открытых файлов: трехмерная модель, чертеж или изометрическая схема. Помимо графической области видовое окно содержит панель управления видом, куб навигации и полосы прокрутки (рисунок 1).

Использование нескольких видовых окон с различной ориентацией модели в пространстве позволяет повысить скорость работы и наглядность производимых операций. Управление количеством окон, а также их взаимным расположением осуществляется с помощью инструментальной панели *Видовые окна*, либо меню *Окна* главного меню. Используемые видовые окна подсвечиваются на инструментальной панели  и в меню.

2.2.1 Панель управления видом

Панель управления видом по умолчанию расположена в левом нижнем углу видового экрана (рисунок 1) и представлена следующим набором кнопок (таблица 2):

Таблица 2 – Кнопки панели управления видом

Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Настройки вида	Вызов окна настройки параметров вида (см. рисунок 4)
	Увеличить область	Позволяет вписать в размер видового окна все элементы, попадающие в выделение рамкой
	Вписать всё	Позволяет вписать в размер видового экрана все элементы открытых файлов
	Вписать выделенное	Позволяет вписать в размер видового экрана выделенные элементы
	Предыдущий вид	Перемещение между предыдущими вариантами ориентации модели в процессе навигации и возврат к текущим.
	Следующий вид	

Иконка	Наименование кнопки	Описание
	Параллельная проекция или перспективная проекция	Переключение режимов пространственного изображения элементов модели
Визуальное представление:		Представление элементов модели в соответствии с выбранным визуальным стилем:
	Затенение	<i>Затенение</i> – отображение поверхностей элементов с учетом их оптических свойств и тоновых переходов.
	Каркас	<i>Каркас</i> – представление элементов модели в виде совокупности всех образующих ребер, характерных линий и точек.
	Скрытые линии	<i>Скрытые линии</i> – представление повторяющее режим «каркас», но при этом линии, закрытые поверхностью этого же или другого элемента, представлены пунктирным стилем.
Вид:		Представление элементов модели в соответствии с выбранной ориентацией.
	Сверху	
	Снизу	
	Спереди	
	Сзади	
	Слева	
	Справа	
	Изометрия	
	Произвольный	

Настройки вида

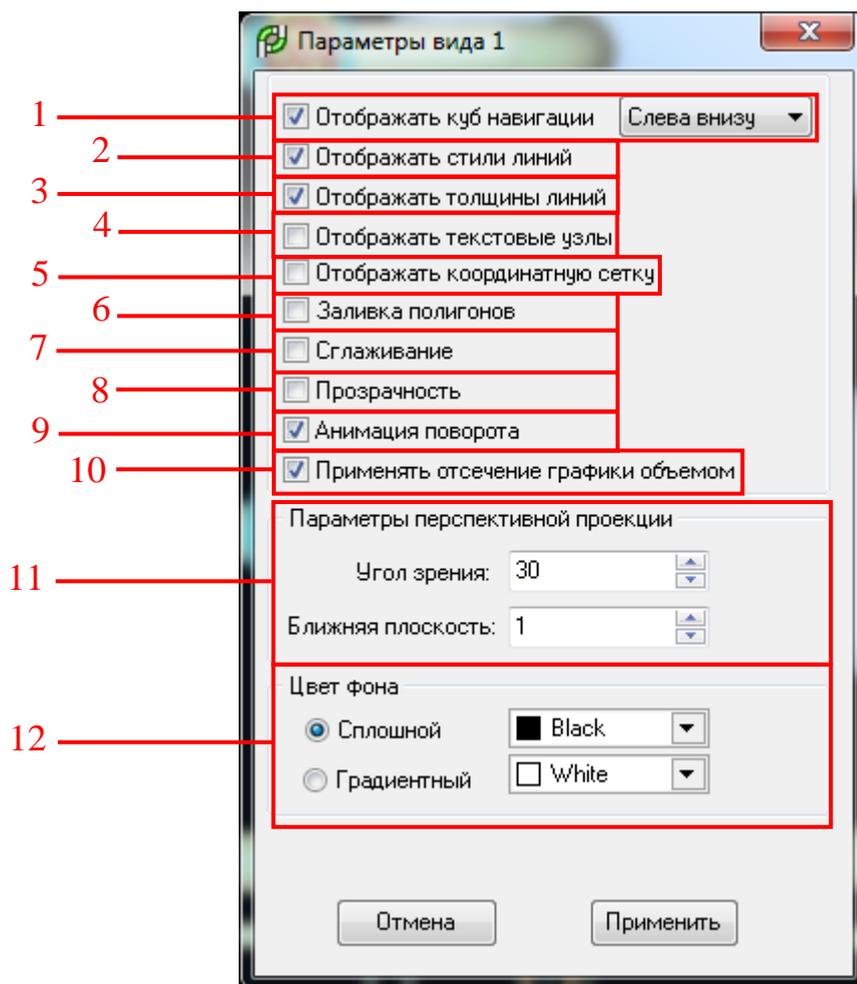


Рисунок 4 – Настройка параметров вида

Функции, представленные в окне настройки вида:

- 1 – управление видимостью навигационного куба и его расположением в графической области видового окна;
- 2 – управление видимостью стилей линий, заданных пользователем;
- 3 – управление видимостью толщин линий, заданных пользователем;
- 4 – управление видимостью меток текстовых узлов;
- 5 – управление видимостью координатной сетки на виде;
- 6 – управление представлением замкнутых двухмерных объектов с включенным режимом заливки внутренней области;
- 7 – сглаживание элементов модели;
- 8 – управление отображением степени прозрачности элементов;
- 9 – включение/отключение анимированных переходов при изменении ориентации модели в пространстве;

10 – включение/отключение функции отсечения графических объектов установленным объемом отсечения для текущего вида;

11 – управление параметрами перспективной проекции;

12 – управление цветом фона графической области видового экрана (при градиентном режиме устанавливается верхний и нижний цвет градиента).

2.2.2 Куб навигации

Инструмент *Куб навигации* обеспечивает визуальное представление текущей ориентации модели и позволяет переключаться между стандартными и изометрическими видами модели.

По умолчанию навигационный куб расположен в левом нижнем углу видового экрана и в неактивном состоянии имеет полупрозрачное отображение. При наведении курсора на куб он подсвечивается и становится активным, появляются дополнительные стрелки вращения вида (рисунок 5).

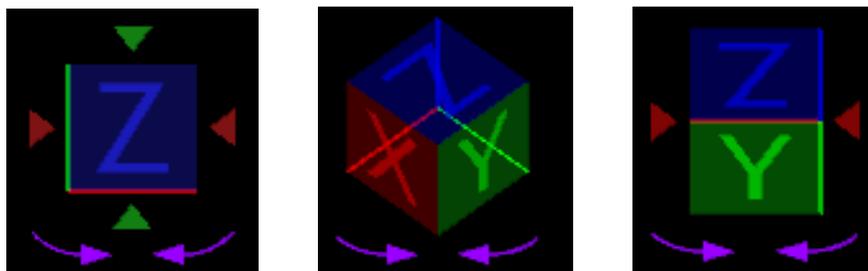


Рисунок 5 – Куб навигации

Для переключения ориентации вида необходимо выбрать одну из плоскостей, граней или вершин куба. Просмотр смежной плоскости можно осуществить с помощью указателя, изображенного в виде кнопки-треугольника. При наведении курсора на одну из частей навигационного куба она подсветится желтым цветом, обозначая предполагаемую к выбору ориентацию.

2.3 Работа с компасом

Компас предназначен для ориентирования и точного размещения элементов в пространстве модели. Вызов окна компаса производится с помощью кнопки *Вспомогательный инструмент для построения элементов* , расположенной на панели *Основные инструменты*. Предусмотрено два режима работы компаса: в осевом и радиальном режиме.

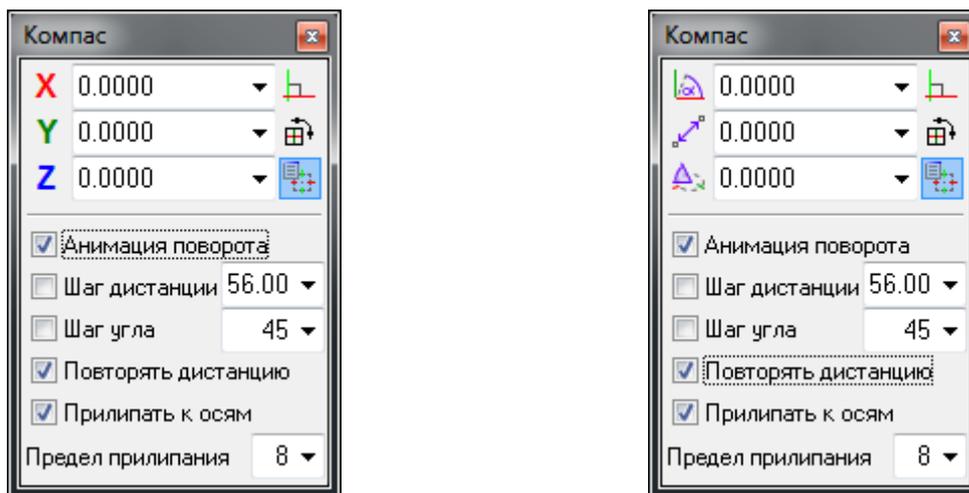


Рисунок 6 – Режимы работы компаса

Интерфейс компаса зависит от выбранного режима и представлен следующими функциями (таблица 3):

Таблица 3 – Кнопки интерфейса компаса в зависимости от выбранного режима

Иконка	Наименование функции	Описание
0.0000	Ось X	В осевом режиме поле ввода значений координат по оси X
0.0000	Ось Y	В осевом режиме поле ввода значений координат по оси Y
0.0000	Ось Z	В осевом режиме поле ввода значений координат по оси Z
0.0000	Угол	В радиальном режиме поле ввода значения уклона
0.0000	Дистанция	В радиальном режиме поле ввода значения дистанции
0.0000	Уклон	В радиальном режиме поле ввода значения уклона
	Ортогональный режим	Активация функции ортогонального режима
	Задать СК	Активация функции установки локальной системы координат
	Настройки	Вызов раскрывающегося меню дополнительных настроек

2.4 Установки программы

Окно *Установки* предоставляет возможность изменять системные настройки программы, такие как автосохранение, пути к директориям хранения настроек и данных программы, а также устанавливать пользовательские значения для настроек представления графики и т.д.

Вызов окна *Установки* доступен из меню *Настройки*.

В разделе *Общие* представлена возможность настроить режим автосохранения и создания резервной копии файла (рисунок 7).

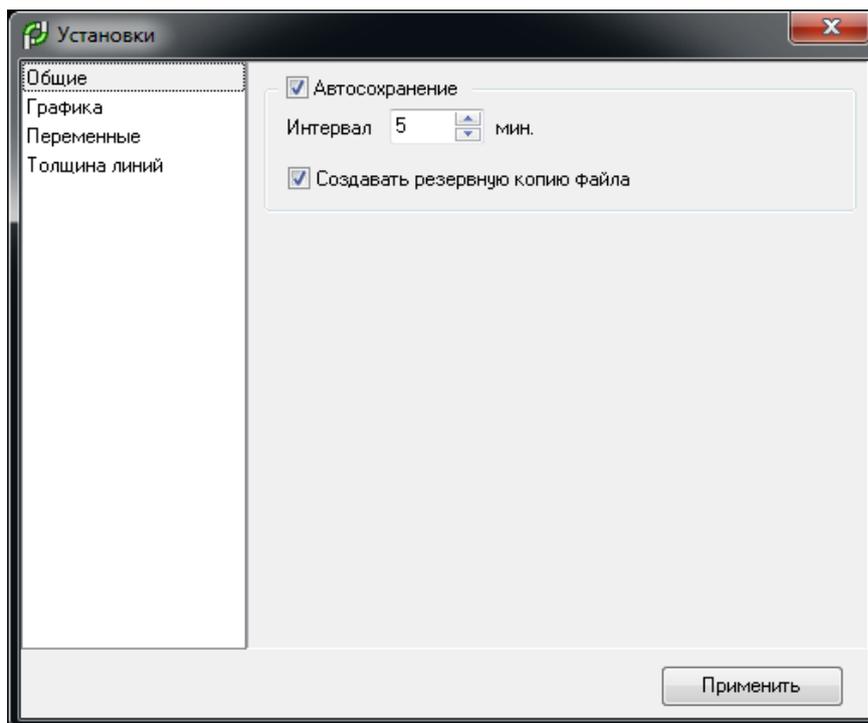


Рисунок 7 – Интерфейс окна *Установки*, раздел *Общие*

Примечание. Установленный режим автосохранения и создания резервной копии файла распространяется только на активный файл.

