

Документация по MineTwin OpenPit

2026-06-29

Содержание

Введение	1
Назначение документа	1
Описание системы	1
Требования к системе	1
1. Создание и редактирование сценария	2
1.1. Подготовка файла входных данных	2
1.2. Запуск приложения, загрузка модуля редактирования	2
1.3. Инструменты и окна редактора сценариев	5
1.3.1. Панель инструментов	5
1.3.2. Дерево объектов	7
1.3.3. Объекты	8
1.3.4. Свойства	10
1.3.5. Карта	15
1.3.6. Карта 3D	18
1.3.7. Ошибки	19
1.4. Сценарий	20
1.5. Карта	24
1.5.1. Узлы транспортной сети	24
1.5.2. Ребра транспортной сети	24
1.5.3. Зоны транспортной сети	27
1.5.4. Участки	27
1.5.5. Сегменты добычи	28
1.5.6. Слои разметки	29
1.6. Энергоресурсы	30
1.6.1. Заправочные станции	30
1.6.2. Зарядные станции встроенных аккумуляторов	31
1.6.3. Зарядные станции сменных аккумуляторов	32
1.6.4. Типы встроенных аккумуляторов	33
1.6.5. Типы сменных аккумуляторов	33
1.7. Горная масса	33
1.7.1. Типы горной массы	34
1.7.2. Материалы	34
1.7.3. Блоки	34
1.8. Грузопоток	45
1.8.1. Места разгрузки	46
1.8.2. Хранилища	50
1.8.3. Дробилки	51
1.8.4. Конвейеры	53

1.8.5. Перерабатывающие фабрики	55
1.9. Параметры подвижного оборудования	56
1.9.1. Типы подвижного оборудования	56
1.9.2. Типы самосвалов	57
1.9.3. Типы экскаваторов	62
1.9.4. Типы СБУ	63
1.9.5. Типы ПДМ	64
1.9.6. Типы зарядных машин	65
1.9.7. Типы бульдозеров	66
1.9.8. Подвижное оборудование	66
1.9.9. Поезда	69
1.10. Расписания	70
1.10.1. Смены	70
1.10.2. Периоды взрывов	70
1.10.3. Перерывы	71
1.10.4. Техобслуживание	72
1.10.5. Внеплановые события	73
1.10.6. Иерархия периодов недоступности	74
1.11. Планы	75
1.11.1. План по целевому значению	75
1.12. 3D-объекты	75
2. Планирование и имитационное моделирование	77
2.1. Управление моделированием	77
2.2. Визуализация результатов моделирования	80
2.2.1. Анимация	80
2.2.2. Карта 3D	83
2.2.3. Расписание	84
2.3. Статистическая информация	85
2.3.1. Статус эксперимента	85
2.3.2. Статистика	86
2.3.3. Суточные объемы	88
2.3.4. Статистика по затратам	89
2.3.5. Статистика по блокам	90
2.3.6. Работа оборудования	92
2.3.7. Места хранения руды	94
2.3.8. Статистика по маршрутам	96
2.4. Графики и диаграммы	97
2.4.1. Графики для анализа очистных работ и добыче полезного вещества	97
2.4.2. Графики для анализа добычи по вскрышным породам	102
2.4.3. Прочие графики и таблицы	103
2.5. Расчет доступности и использования оборудования	111

3. Режим "Исследование"	116
3.1. Введение	116
3.2. Создание нового исследования	116
3.3. Шаги и модификации	117
3.3.1. Ручное добавление модификаций	117
3.3.2. Автоматические режимы исследования	119
3.4. Настройка количества репликаций	122
3.5. Запуск расчётов	122
3.6. Просмотр и анализ результатов	123
3.7. Отчёты	127
3.8. Примеры исследований	128
3.8.1. Исследование: Анализ ограничений	128
3.8.2. Исследование: Определение оптимального размера парка техники	129
3.8.3. Исследование: Варьирование количеством оборудования	131
3.9. Заключение	133
3.9.1. Ключевые рабочие процессы	133

Введение

Назначение документа

Настоящий документ содержит описание инструмента планирования и имитационного моделирования открытых горных работ MineTwin OpenPit. Предназначен для пользователей как источник знаний об инструменте.

Описание системы

В MineTwin OpenPit планируются и моделируются процессы, происходящие в карьерах (разрезах), в которых выполняется добыча полезных ископаемых.

MineTwin OpenPit состоит из следующих модулей:

1. Модуль ввода данных (редактор)
2. Модуль интеграции (импорт данных из внешних систем)
3. Модуль планирования (планировщик)
4. Модуль имитации (имитационная модель)

Модуль ввода данных позволяет создавать и редактировать сценарии в пользовательском интерфейсе MineTwin OpenPit с сохранением результата в формате .xlsx. Файл сценария также может редактироваться в MS Excel.

Модуль интеграции позволяет импортировать из других систем данные о транспортной системе карьера, расположении и характеристиках блоков, регламентных перерывах оборудования, а также блочную модель. MineTwin OpenPit поддерживает импорт данных в форматах .xlsx, .txt, .dxf, .str, .obj, .dm.

Симуляция процесса разработки месторождения в MineTwin построена на поочередной работе модулей планирования и имитации:

1. Работа оборудования планируется на одну смену с учетом целевых показателей
2. Работа оборудования и транспорта моделируется на основе плана, составленного планировщиком на эту смену. Следующее планирование выполняется с использованием результатов моделирования этой смены и целевых значений на период.

Требования к системе

Для работы с MineTwin необходимо использовать 64-разрядную систему Windows версии 7 или выше.

На ПК должен быть установлен Microsoft Office Excel версии 2007 или выше.

1. Создание и редактирование сценария

1.1. Подготовка файла входных данных

Для работы планировщика и имитационной модели MineTwin OpenPit требуется подготовить сценарий – файл в формате Excel, содержащий необходимый набор входных данных.

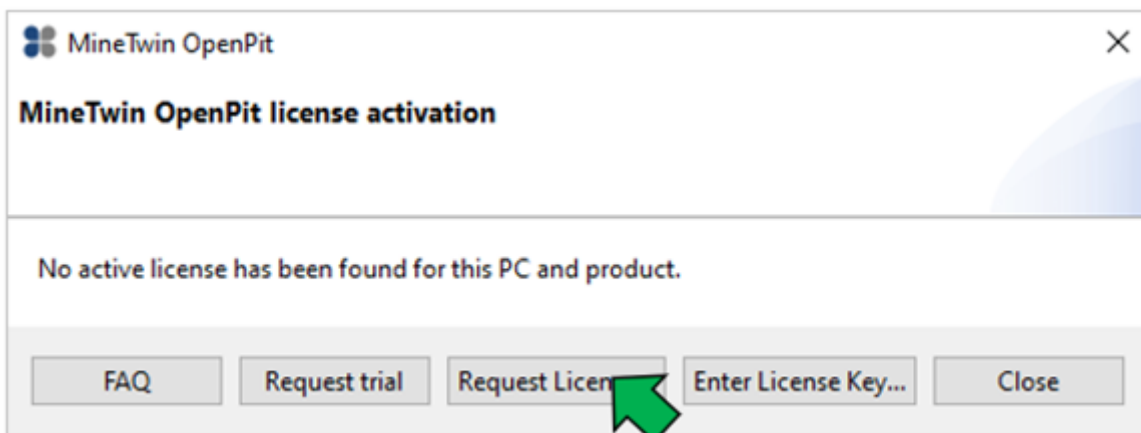
Создание сценария в MineTwin OpenPit возможно двумя способами:

1. В интерфейсе системы - все исходные данные, такие как элементы транспортной сети, типы и единицы оборудования, расписания работы оборудования и транспорта, закрепление оборудования и транспорта за добычными участками и т.д., добавляются/удаляются вручную непосредственно в системе. Топологию транспортной сети предприятия возможно добавить в сценарий импортом осей дорог в формате .dxf.
2. Импортом шаблона с исходными данными - при создании нового сценария система позволяет импортировать основные данные из предварительно заполненного шаблона в формате Excel