Примечание. Резервной копией файла является полная копия исходного файла, которая сохраняется в расположении исходного файла с тем же именем и расширением **.~plgm*. Для восстановления работоспособности резервной копии необходимо изменить расширение файла на стандартное - **.plgm* (удалить символ ~ тильда).

Раздел *Графика* содержит инструменты для выбора цвета выделяемых объектов, уровня детализации и настройки координатной сетки.

- Активация функции *Совместимость с OpenGL 1.1* позволит работать с устаревшими аппаратными платформами в случае возникновения проблем с визуализацией модели.
- Опция *Динамический уровень детализации* позволяет включить режим динамической детализации криволинейных объектов (дуг, окружностей, эллипсов, линий каркаса элементов и т.д.).
- При включенном режиме в поле *Детализация криволинейных элементов* максимальный размер сегментов криволинейного объекта указывается в пикселях. При этом детализация элементов в видовом окне зависит от установленного масштаба (уменьшается при отдалении и увеличивается при приближении).

Данный режим позволяет повысить быстродействие, экономя ресурсы ПК за счет уменьшения детализации мелких объектов или объектов при большом удалении.

При отключенном режиме *Динамический уровень детализации* в том же самом поле *Детализация криволинейных элементов* указывается максимальный размер сегментов криволинейного объекта в миллиметрах. При этом детализация элементов в видовом окне не зависит от установленного масштаба, но зависит от размера самих объектов, т.е. является статической.

Настройка графического отображения координатной сетки представлена несколькими опциями:

- *Базовый размер координатной сетки* – поле ввода размера базовой ячейки координатной сетки в миллиметрах;
- *Плоскость координатной сетки* – меню выбора плоскости, в которой будет представлено отображение координатной сетки: *OXY*, *OXZ*, *OYZ* или *по виду*;
- *Динамический размер сетки* - активная опция позволяет укрупнять ячейки сетки кратно десяти при отдалении элементов модели и вновь возвращаться к базовому размеру при приближении;
- *Цвет сетки* – меню выбора и переопределения цвета координатной сетки. По умолчанию установлен белый цвет RGB 255, 255, 255.
- *Цвет выбранных сегментов* – меню выбора и переопределения цвета выделяемых элементов в пространстве модели. По умолчанию задан розовый цвет RGB 255, 0, 255.
- *Цвет подсветки элементов* – меню выбора и переопределения цвета предварительного выбора элементов модели. По умолчанию задан бирюзовый цвет RGB 0, 255, 255.

Раздел *Переменные* хранит в себе информацию о переменных, используемых программным комплексом, в частности пути к дистрибутивам, директории хранения данных, используемых файлах настроек и т.д.

Переменные, выделенные синим цветом, являются системными и не доступны для редактирования или удаления. Значение переменных, выделенных синим цветом и жирным шрифтом, при необходимости может быть откорректировано. Для этого необходимо выделить её в списке, внести необходимые корректировки в строках *Имя* или

указать в поле *Значение* новое расположение директории для выгружаемых из БД модели файлов и нажать кнопку *Сохранить* .

Переменные, выделенные черным цветом и жирным шрифтом доступны для редактирования и удаления. Для редактирования переменной необходимо выделить её в списке, изменить *Имя* или *Значение* и нажать кнопку *Сохранить* . Для удаления переменной необходимо выбрать её и нажать кнопку *Удалить* . Вновь добавленные пользовательские переменные так же будут выделены черным цветом и жирным шрифтом. Для добавления новой переменной необходимо нажать кнопку *Добавить* , заполнить поля *Имя* и *Значение* и нажать кнопку *Применить*.

2.5 Настройка инструментальных панелей

Для настройки пользовательского интерфейса необходимо в меню *Настройки* главного меню выбрать *Настройки интерфейса* (рисунок 8). В верхней части появившегося окна указано имя текущего файла интерфейса (по умолчанию *Стандартный.ri*). Справа от него расположены кнопки, с помощью которых пользователь может открыть файл интерфейса , добавить панели из ранее сохраненного файла интерфейса , сохранить настроенный интерфейс в новый файл  или сохранить изменения в текущем .

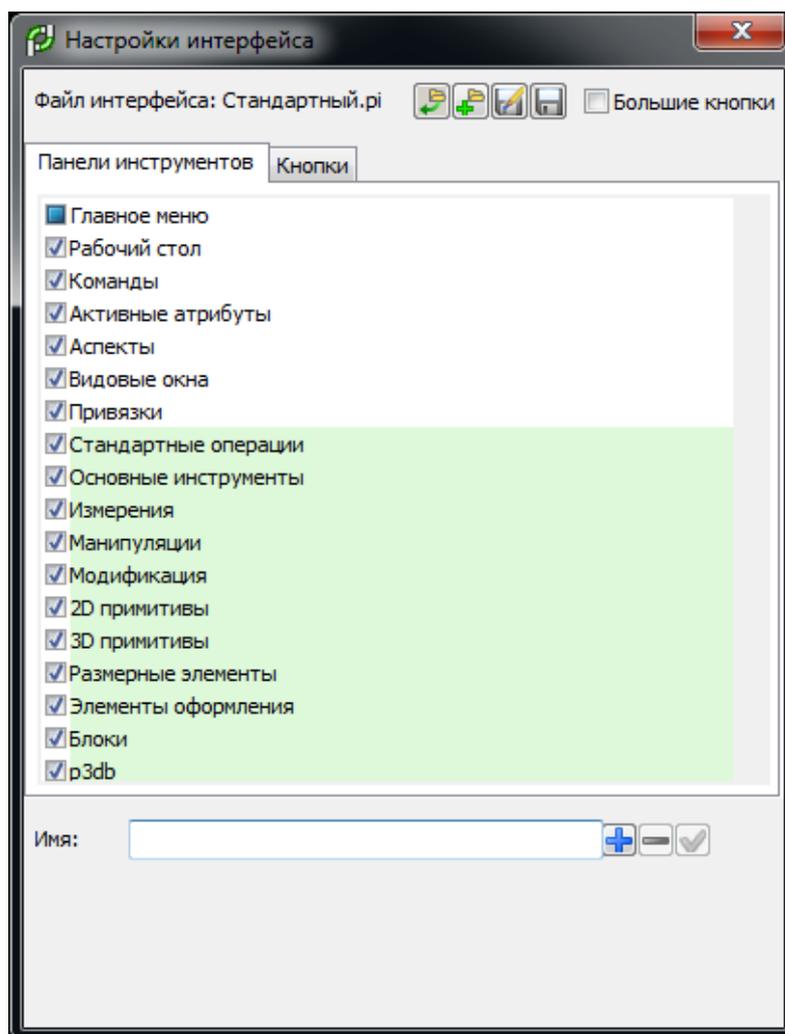


Рисунок 8 – Окно *Настройки интерфейса*, вкладка *Панели инструментов*

Примечание. Файл интерфейса с расширением *.pi хранит перечень панелей инструментов, кнопок в составе этих панелей, соответствующие им иконки, и компоновку панелей инструментов в окне программы.

Опция *Большие кнопки* переключает режим отображения размера кнопок на панелях инструментов между вариантами 16x16 и 24x24 пикселей.

На вкладке *Панели инструментов* представлен список панелей, сохраненных в файле интерфейса. Показ той или иной панели в области окна программы регулируется снятием или установкой галочки напротив названия соответствующей панели. При этом для панелей, выделенных зеленым цветом, предоставлена возможность редактирования или удаления на усмотрение пользователя.

ВАЖНО! Панели инструментов, не выделенные зеленым цветом, являются системными и не могут быть переименованы или удалены.

Ниже списка панелей располагается поле ввода имени панели инструментов и кнопки создания , удаления  и подтверждения изменения  имени панели.

На вкладке Кнопки пользователю предоставлена возможность добавлять кнопки к уже существующим или новым панелям, а также создавать собственные кнопки для команд (рисунок 9).

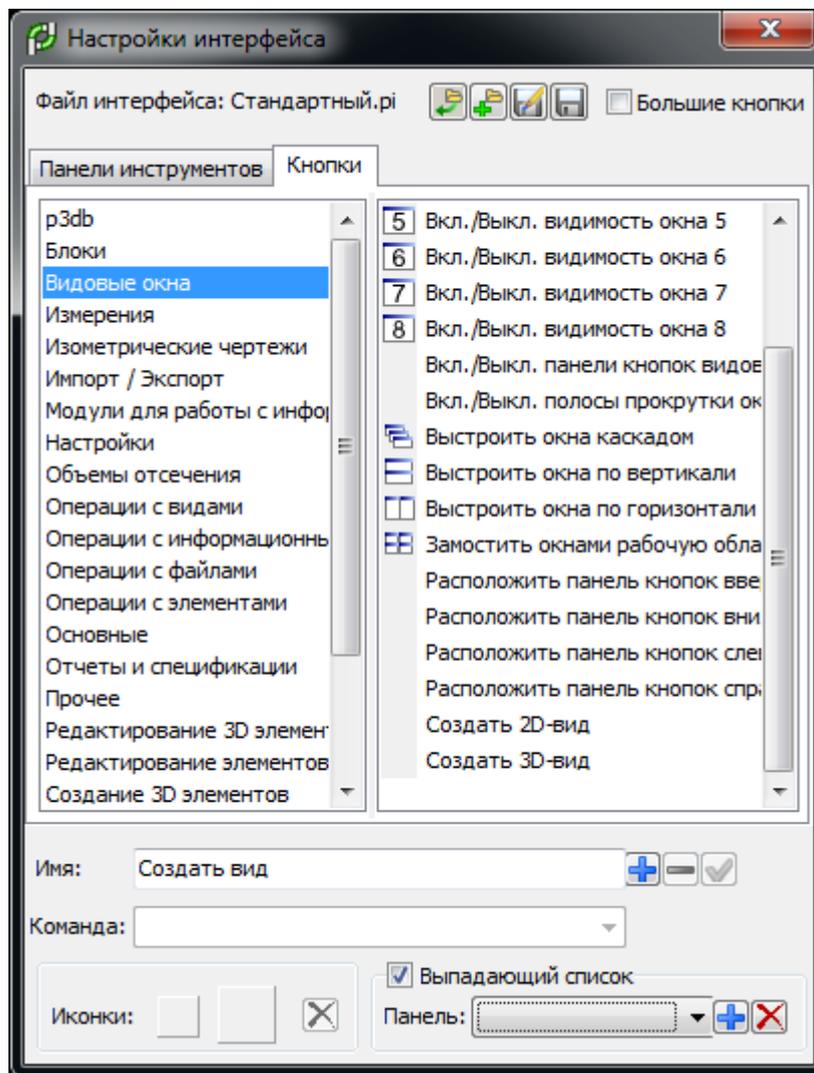


Рисунок 9 – Окно *Настройки интерфейса*, вкладка *Кнопки*

Все команды сгруппированы по категориям. В левом списке отображен перечень категорий команд, а в правом – перечень кнопок, которым соответствует та или иная команда выбранной категории.

Чтобы поместить выбранную кнопку на панель необходимо найти ее в списке в правой части окна *Настройки интерфейса* и «перетянуть» с помощью мыши на желаемое место инструментальной панели, расположенной в окне программы.