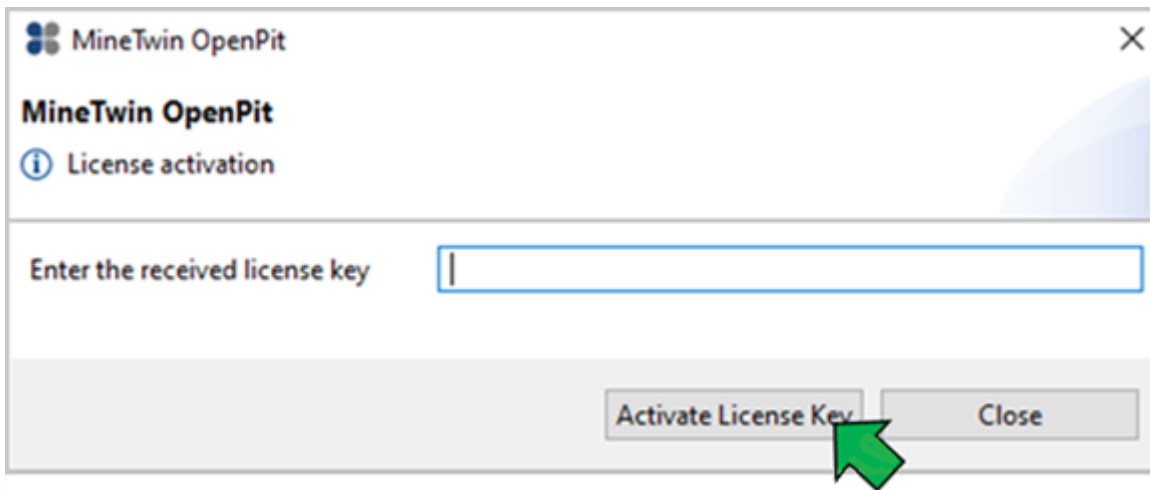
1.2. Запуск приложения, загрузка модуля редактирования

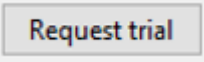
Для установки приложения MineTwin OpenPit на компьютер необходимо разархивировать папку «MineTwin» и сохранить ее на локальном компьютере.

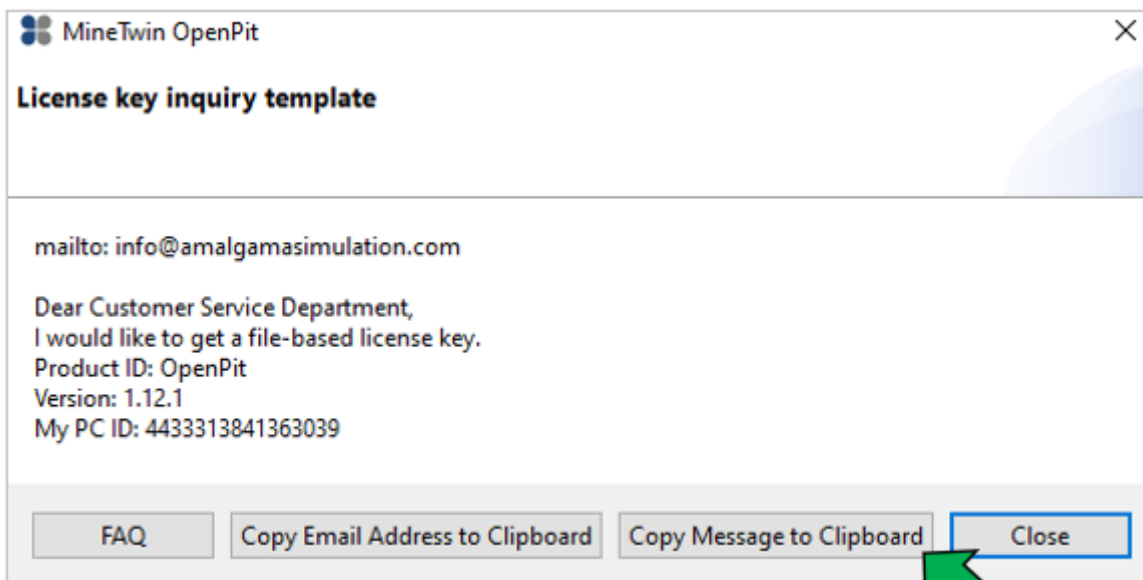
1. Запуск MineTwin OpenPit производится из разархивированной папки запуском приложения MineTwin.exe (🌐).
2. Если MineTwin запускается на ПК впервые, система сообщит о том, что лицензия не найдена.



3. После нажатия на кнопку ввода ключа лицензии откроется окно, в которое нужно вставить 16-значный ключ лицензии и нажать на кнопку активации ключа.