Перекомпоновка кнопок на инструментальных панелях осуществляется путем перетаскивания кнопки с одной панели на другую при открытом окне *Настройки*

интерфейса. Удаление кнопки из панели производится путем её перетаскивания в свободное пространство.

Также при открытом окне *Настройки интерфейса* доступно специальное контекстное меню для каждой кнопки панелей инструментов, не являющихся системными (рисунок 10).

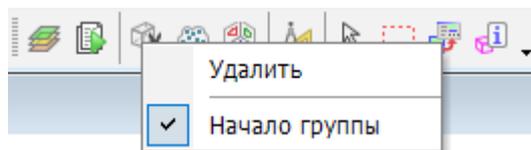


Рисунок 10 – Контекстное меню панели инструментов

Выбор пункта *Удалить* позволяет удалить кнопку из панели инструментов. Опция *Начало группы* позволяет визуально отделить кнопку или группу кнопок на панели инструментов от других кнопок путем добавления перед указанной иконкой вертикальной отделяющей черты.

Для создания новой кнопки необходимо выбрать категорию команд, задать имя в одноименном поле вкладки *Кнопки* окна *Настройки интерфейса*, затем выбрать команду, которая будет выполняться при нажатии этой кнопки и нажать . Некоторые команды предполагают указание определенных параметров выполнения, которые отображаются в правой части раскрывающегося окна (рисунок 11).

После выбора команды (и параметра выполнения) в строке *Команда* отобразится системное наименование команды, закрепленной за кнопкой.

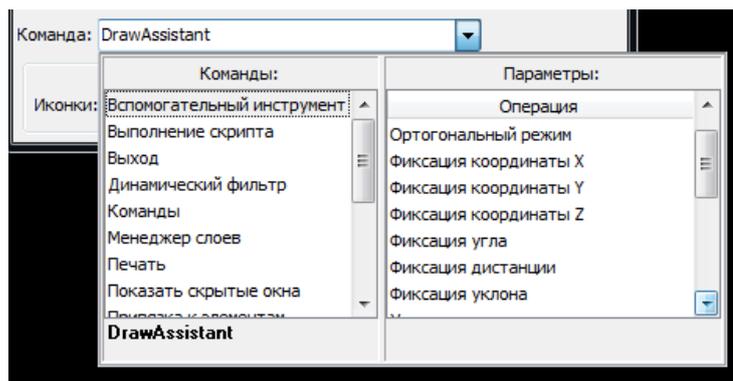


Рисунок 11 – Окно списка команд

В поле *Иконки* можно задать изображение кнопки: маленькая иконка (16x16 пикселя) и/или большая (24x24 пикселя). Пользователь может самостоятельно создать изображение иконки в любом графическом редакторе, поддерживающим сохранение в формате BMP, PNG или ICO.

Кнопка может содержать выпадающий список команд. Для этого необходимо установить галочку *Выпадающий список* и выбрать панель, команды из которой должны быть размещены в выпадающем списке, либо создать новую панель. После внесения изменений в настройки кнопки необходимо нажать кнопку *Сохранить* . Удаление кнопки осуществляется путем нажатия кнопки *Удалить* .

Примечание. Созданные пользователем кнопки выделяются в списке кнопок зеленым цветом. При необходимости, эти кнопки могут быть отредактированы или удалены. Остальные кнопки являются системными и недоступны для редактирования и удаления.

После внесения всех изменений в настройки панелей инструментов и кнопок интерфейс должен быть сохранен  для дальнейшего использования в последующих рабочих сеансах.

2.6 Настройка горячих клавиш

Использование горячих клавиш позволяет повысить производительность работы в программном комплексе. Пользователям предоставлена возможность назначать собственные комбинации клавиш на команды или воспользоваться предустановленными по умолчанию. Горячие клавиши, заложенные в настройки по умолчанию, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Горячие клавиши по умолчанию

Сочетание клавиш	Команда	Описание
Клавиши управления привязками		
К	Snap KeyPoint	Привязка к ключевой точке
М	Snap Middle	Привязка к середине
С	Snap Center	Привязка к центру
Н	Snap Nearest	Привязка к ближайшей точке
І	Snap Intersection	Привязка к пересечению
Р	Snap Port	Привязка к порту
Ј	Snap Axe	Привязка к оси
Л	Snap CloudPoint	Привязка к облакам точек
Н	Snap AxeFromCloud	Привязка к оси по облаку
U	Snap Auto	Автоматический режим
Клавиши управления Компасом		
Пробел	DrawAssistant ChangeMode	Изменить режим компаса
Т	DrawAssistant SetOrtho	Ортогональный режим
Х	DrawAssistant LockX	Фиксация координаты X
У	DrawAssistant LockY	Фиксация координаты Y
Z	DrawAssistant LockZ	Фиксация координаты Z
A	DrawAssistant LockAngle	Фиксация угла
D	DrawAssistant LockDistance	Фиксация дистанции
Q	DrawAssistant LockSlope	Фиксация уклона
O	DrawAssistant FixOrigin	Установить точку отсчета

G	DrawAssistant SetGlobalOrientation	Установить систему координат по глобальной системе
V	DrawAssistant SetViewOrientation	Установить систему координат по осям вида
E	DrawAssistant CycleRotate	Установить систему координат по следующей плоскости
R	DrawAssistant ZRotation	Интерактивный поворот системы координат вокруг оси Z
S	DrawAssistant DefineOrientation	Задать локальную систему координат
Enter		Фиксация направления вдоль ближайшей к указателю оси, блокировка двух неактивных осей координат
Основные команды		
Ctrl+Alt+T	Dialog ColorTable	Цветовая таблица
Ctrl+A	Select All	Выделить все элементы
Del	Delete Elements	Удалить элементы
Ctrl+Z	Undo	Откатить изменения
Shift+Ctrl+Z	Redo	Вернуть изменения
`	Command ChangeMode	Изменить режим команды
F5	Command ChangePort	Поменять порт элемента
F6	Command ReverseElement	Развернуть элемент
Ctrl+P	Dialog Print	Печать
Ctrl+F5	Dialog Commands	Команды
Ctrl+F4	ScriptsManager	Редактор скриптов
Ctrl+S	Reference Files	Связанные файлы
Ctrl+L	LevelsManager	Менеджер слоев
F1	Show Help	Справка
Ctrl+Q	FilesManager CloseActive	Закреть файл
Ctrl+S	FilesManager SaveActive	Сохранить файл
Ctrl+Alt+S	FilesManager SaveAsActive	Сохранить как...
Shift+Ctrl+S	FilesManager SaveAll	Сохранить все
Ctrl+N	Dialog NewFile	Новый файл...
Ctrl+O	Dialog OpenFile	Открыть файл...

Настройка пользовательских сочетаний клавиш осуществляется в окне *Горячие клавиши*, вызов которого производится из меню *Настройки*. В появившемся окне (рисунок 12) представлен список существующих комбинаций (1), блок настройки и редактирования сочетаний горячих клавиш (2), а также кнопка сброса пользовательских настроек до предустановленных значений (3).

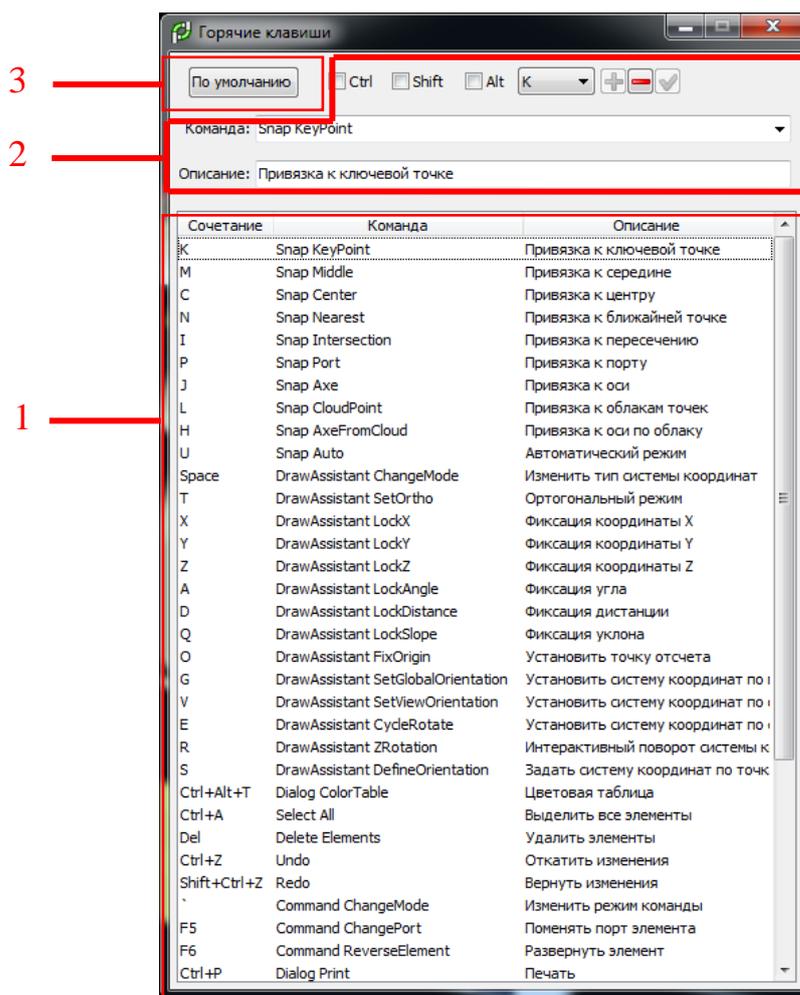


Рисунок 12 – Окно настроек горячих клавиш

Горячие клавиши могут содержать в комбинации клавиши-модификаторы (Ctrl, Shift и/или Alt) и символные, функциональные клавиши (F1-F12) или специальные клавиши (PgUp, PgDn, Home, End и т.п.). Для каждой команды можно задать несколько комбинаций. Если команда на клавишу уже назначена, то курсор перейдет на соответствующую строку в списке команд.

Чтобы добавить новую комбинацию клавиш для команды необходимо выбрать неиспользуемое ранее сочетание клавиш и ввести системное наименование команды в строке *Команда*, либо выбрать ее из списка, нажав на стрелку выпадающего списка  в конце строки. Для быстрого поиска нужной команды предусмотрен фильтр по категориям (рисунок 13).

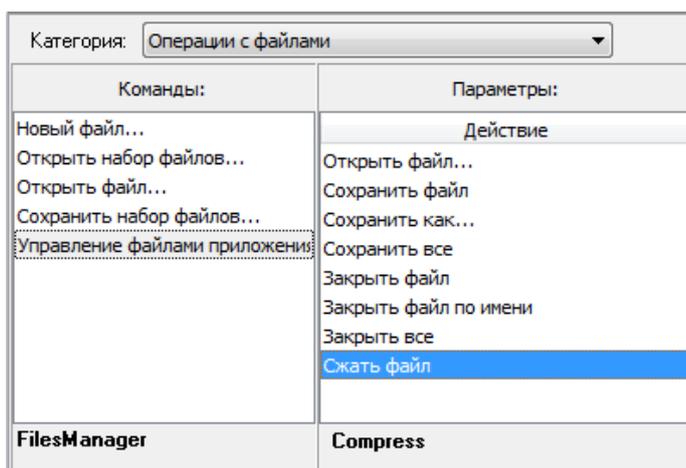


Рисунок 13 – Меню поиска команды

После выбора команды станут активными кнопки добавления и сохранения горячих клавиш . Нажав кнопку *Добавить* будет создана комбинация и добавлена в список горячих клавиш. Для того, чтобы создать ещё одну комбинацию горячих клавиш для какой-либо команды, необходимо выбрать команду в списке существующих (либо найти по фильтру в строке *Команда*), задать новое сочетание и нажать кнопку *Добавить* . После чего горячие клавиши появятся в списке. Так же представлена возможность редактирования существующих комбинаций. Для этого необходимо выбрать в списке команду и задать новое сочетание клавиш (либо другую команду на это сочетание клавиш), затем нажать кнопку *Сохранить* для подтверждения операции. Удаление комбинации осуществляется путем выбора её в списке и нажатия на кнопку *Удалить* . При наведении на иконку инструмента в окне программы комбинация горячих клавиш при наличии будет отображаться в виде всплывающей подсказки. Для инструментов, имеющих две комбинации и более во всплывающей подсказке будет отображаться только первая, указанная в списке.

2.7 Определение кнопок мыши

Для кнопок мыши так же есть возможность настроить пользовательские определения и переназначить сочетания для некоторых команд. Для этого в меню *Настройки* нужно выбрать *Определение кнопок мыши*.

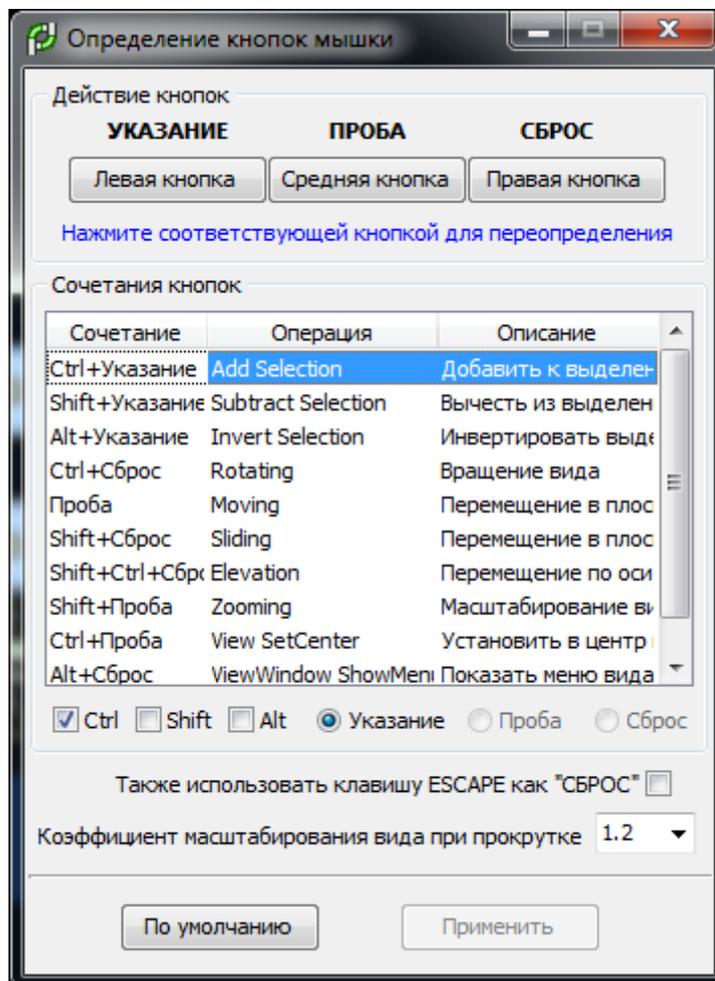


Рисунок 14 – Окно *Определение кнопок мыши*

В появившемся окне (рисунок 14) в разделе *Действие кнопок* необходимо нажать на кнопку под названием операции той кнопкой мыши, для которой требуется переопределить данное значение.

В разделе *Сочетания кнопок* пользователь может перенастроить сочетания кнопок-модификаторов (Ctrl, Shift и/или Alt) и кнопок мыши. Для этого необходимо выделить в списке операцию и перенастроить для неё сочетание в нижней части области *Сочетания кнопок*.

Помимо кнопки мыши для операции сброса (отмены активной команды, или текущего шага выполнения команды) можно использовать клавишу *Esc*, установив галочку в соответствующем поле.

После любых изменений в окне *Определение кнопок мыши* для вступления настроек в силу необходимо нажать кнопку *Применить*.

Для сброса пользовательских настроек до предустановленных сочетаний необходимо нажать кнопку *По умолчанию*.

2.8 Привязки

Для точного размещения элементов в интерактивном режиме при построении взаимосвязанных объектов предназначены различные типы привязок. Кнопки для активации привязок расположены на инструментальной панели *Привязки*.

Кнопка *Автоматический режим привязки*  управляет включением и отключением режима автоматического поиска точки привязки выбранного типа в интерактивном режиме.

При включенном *Автоматическом режиме привязки* при наведении указателя мыши на соответствующую область элемента модели появляется маркер точки привязки, указывающий, что захват точки привязки произведен. Маркеры представлены в виде цветных значков, соответствующих типу выбранной привязки (см. таблицу *Типы привязок*).

При отключенном *Автоматическом режиме привязки* принудительный захват точки привязки выбранного типа может быть осуществлен нажатием СКМ на соответствующей области элемента модели. Для отмены захвата точки привязки необходимо повторно нажать СКМ.

Примечание. Неявный захват потенциальной точки привязки выбранного типа производится программой заранее, даже если указатель мыши еще не находится непосредственно над данной точкой. В этом случае отображается маркер точки привязки серого цвета. Для явного выбора и фиксации данной точки привязки можно нажать СКМ (Проба).

Типы привязок

Иконка кнопки	Маркер узловой точки	Наименование	Описание типа привязки
		<i>Привязка к ключевой точке</i>	Привязка к характерной точке двухмерной фигуры или каркаса примитива трехмерного элемента модели. Например, к конечной точке линии или дуги, узловой точке ломаной или составной линии, углу параллелепипеда.
		<i>Привязка к ближайшей точке</i>	Привязка к ближайшей точке двухмерной фигуры или каркаса примитива трехмерного элемента модели. Например, к касательной дуги, окружности, эллипса или эллиптической дуги, а также к ближайшей точке отрезка или

Иконка кнопки	Маркер узловой точки	Наименование	Описание типа привязки
		<i>Привязка к середине</i>	составной линии. Привязка к середине двумерной фигуры или линии каркаса примитива трехмерного элемента модели. Например, к середине линии или дуги.
		<i>Привязка к центру</i>	Привязка к центральной точке двумерной фигуры или центру плоской поверхности примитива элемента. Например, к центру окружности, эллипса, дуги окружности или эллипса, к центру стороны параллелепипеда.
		<i>Привязка к пересечению</i>	Привязка к точке пересечения двумерных фигур или линий каркаса примитивов, составляющих трехмерный элемент модели.
		<i>Привязка к порту</i>	Привязка к присоединительному направленному (вектор) порту трехмерного элемента модели.
			Привязка к неприсоединительному ненаправленному (точка) порту трехмерного элемента модели.
		<i>Привязка к оси</i>	Привязка к оси линейного трехмерного элемента модели. Например, к осевой линии трубопровода, воздуховода и т.д.
		<i>Привязка к облакам точек</i>	Привязка к любой точке облака лазерного сканирования.
		<i>Привязка к оси по облаку</i>	Привязка позволяет в интерактивном режиме осуществлять поиск и захват точки, лежащей на оси цилиндрического объекта, образованного точками лазерного сканирования.

Примечание. Для всех типов привязок по умолчанию предусмотрены горячие клавиши, использование которых позволяет ускорить процесс моделирования.

Примечание. Возможно использование нескольких режимов привязки одновременно. Для этого необходимо с зажатой клавишей Ctrl выбрать на инструментальной панели *Привязки* необходимые режимы. Не рекомендуется комбинировать с режимом *Привязка к ближайшей точке*.

Примечание. При использовании режимов *Привязка к ключевой точке*, *Привязка к ближайшей точке*, *Привязка к середине*, *Привязка к центру*, *Привязка к пересечению* рекомендуется для наглядности и удобства использовать вариант визуального представления *Каркас*.

2.9 Импорт и экспорт данных

Импорт DXF (только 2D объекты)

Примечание. Механизм импорта файлов DXF предназначен только для импорта 2D элементов. 3D элементы, содержащиеся в файле DXF игнорируются. Процесс импорта файлов формата DXF запускается в меню *Инструменты – Импорт из – Импорт из DXF*. Далее необходимо выбрать файл формата DXF, нажать кнопку *Открыть*. Все 2D элементы, содержащиеся в файле DXF будут загружены в программу с исходными координатами.

Экспорт в DGN

Для экспорта модели в формат *.dgn* необходимо в меню *Инструменты – Экспорт в – DGN* выбрать одну из следующих команд:

Только графика... – экспортируется только графическое отображение элементов.

Только графика по слоям... – экспортируется только графика, для каждого слоя создается отдельный файл.

С атрибутами Intergraph PDS... – экспортируется графика и атрибутивная информация.

При выборе команды *Только графика...* в окне *Сохранить как* необходимо указать имя и директорию для сохранения файла, нажать кнопку *Сохранить*. Будет создан файл с расширением **.dgn*, для дальнейшего использования.

При выборе команды *Только графика по слоям...* в окне *Сохранить как* необходимо указать имя и директорию для сохранения, нажать кнопку *Сохранить*. Система создаст по указанному пути временный файл **.tmp*, запросит путь для сохранения файлов с именами, аналогичными слоям. По указанному пути будут созданы необходимые файлы.

При выборе команды *С атрибутами Intergraph PDS...* в окне *Сохранить как* необходимо указать имя и директорию для сохранения файлов, нажать кнопку *Сохранить*. По указанному пути будут созданы необходимые файлы.

Экспорт в DWG

Для экспорта модели в формат *Autocad (dwg или dxf)*, необходимо выбрать меню *Инструменты – Экспорт в – DWG*. В открывшемся окне необходимо указать параметры экспорта:

Выбор элементов:

Активный файл – экспортируются все элементы активного файла;

Все элементы – экспортируются все элементы из всех открытых файлов;

Выделение – экспортируются только выделенные элементы.

Версия файла – возможен экспорт в несколько версий файлов *dwg* или *dxf*.

Шаблон – экспортировать модель с использованием заранее подготовленного файла шаблона в формате *dwg*. Формат полученного файла будет соответствовать выбранному в поле *Версия файла*.

Масштаб юнитов – масштаб экспортируемых элементов (значение 1000: 1 мм = 1 юниту в AutoCAD).

Мин. детализация, Макс. детализация – количество вершин криволинейного элемента на угле 360 градусов. При высоких максимальных значениях поверхность элемента будет выглядеть более гладкой, но и увеличится размер файла.

Все 3D элементы в сетки – в сетки будут преобразованы даже те элементы, примитивы которых совпадают с примитивами AutoCAD (сфера, параллелепипед и т.д.).

Сглаживание сеток – качество визуализации.

Пропускать порты – геометрия портов не будет сохраняться в файле.

Масштаб стилей линий – указание масштаба стилей линий.

Суффикс для имен символов – добавление указанных символов к имени экспортируемых символов.

Толщины линий – соответствие значений толщин линий программы толщинам линий AutoCAD.

После нажатия кнопки *Выполнить* необходимо задать имя файла и его расположение.

3. ОПИСАНИЕ ОСНОВНЫХ ФУНКЦИЙ ПО РАБОТЕ С ОБЛАКАМИ ТОЧЕК

3.1 Описание формата

Изображения, получаемые наземным лазерным сканером, несут очень большой объем информации, являющийся в ряде случаев избыточным. При работе с большими объемами данных часто возникает необходимость определить объекты, попадающие в некоторую область пространства, находить ближайшие объекты или объекты, пересекаемые лучом. Стандартным приемом, позволяющим заметно снизить сложность запросов о взаимном расположении объектов в пространстве, являются различные типы так называемых пространственных индексов (spatial index). Для разрабатываемого формата был выбран один из распространенных типов пространственного индекса – октодереву. Данный подход заключается в рекурсивном разделении области трёхмерного пространства на восемь ячеек.

Данная структура позволяет быстрее производить выборку точек, выполнять операции с наборами выбранных точек, определять ближайшую точку к лучу, отображать только те объемы, которые попадают в поле зрения пользователя. Данная структура также применяется при создании уровней детализации для отображения облаков точек.