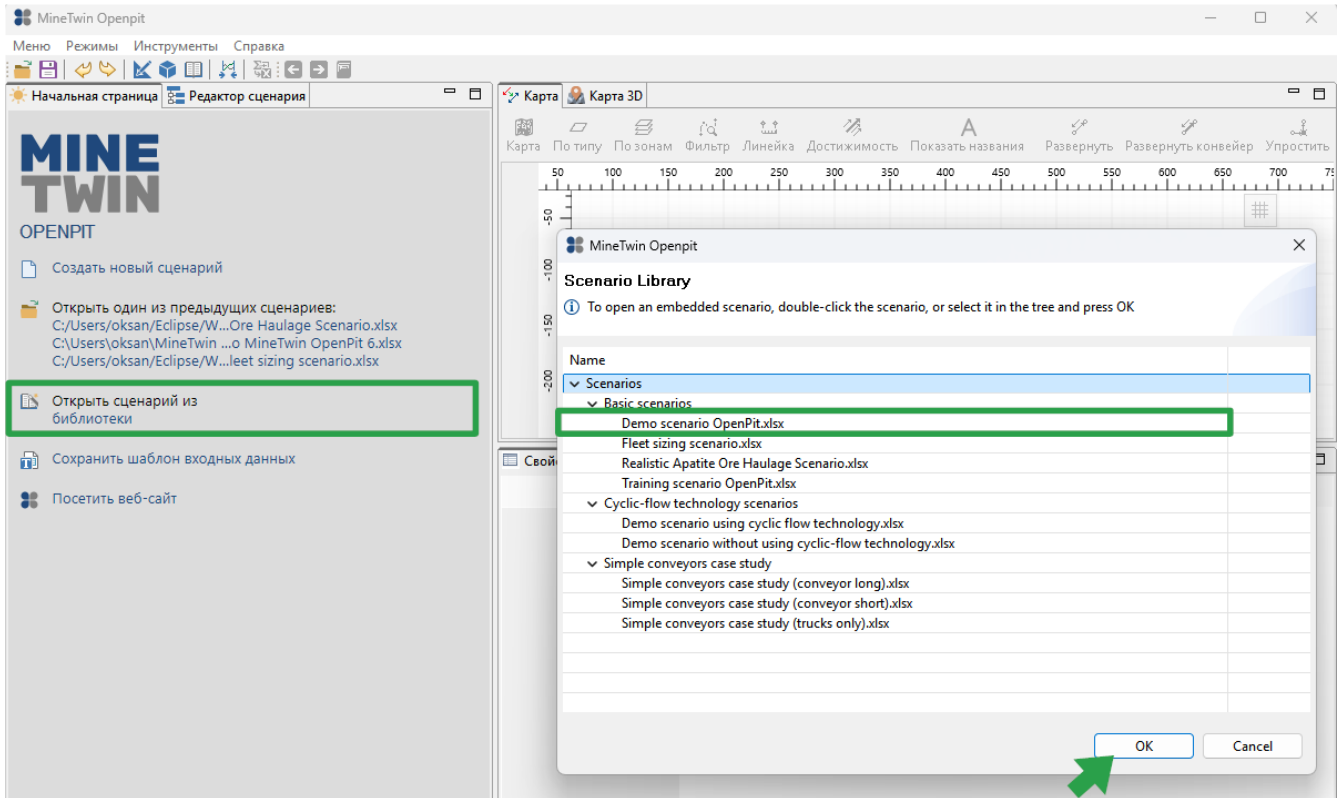
4. Если ключ указан верно, и он не активирован на другом ПК, MineTwin OpenPit будет запущен.
5. При отсутствии коммерческой лицензии пользователь может воспользоваться временной лицензией, действующей в течение 30 дней, для чего нужно нажать на кнопку 
6. Если во время открытия приложения отсутствует доступ к интернету, необходимо подключиться к интернету или обратиться за помощью к разработчику, сообщив уникальный идентификатор ПК, который открывается при нажатии на кнопку обращения за лицензией.
7. Текст сообщения разработчику можно скопировать.



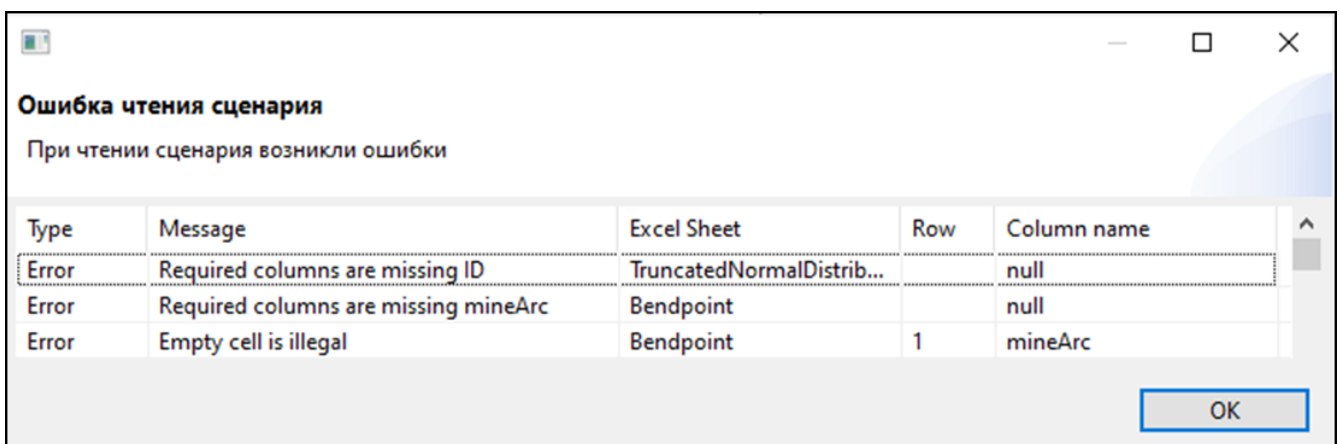
После запуска MineTwin OpenPit откроется рабочее окно приложения. В левой части окна на вкладке **Начальная страница** расположены следующие функции:

- **Создать новый сценарий** - функция создает файл нового сценария, требующего ручного заполнения и/или импорта данных
- **Открыть один из предыдущих сценариев** - функция выводит на панель список последних открытых сценариев для быстрого переключения между ними

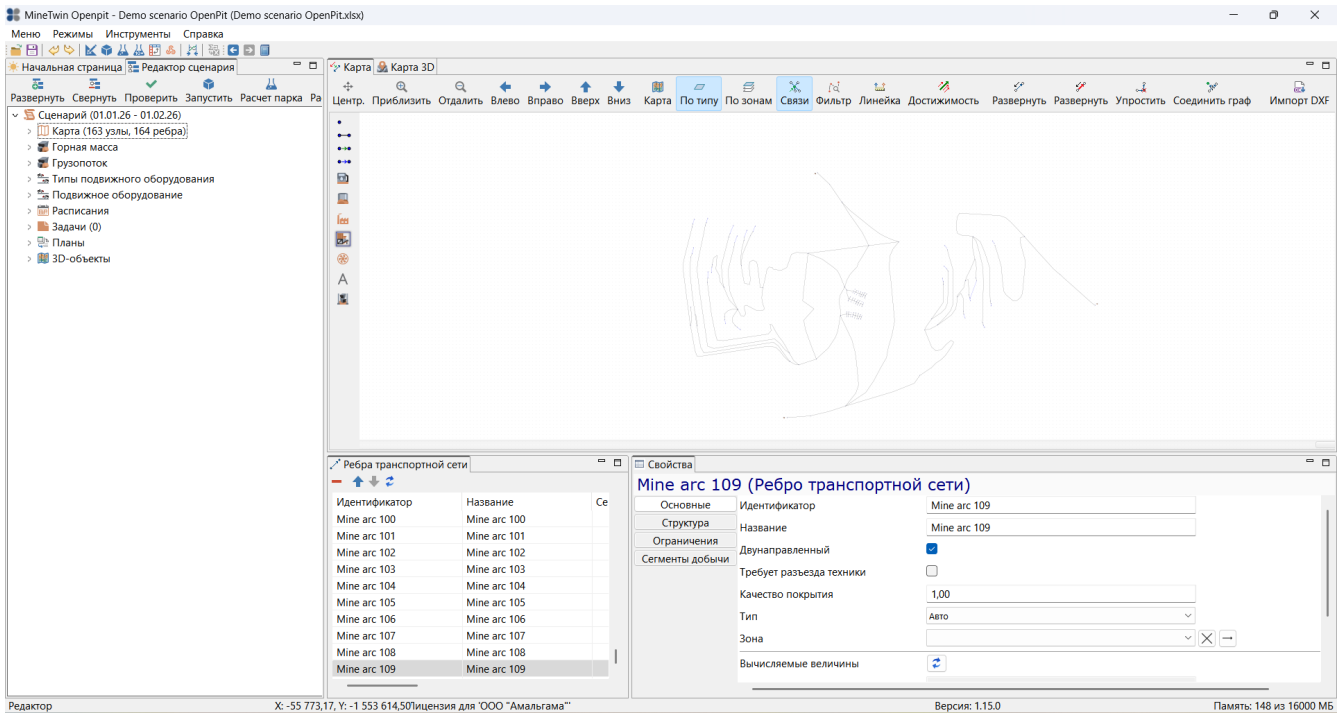
- **Открыть сценарий из библиотеки** - функция открывает окно с набором демонстрационных сценариев
- **Сохранить шаблон исходных данных** - нажав на эту функцию, на ваш ПК скачается файл Excel установленной формы для заполнения основных данных и последующего создания сценария посредством его импортирования
- **Посетить наш веб-сайт** - функция переводит на интернет-сайт ООО "Амальгама"



Если в открываемом сценарии содержатся ошибки, откроется окно со списком ошибок с указанием названия листа Excel-файла, номеров колонок и строк, в которых содержатся ошибки. Пользователь может открыть список в отдельном файле и последовательно исправить их в загружаемом Excel-файле либо загрузить файл сценария с ошибками и затем исправить их в системе.