3.2 Обзор инструментов

К основному функционалу можно отнести:

- редактирование облаков точек (аддитивная, вычитающая, инверсная выборки, выборка по цвету, задание цвета точкам, удаление выбранных точек, сохранение отредактированного облака в файл);
- работа с объемами отсечения (редактирование, загрузка точек в объем, добавление объема к уже загруженному);
- раскраска облаков точек по цветовым схемам;
- импорт и экспорт в форматы pts, ptx, zppts, pvol (пакетная конвертация в отдельной утилите);
- объединение облаков точек, загрузка нескольких файлов в один объем отсечения, выгрузка точек с нескольких файлов по выделенным элементам;
- трансформация облаков точек (в абсолютных и относительных координатах);
- регистрация облаков по нескольким точкам;
- разбиение, слияние, проверка ptx на ошибки;

- переиндексация раст;
- нормализация цвета, раскраска по интенсивности.

Для работы с облаком точек лазерного сканирования в программе используется модуль *Облака*, запускаемый кнопкой *Управление облаками точек* на панели *Основные инструменты*.



Использование облаков точек лазерного сканирования формата *Ocree* дает преимущества по сравнению с другими форматами, так как становится доступен расширенный функционал, кроме непосредственного просмотра (рис. 15.).

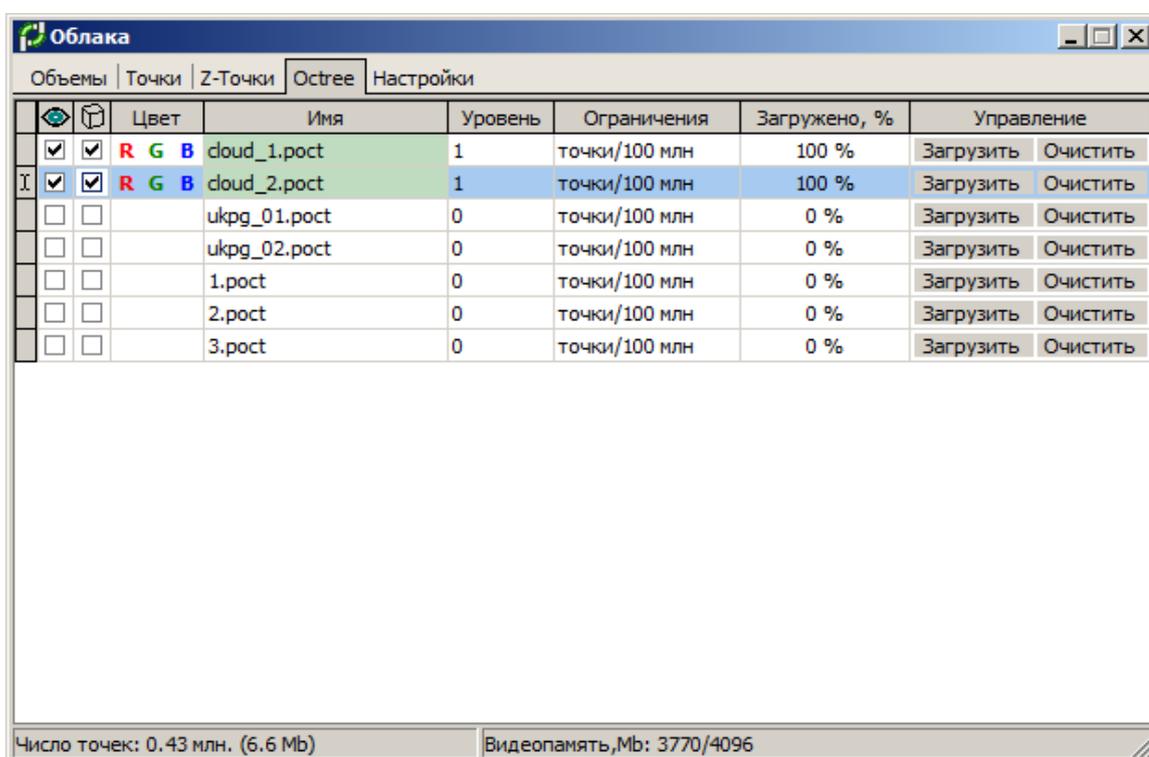


Рисунок 15 – Главное окно для работы с облаками точек

Таблица состоит из набора файлов и колонок с настройками. Для работы команд необходимо, чтобы был выбран один активный файл. Ограничивающая рамка активного облака выделяется красным цветом.

В первых двух колонках можно управлять видимостью облаков точек, а также видимостью их габаритных контейнеров. По клику по заголовку этих колонок снимаются и устанавливаются флажки для всех файлов в списке.

По нажатию на поле колонки «Цвет» появляется окно настройки цветового режима облака точек для выделенного файла. В следующей колонке отображается название файла (поле помечается зеленым цветом при загруженном облаке).

Колонка «Уровень» задает уровень детализации при отображении. При этом в колонке можно выбрать только те уровни, точки которого загружены в ОП

Настройки для задания ограничений на загрузку для каждого облака точек содержатся в колонке «Ограничения». Возможные варианты:

- по количеству точек (по умолчанию 100 млн);
- по уровню (по умолчанию макс. 5);
- по проценту от свободной ОП (по умолчанию 80%).

В следующей колонке отображается процент загрузки. Если облако (или его часть) полностью загружено, то отображается -100 %, в противном случае - процент загруженных точек от общего числа точек во всем файле.

В последней колонке добавлены кнопки для загрузки и очистки облака точек.

Инструменты для работы с точками лазерного сканирования доступны в контекстном меню (рис. 16.), вызываемом нажатием ПКМ в окне. Часть инструментов относится ко всей работе с точками, часть - конкретно с указанным файлом.

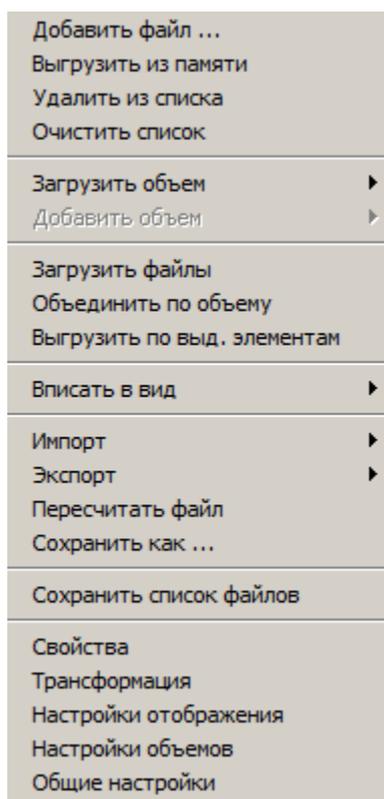


Рисунок 16 - Контекстное меню

Добавить файл - добавить файл в рабочий набор.

Выгрузить из памяти - выгружает файл, аналогично кнопке «Очистить».

Удалить из списка - удаляет файл из списка.

Очистить список - очищает весь список файлов.

Загрузить объем - позволяет загрузить объем:

- по привязке. Размеры задаются в «Настройки объемов»
- по выделенным элементам. Точки загружаются по ААВВ элементов (ограничивающий параллелепипед, выровненный по координатным осям);
- по объему отсечения. Точки загружаются по объему, заданному шестью плоскостями.

Добавить объем - позволяет добавить объем к уже загруженному.

Загрузить файлы - загружает точки из выбранных файлов по активному объему отсечения. Имеется возможность задать автоматически цвет и количество точек для загрузки каждого облака.

Объединить по объему - выгружает точки из выбранных файлов по объему

отсечения с последующей индексацией.

Выгрузить по выделенным элементам - выгружает точки из выбранных файлов по AABV элементов с последующей индексацией.

Вписать в вид - вписывает точки из файла в указанный вид.

Экспорт - Экспорт в форматы zprts, rvol, ptx.

Пересчитать файл - переиндексация файла с другими настройками.

Сохранить как... - сохранение отредактированного файла. При не полностью загруженном файле история операций редактирования (изменение цвета и удаление) будет применяться к точкам исходного облака, поэтому процесс может занять значительное время.

Сохранить список файлов - сохраняет текущий список файлов для последующей работы.

Свойства - показывает информацию о загруженном и общем количестве точек облака.

Настройки объемов - Задаются размеры параллелепипеда для загрузки по точке привязки.

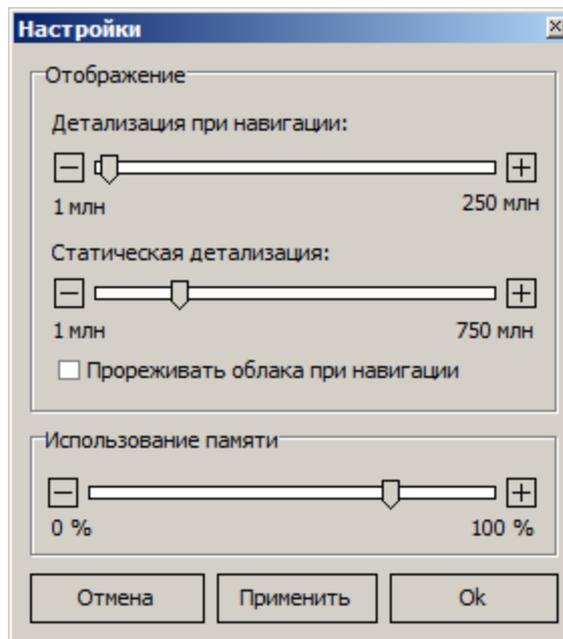


Рисунок 17 – Окно настроек

Общие настройки - Задаются настройки по отображению облаков точек лазерного сканирования (рис. 17):

- Детализация при навигации: количество точек, отображаемых при

перемещении и масштабировании вида

- Статическая детализация: максимальное количество отображаемых точек.
- Прореживать облака при навигации: дополнительно прореживать облака.
- Использование памяти: процент от свободной ОП, доступной для загрузки точек.

3.3 Редактирование облака точек

Для редактирования облаков точек необходимо, чтобы переключатель в окне «Выделение объектов» был установлен в режим «точки» (рис. 18).

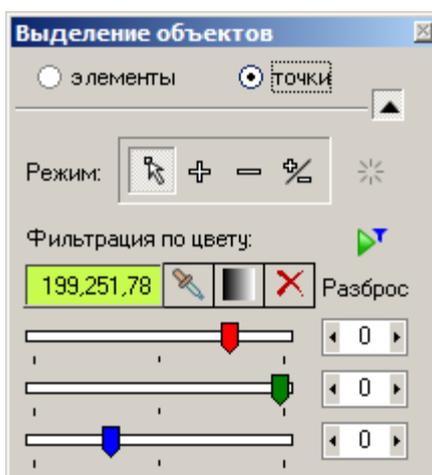


Рисунок 18 – Инструмент выделения объектов

Для выделения точек доступны следующие режимы:

- обычное выделение. Предыдущее выделение сбрасывается. Доступны клавиши, описанные в следующих режимах.
- режим объединения. Новый выбор добавляется к предыдущему выбору. Аналогично выделению точек с нажатой клавишей Ctrl.
- режим вычитания. В этом режиме новый выбор удаляется из ранее созданного выделения. Аналогично выделению точек с нажатой клавишей Shift.
- режим инверсии выделения. Этот режим действует как объединение, но при этом перекрывающиеся области удаляются из общего выделения. Аналогично выделению точек с нажатой клавишей Alt.

Для снятия выделения достаточно щелкнуть ЛКМ по пустому полю или нажать кнопку . Чтобы удалить выделенные точки, необходимо нажать клавишу Delete.

Далее расположены кнопки для цветового выделения точек. В рамке показан цвет точки в числовом формате по цветовой модели RGB. Значения меняются в зависимости от положения расположенных ниже ползунков по каждому каналу RGB или от результата считывания цвета точки. При щелчке по этому полю будет отображаться таблица, где можно выбрать один из стандартных цветов. При использовании инструмента «Считать с точки»  необходимо вручную щелкнуть ЛКМ по нужной точке в облаке.

Активное состояние кнопки «Оттенки серого»  не позволяет менять каналы RGB отдельно друг от друга. Кнопка «Сброс фильтра»  отключает возможность выбора по цвету, при этом в рамке с цветом RGB будет показан текст «не задан».

Поле «Разброс» позволяет установить диапазон выбора конкретного канала, при этом для наглядности будут показаны серые полосы этого диапазона. Чтобы выделить точки с заданным цветом или диапазоном цветов, необходимо нажать на кнопку «Применить фильтр» .

Чтобы выбрать все точки, необходимо нажать клавишу Ctrl+A.

3.4 Применение инструмента объемов отсечения к облакам точек

Для облегчения работы с точечной и трехмерной векторной моделями объекта можно использовать инструмент «Объемы отсечения» (рис. 19), ограничивающий области их отображения.

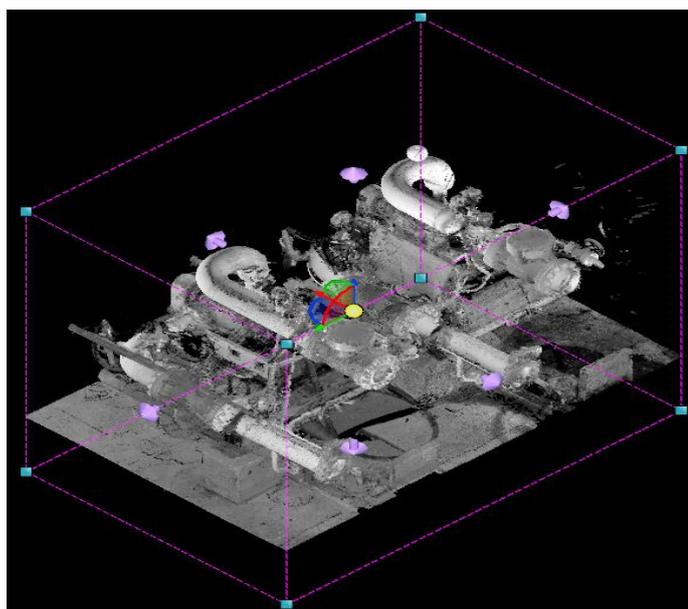


Рисунок 19 – Объемы отсечения

Для облаков точек данный инструмент применяется для создания

ограничивающего объема для текущего активного файла. При этом отсекаются все точки, не попадающие в заданный объем. Также можно загрузить или добавить точки в активный объем отсечения. Если задан активный объем отсечения и отмечен пункт «Отсекать облака точек», то все операции по цветовой, прямоугольной выборке, редактированию, привязке, фильтрации, распознаванию применяются к точкам внутри объема отсечения.

3.5 Настройки отображения

Раскраска облака в режимах:

- RGB (исходный цвет облака точек)
- фиксированный цвет
- по уровню
- по интенсивности (при наличии)

Для режимов «Интенсивность» и «Уровень» доступны цветовые схемы (рис. 20, 21):

- Спектр
- Схема «Viridis»
- Оттенки серого
- Интерполяция по ключевым цветам «Красный» - «Белый»
- Интерполяция по ключевым цветам «Синий» - «Белый» - «Красный»
- Интерполяция по ключевым цветам «Синий» - «Зеленый» - «Желтый» - «Красный»

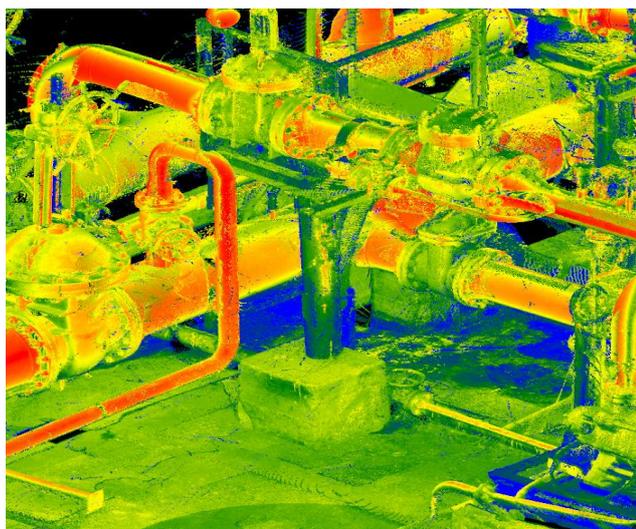


Рисунок 20 – Режимы отображения облаков точек

Чаще всего цвет точек формируется на основании значений интенсивности точек облака (рис. 20). Исходное распределение точек по интенсивности может отличаться от

нормального. Для преобразования в более наглядное представление часто прибегают к нормализации исходных данных.

Для режима RGB доступен пункт меню «Нормализация»:

- линейное преобразование (смещает среднее значение выборки в середину диапазона по цвету/интенсивности);
- логарифмическое преобразование;
- квадратическое преобразование;
- логит-преобразование.

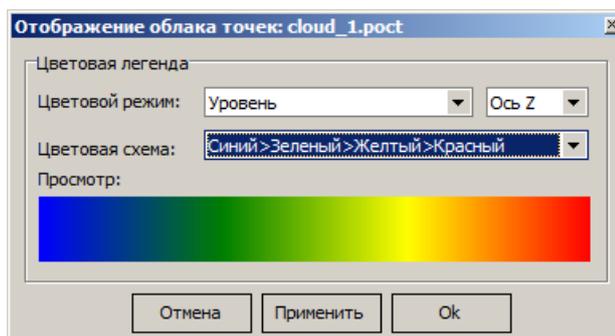


Рисунок 21 – Настройки отображения облаков точек

3.6 Импорт данных

Конвертация файлов облаков точек в различные форматы осуществляется как в самом НОРД ЛС, так и с помощью вспомогательной программы, не требующей предварительной установки.

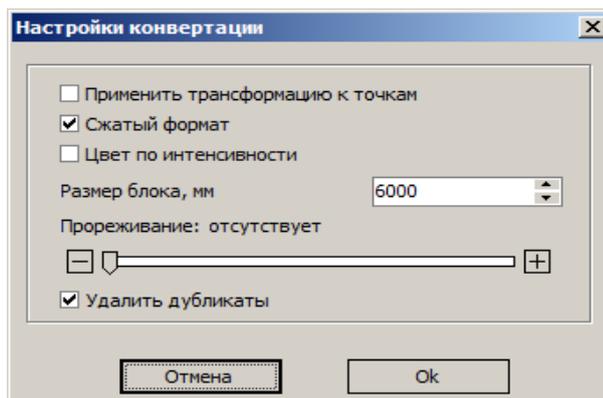


Рисунок 22 – Окно с настройками конвертации

Программа осуществляет прямую конвертацию (рис. 22) в формат poct из форматов ptx, zrpts, rvol и обратно, переиндексацию poct, конвертацию pts в zrpts и poct, разбиение и объединение ptx, проверку на ошибки ptx. В целях оптимизации структуры отредактированного файла poct или изменения параметров индексации (например,

увеличение шага прореживания) возможно применение функции переиндексации к готовому файлу post (опция ReIndex Post).

Настройки конвертации:

Применить трансформацию к точкам. При выключенной опции преобразования не будут применяться к точкам, а сохранятся в виде матрицы трансформации.

Цвет по интенсивности. При отмеченной опции информация о цвете, содержащаяся в файле, игнорируется, и цвет рассчитывается по интенсивности.

Размер блока. Задается размер блока, подлежащего индексации. Оптимальный размер блока от 4000 до 8000 мм. Для больших облаков (несколько млрд. точек) размер блока задается больше 10000 мм.

3.7 Трансформация

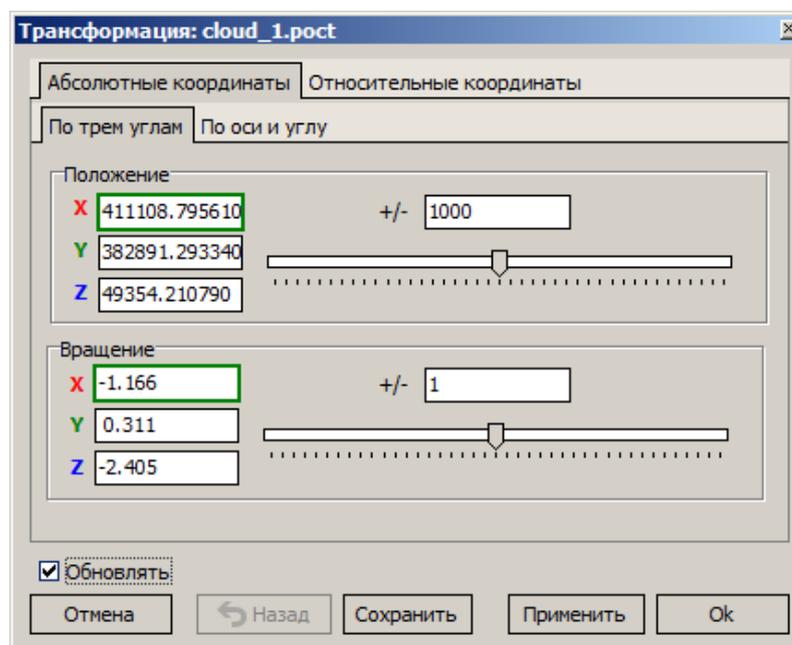


Рисунок 23 – Окно трансформации облака точек

Трансформация - изменение положения и ориентации облака точек. В программе имеются два варианта изменения положения в пространстве: через абсолютные и относительные координат (рис. 23). На вкладке «Абсолютные координаты» текущая матрица трансформации может быть представлена также в двух вариантах: либо через смещение и углы вращения по каждой оси, либо как вращение относительно оси на определенный угол со смещением. Это дает возможность редактировать исходную трансформацию, которая присутствовала в исходных данных при конвертации.

При относительном способе задании координат указывается направление смещения по каждой координате, а также центр вращения, ось, относительно которой будет выполняться вращение и величина угла поворота.

Для записи примененной трансформации в файл необходимо нажать на кнопку «Сохранить».

3.8 Регистрация сканов облаков точек

Выбираются два файла облака точек, которые могут быть представлены как в виде отдельных сканов, так и в виде результатов их слияния. При этом система координат одного из сканов принимается за основную (базовую), и к ней приводятся все остальные сканы. В качестве базовых координат могут быть использованы данные геодезической съемки.

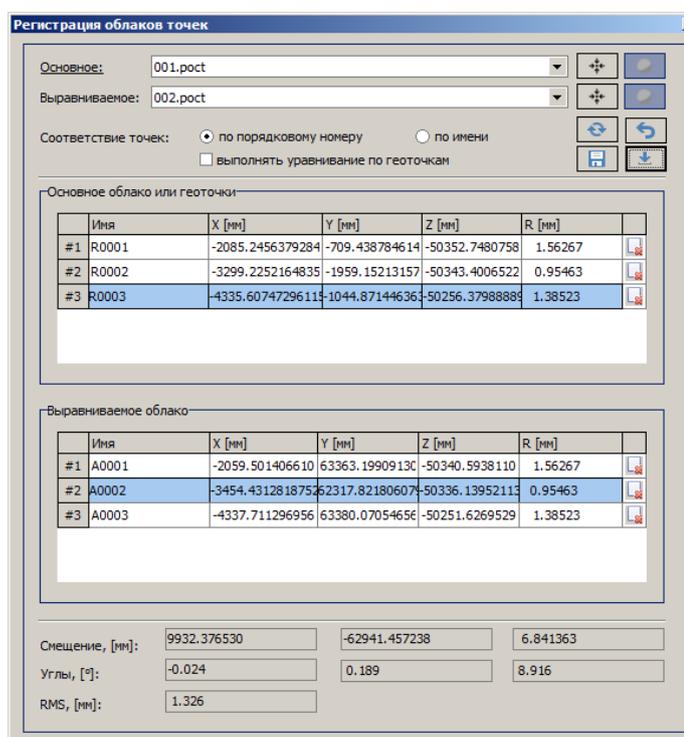


Рисунок 24 – Окно регистрации облаков точек

Когда файлы выбраны, пользователю необходимо указать как правило не менее трех соответствующих точек на сканах, и при нажатии на кнопку «Применить трансформацию» второй скан преобразуется в систему координат первого (рис. 24).

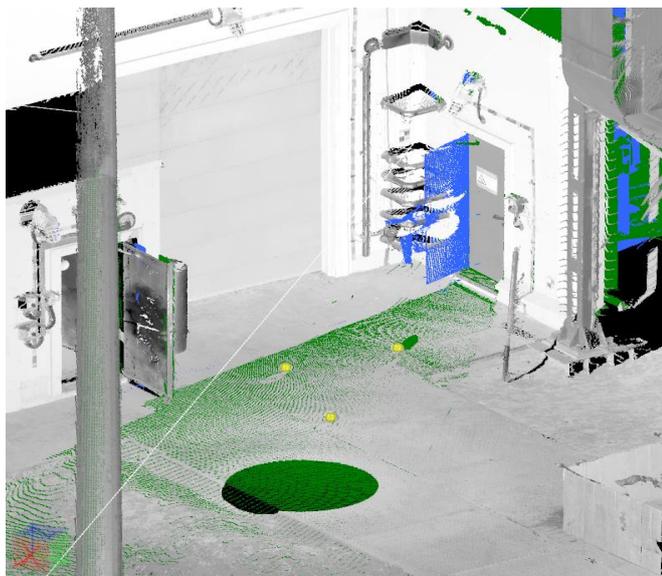


Рисунок 25 – Регистрация по сферам

Существует возможность вместо точек выбирать сферы (рис. 25). Если эта функция активна, то при каждом клике по облаку точек будет производиться попытка найти сферу в окрестности точки, и при удачном завершении операции в список точек соответствующего облака будут добавлены координаты центра сферы. Информация о точности подгонки сферы выводится в окно лога. Информация о результате выполнения регистрации содержится в нижней части окна, включая рассчитанную ошибку (RMS).

3.9 Удаление дубликатов

Функция удаления дубликатов точек используется при конвертации файлов облаков точек в различные форматы как в самом НОРД ЛС, так и с помощью отдельной утилиты, не требующей предварительной установки. Устраняются дублирующие точки, если их 64-битные коды Мортон равны. В зависимости от размера блока (4000 - 8000 мм) это условие выполняется, если расстояние между ближайшими точками меньше 0.002 - 0.004 мм. При включенной опции удаления дубликатов при индексации удаляются узлы последнего 5 уровня с количеством точек меньше 15. На рисунке 26 представлен внешний окна с настройками, используемыми при конвертации.

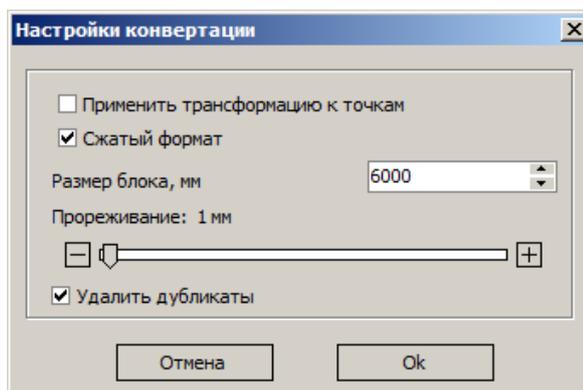


Рисунок 26 - Настройки конвертации

3.10 Удаление шумовых точек

В результате лазерного сканирования получаются наборы данных облака точек с различной плотностью. Кроме этого, на результаты наземного лазерного сканирования влияние оказывают следующие метрологические свойства объектов: форма и отражающая способность, которая, в свою очередь, определяется текстурой, цветом. Влияние объекта съемки на точность получения пространственной информации, в основном, проявляется в погрешности измеряемых расстояний. Это усложняет оценку локальных характеристик облака точек, таких как: нормали поверхности, кривизна, что приводит к ошибочным значениям, которые, в свою очередь, могут вызвать сбои в работе алгоритмов сегментации облака точек. Некоторые из этих нарушений могут быть устранены путем проведения статистического анализа окрестности каждой точки и удаления тех, которые не соответствуют определенным критериям.

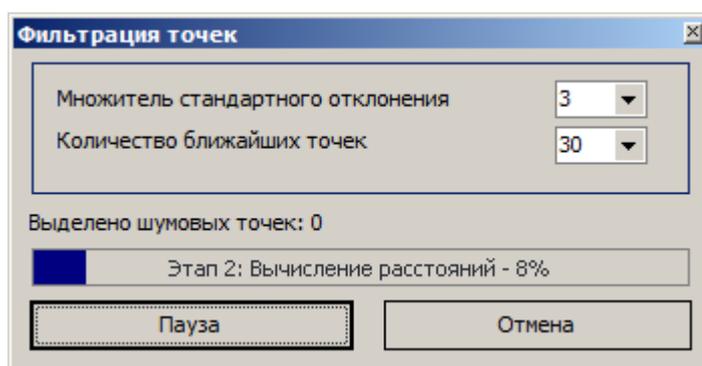


Рисунок 27 - Окно настроек инструмента удаления шумовых точек

Метод удаления статистических выбросов (Statistical Outlier Removal Filter) основан на вычислении распределения среднего расстояния между соседними точками во входном наборе данных. Ближайшие точки ищутся с помощью kd-дерева. Для каждой точки вычисляется среднее расстояние от нее до всех ее соседей. Предполагая, что

полученное распределение является гауссовским, все точки, средние расстояния которых находятся за пределами интервала, определяемого глобальным средним расстоянием и стандартным отклонением, можно рассматривать как выбросы и удалить из набора данных (рис. 27).

На рисунке 28 показан результат работы инструмента анализа и удаления выбросов из набора данных облака точек с использованием методов статистического анализа: шумовые точки выделены зеленым цветом.

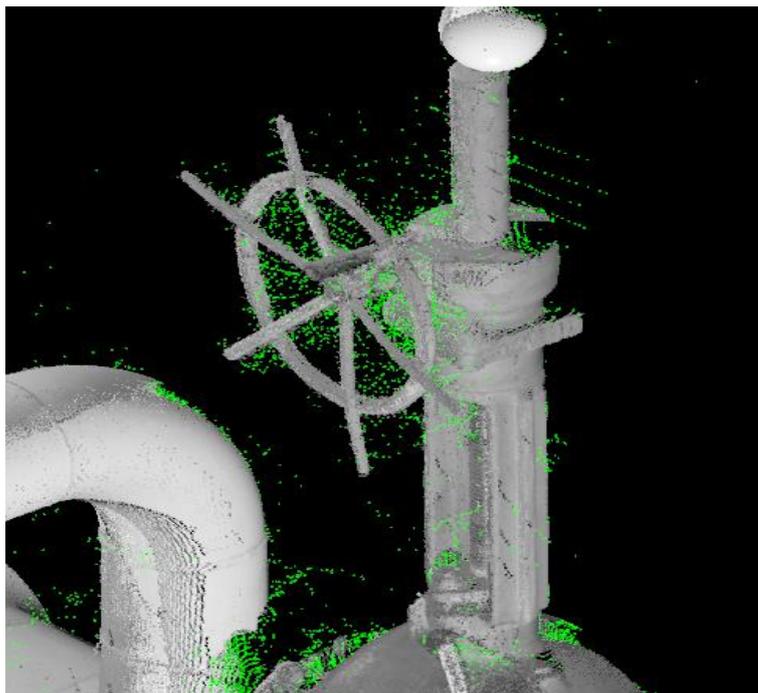


Рисунок 28 -Шумовые точки

4. ИНСТРУМЕНТЫ РАСПОЗНАВАНИЯ И ПОДГОНКИ ПО ОБЛАКУ ТОЧЕК

Перед применением инструментов по распознаванию рекомендуется провести предварительную обработку облака точек.

На первом этапе из данных наземного лазерного сканирования в интерактивном режиме удаляются точки, не принадлежащие моделируемому объекту (точки земной поверхности, деревья, высотные конструкции). Это необходимо с целью «облегчения» точечной модели для дальнейшей ее обработки при помощи статистических фильтров. На втором этапе удаляются шумовые точки с помощью SOR фильтра инструментом «Фильтрация точек». Оптимальное количество точек для расчетов должно быть примерно 15 млн.

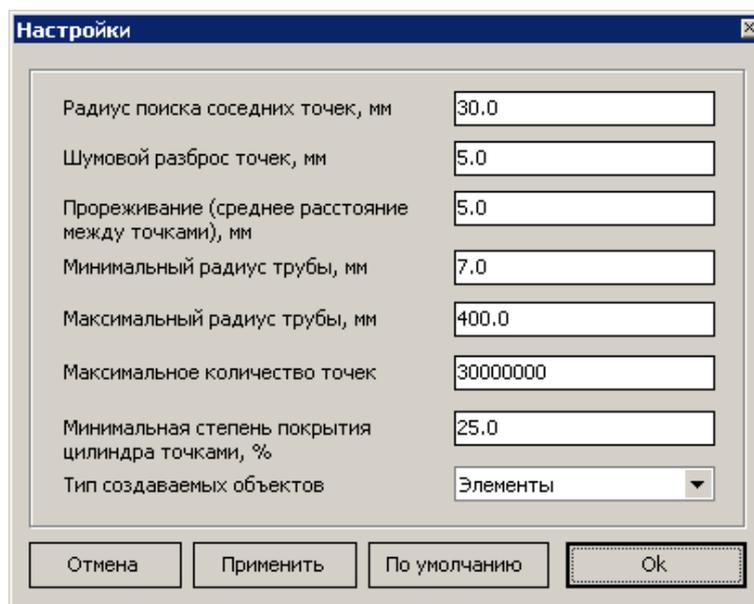


Рисунок 29 - Окно настроек распознавания

Перед началом расчетов также задаются настройки распознавания (рис 29):

- Радиус поиска соседних точек. Определяет область, в которой осуществляется поиск соседних точек. Для разреженного облака и труб большого диаметра следует задавать большее значение.
- Шумовой разброс точек. Используется при определении процента точек, попадающих в оболочку искомого цилиндра методом RANSAC. Меньшее значение уменьшает вероятность распознавания среди зашумленных данных.
- Среднее расстояние между точками (прореживание). Задается величина шага прореживания. Значения должны быть в интервале 1 - 10 мм. Бigger значение

задается для труб большого диаметра и плотных облаков точек. Чем меньше значение, тем точнее результат, но процесс расчета занимает больше времени.

- Минимальный радиус трубы в системе.
- Максимальный радиус трубы в системе.
- Максимальное количество точек для расчетов после прореживания.
- Минимальная степень покрытия цилиндра точками. Меньшее значение

увеличивает вероятность распознавания объекта, не являющегося цилиндром.

В большинстве случаев настроек по умолчанию достаточно.

4.1 Подгонка геометрических примитивов по облаку точек

Встраивание примитива в массив точек осуществляется с помощью инструмента «Подгонка по облаку точек». Сначала при помощи инструмента «Выделение объектов» производится выборка точек, принадлежащих объекту. Все точки в наборе участвуют в процессе вычисления параметров геометрического примитива, поэтому необходимо следить, чтобы в массив точек не попали «шумовые» точки. Затем запускается инструмент подгонки с указанием типа объекта вписывания. Доступны следующие варианты: цилиндр (в том числе осевая линия цилиндра), сфера, тор, линия. В случае успешного завершения операции будет создана трехмерная модель объекта и снято выделение с точек (см. рис. 30). По умолчанию объект размещается в базовом слое.

По завершению операции в информационном окне выводятся геометрические параметры примитива, а также среднеквадратическая ошибка вписывания (RMS).

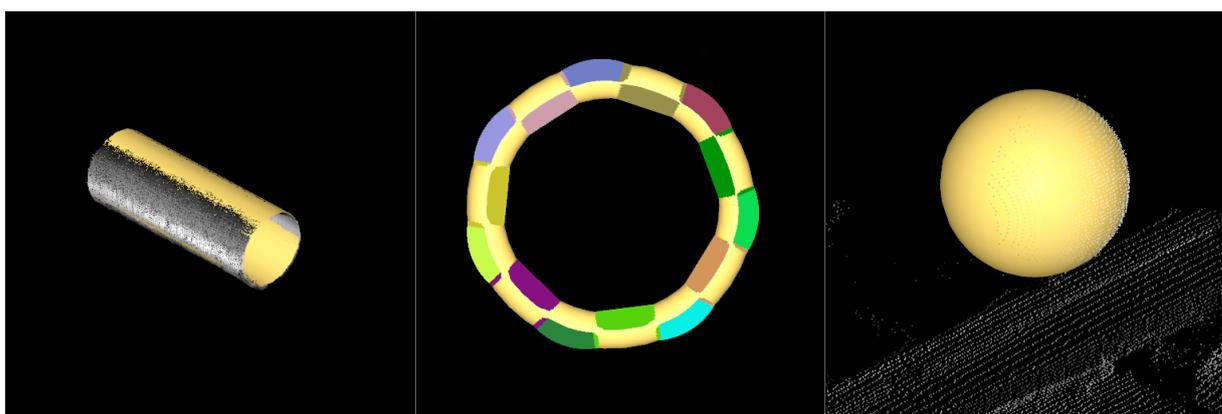


Рисунок 30 - Вписывание геометрических примитивов: цилиндр, тор, сфера.

4.2 Автоматический режим поиска и вписывания цилиндра

Автоматический режим вписывания цилиндра осуществляется с помощью команды «Распознавание цилиндра по двум кликам». Для оценки приблизительного положения цилиндра необходимо выбрать две точки на поверхности точечной модели. При использовании данной команды выполняется анализ точечной модели вокруг выбранных точек, на основе чего осуществляется встраивание цилиндра в массив точек. В случае удовлетворительного качества вписывания цилиндра создается трехмерная модель объекта (рис. 31). Если цилиндр не обнаружен, то необходимо проверить параметры распознавания. В случае если облако разрежено, можно уменьшить шаг прореживания, увеличить радиус поиска соседних точек и т.д. В процессе вычислений в информационном окне приводится дополнительная информация: количество точек принятых в обработку, величина допуска при вписывании, радиус вписанного цилиндра, величина среднеквадратической ошибки (RMS), количество сегментов у примитива.

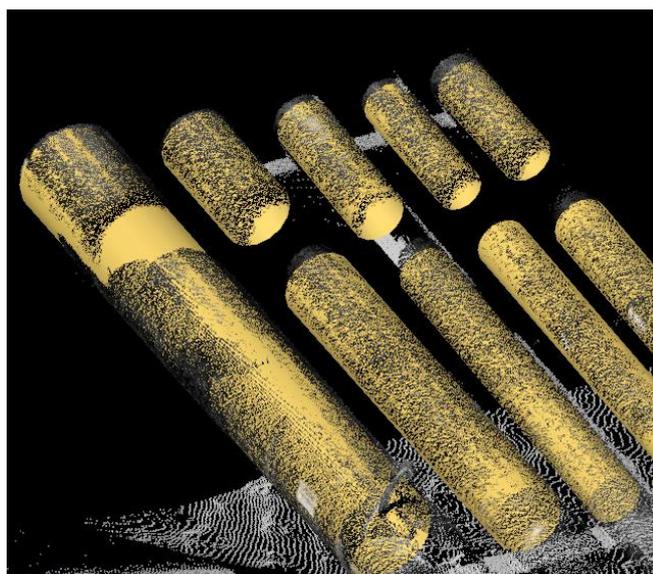


Рисунок 31 - Цилиндры, построенные в автоматическом режиме

4.3 Распознавание в объеме

Данная команда предназначена для векторизации массива точек с помощью отдельных элементов трубопроводов (линейные сегменты труб, отводы, тройники). Инструмент применяется либо ко всему облаку, либо к точкам внутри ограничивающего объема при активном инструменте «Объемы отсечения» (рис. 32). В процессе вычисления используются параметры, заданные в настройках распознавания.

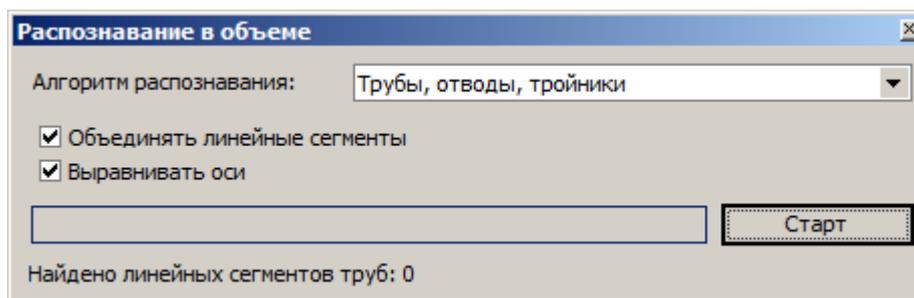


Рисунок 32 - Окно инструмента «Распознавание в объеме»

Доступны три варианта алгоритма распознавания: 1) поиск линейных сегментов в выделенном объеме, 2) поиск линейных сегментов труб с последующим их соединением с помощью отводов и тройников, 3) трассировка трубопровода и восстановление труб и отводов по arc-line сплайну. Последний вариант позволяет моделировать изогнутые трубы по облаку точек. Результатом является набор трехмерных тел (цилиндров и торов) или arc-line сплайн.

Достаточно часто при распознавании длинные участки труб разбиваются на несколько участков меньшей длины. Для объединения ближайших коллинеарных осевых сегментов следует отметить пункт «Объединять линейные сегменты». Данная опция применяется при втором варианте распознавания.

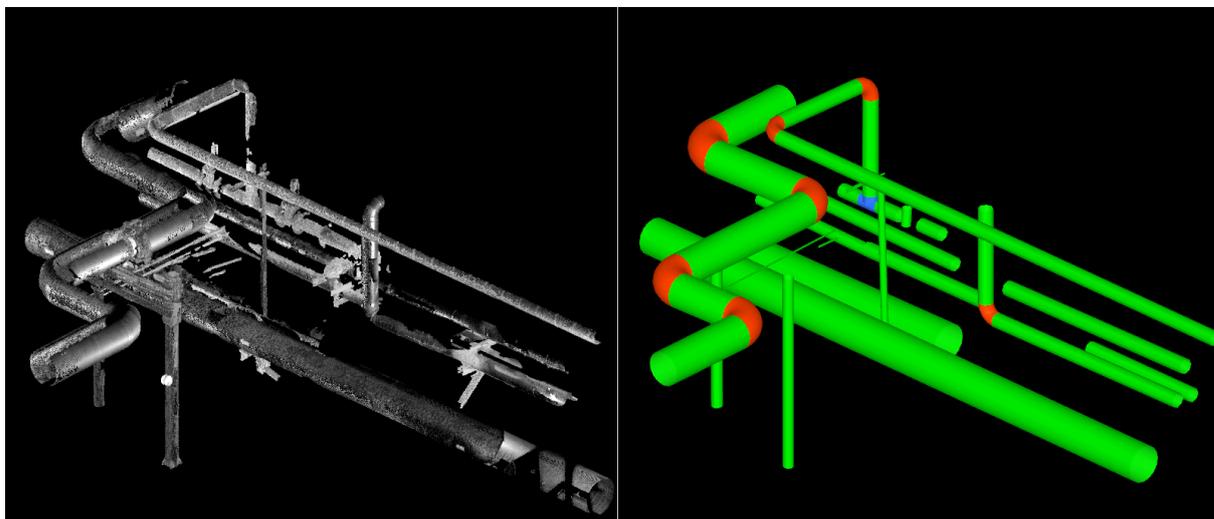


Рисунок 33 - Облако точек (слева) и трехмерная векторная модель (справа)

В результате расчетов на этапе создания линейных участков трубопровода линейные сегменты подгоняются локально по облаку, при этом не учитывается взаимное ориентирование и связность сегментов. Построение трехмерных моделей отводов осуществляется после моделирования прямолинейных участков трубопроводов. Для этих целей используются сегменты геометрических тел в виде торов (рис. 33). При создании единой последовательности из линейных и дуговых сегментов для более точного выбора

элементов по каталогу необходимо отметить пункт «Выравнивать оси». Эта операция слегка меняет все объекты, выполняется выравнивание осевых линий и плоскостей соседних дуг/отводов, в результате чего происходит полное перестроение трубопроводной сети. Данная опция применяется при втором и третьем варианте алгоритма распознавания.

Другой подход реализуется в третьем варианте алгоритма. В результате трассировки трубопровода сразу формируется связная последовательность линейных и дуговых сегментов. Данный метод более чувствителен к зашумленности и недостаточности исходных данных, но при этом позволяет распознать сложные и изогнутые участки трубопровода (рис. 34).

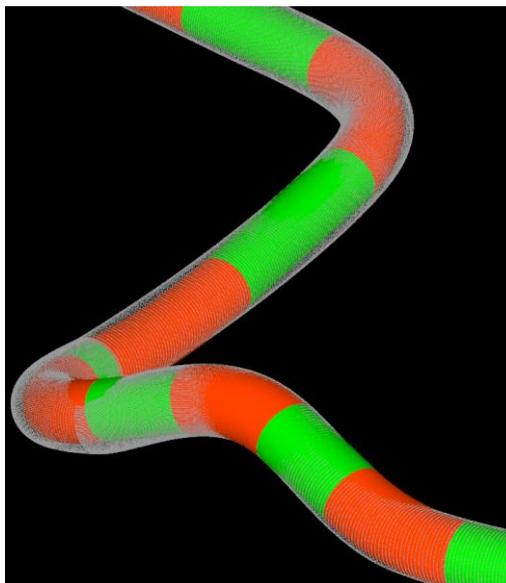


Рисунок 34 - Распознавание элементов трубопроводной системы методом трассировки

В настройках задается тип представления результатов распознавания (рис. 35):

- осевые линии;
- элементы;
- элементы по каталогу.

Для подбора элементов по каталогу необходимо подключение к проекту. При отсутствии подключения вместо элементов ставятся осевые линии. Подобранные элементы по каталогу добавляются в отдельный слой.

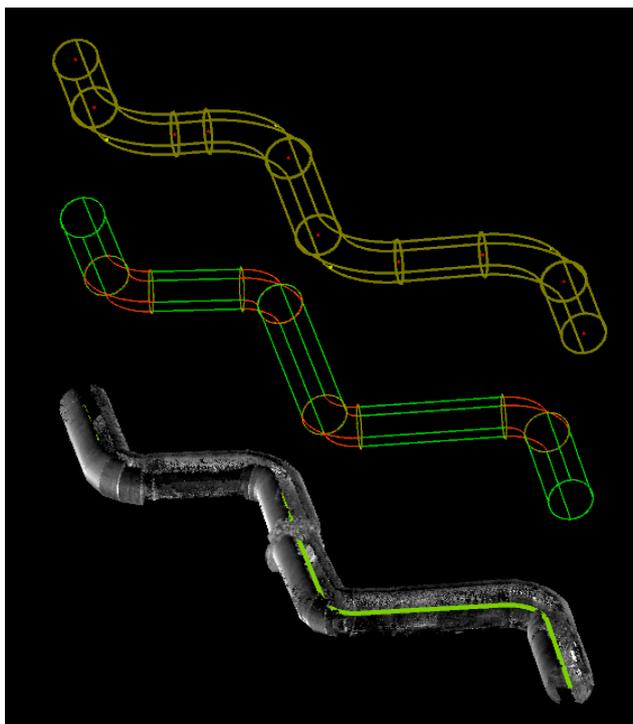


Рисунок 35 - Сверху вниз: элементы по каталогу; элементы, вписанные по облаку;
осевые линии

По мере расчета в информационном окне приводится дополнительная информация: этап расчета и количество затраченного времени, количество точек, принятых в обработку, величина допуска при вписывании, радиус вписанного цилиндра, величина среднеквадратической ошибки (RMS).