После открытия сценария в интерфейсе MineTwin OpenPit откроется окно модуля редактирования сценария, внешний вид которого показан на рисунке.



Модуль редактирования содержит несколько окон, размеры которых можно изменять, выделив сторону окна и удерживая левую клавишу мыши. Любое окно можно переносить из одной части интерфейса в другую, щелкнув по нужному окну левой клавишей мыши и удерживая ее во время переноса.

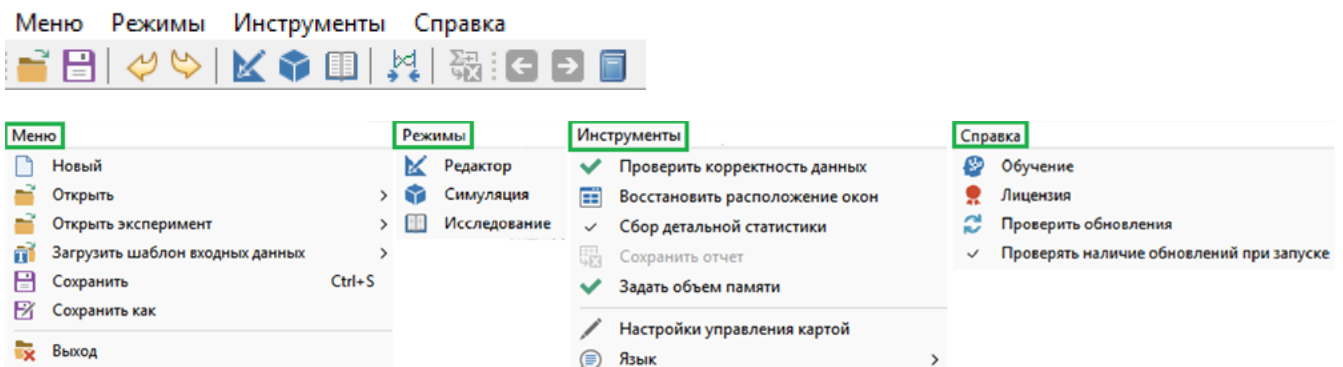
Для раскрытия выбранного окна на весь экран нужно дважды щелкнуть по нему мышью, для возврата в обычный режим – снова дважды щелкнуть или применить функцию «Восстановить расположение окон».

1.3. Инструменты и окна редактора сценариев

Редактор сценариев позволяет создавать, просматривать, редактировать и сохранять сценарии.

1.3.1. Панель инструментов

В верхней части окна приложения находится строка меню с группами элементов управления.



Группа «Меню» содержит функции:

- Создать новый сценарий (📄)
- Открыть сценарий (📁)
- Открыть эксперимент (📁)
- Загрузить шаблон входных данных (📄) - функция создает новый сценарий, импортируя заполненный шаблон исходных данных
- Сохранить сценарий (💾)
- Функцию «Сохранить как» (📄)
- Выход из системы (🚪)

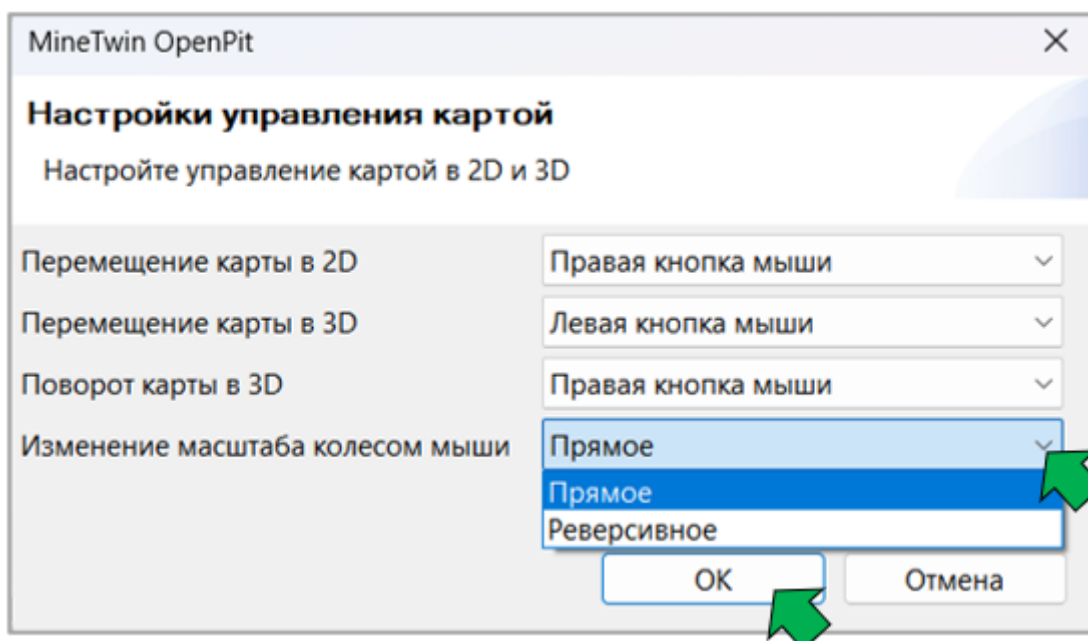
Группа «Режимы» содержит инструменты выбора режима работы приложения:

- Редактор (🔍)
- Симуляция (📦)
- Исследование (📄)

Группа "Инструменты" содержит функции:





- Проверка сценария после его создания / редактирования (✅)
- Сброс перспективы — восстановление исходного расположения окна (📄)
- Сбор детальной статистики — возможность просмотра данных о состоянии всех единиц оборудования в любой момент времени (✓)
- Сохранение результирующего отчета после завершения моделирования (📄)
- Задать объем памяти - функция позволяет устанавливать размер оперативной памяти, используемой при симуляции
- Пользовательские настройки - настройки управления картой (✍️)

Пользователь может выбрать удобный для себя способ перемещения/поворота карты в 2D- и 3D-режимах




- Переключение языка – доступны русский и английский языки ()

В группе "Справка" содержится:


- Ссылка на учебное пособие ()
- Информация о лицензии, под которой открыта система ()
- Проверка наличия обновлений ()
- Проверка наличия обновлений при запуске ()

При необходимости отменить/ вернуть отмененное действие используются кнопки  .

Кнопка  синхронизирует графики в режиме моделирования.

Кнопка  позволяет выгрузить в Excel-файл результаты моделирования (общую статистику, затраты, показатели работы оборудования и т.д.)

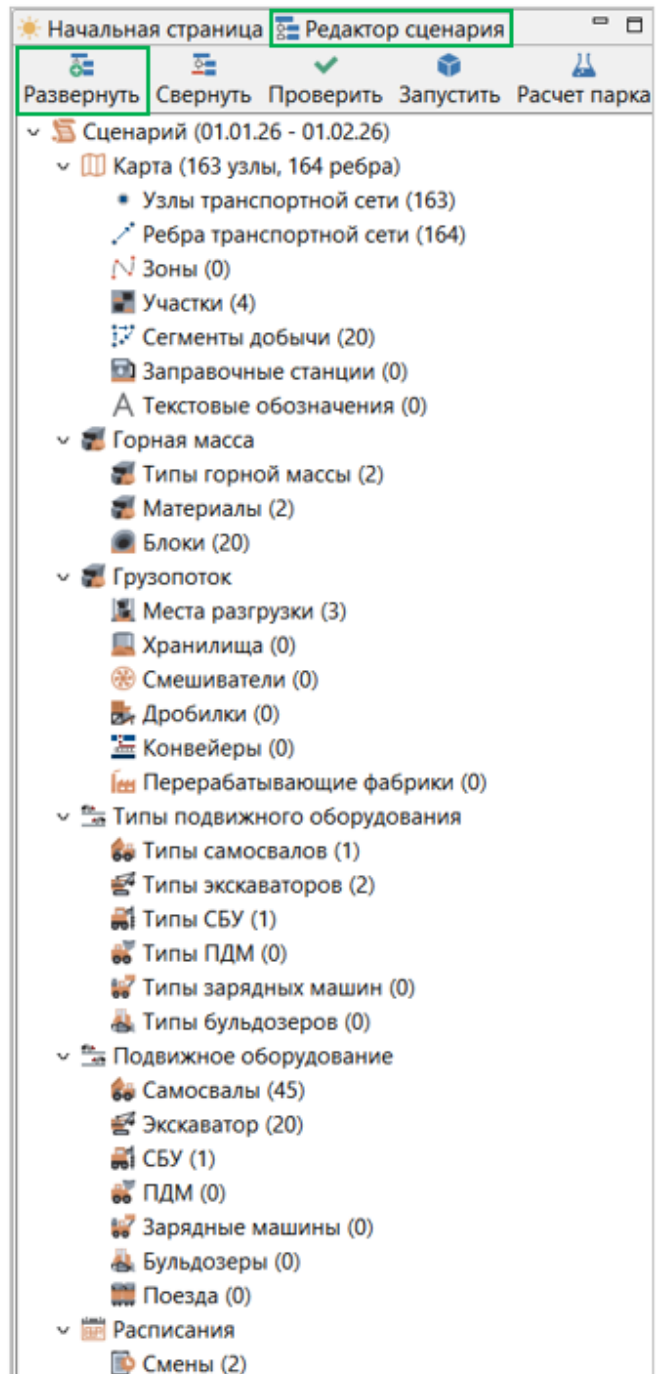
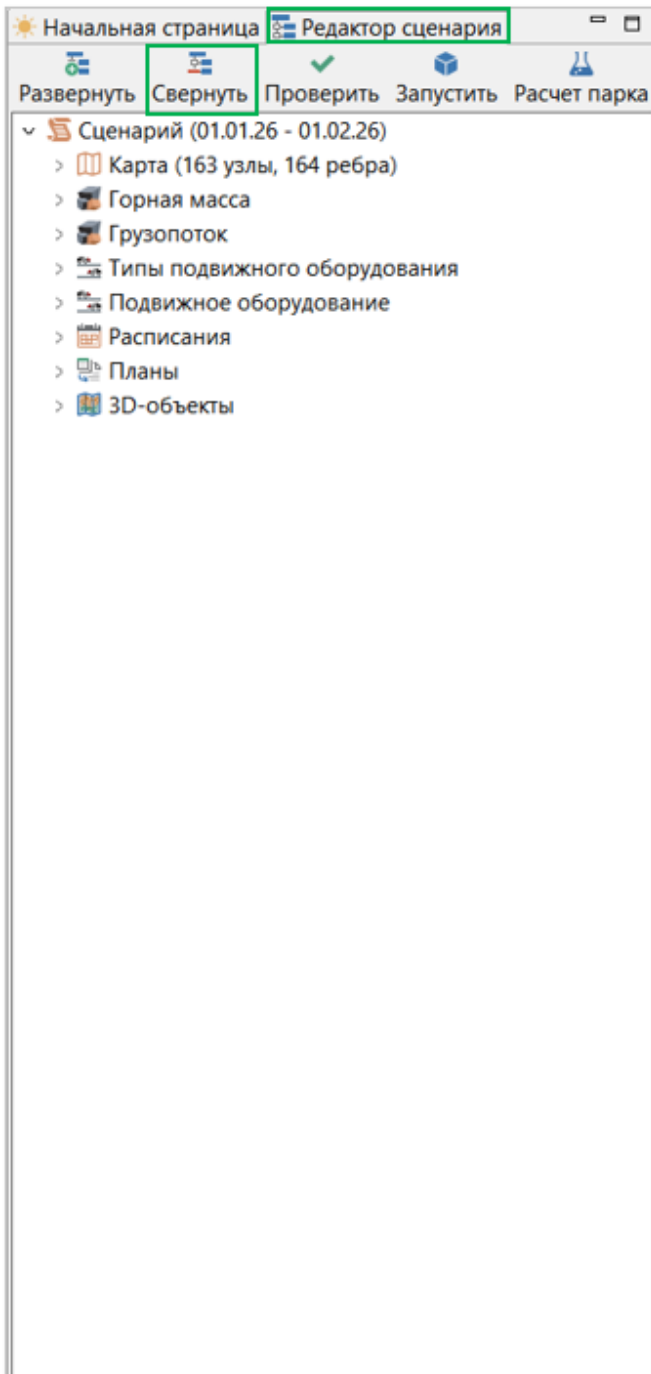
Кнопки   обеспечивают переход к окнам с ранее просмотренными каталогами и объектами.

Кнопка  выполняет поиск любого элемента сценария по его названию.

1.3.2. Дерево объектов

Все данные объектов и сущностей сценария (параметры блоков, зон сброса горной массы, единиц оборудования, графиков работы оборудования и т. д.) отображаются в виде дерева и группируются по типам. Для каждого типа объекта/сущности отображается количество единиц объекта/сущности.

Блоки дерева модели можно развернуть/свернуть для удобства просмотра.



1.3.3. Объекты

Список всех единиц объектов (сущностей), входящих в состав объекта, например погрузчиков, экскаваторов, блоков, отображается в отдельном окне, которое открывается под картой при нажатии на название этого объекта в дереве элементов.

В списке отображаются основные характеристики объектов.

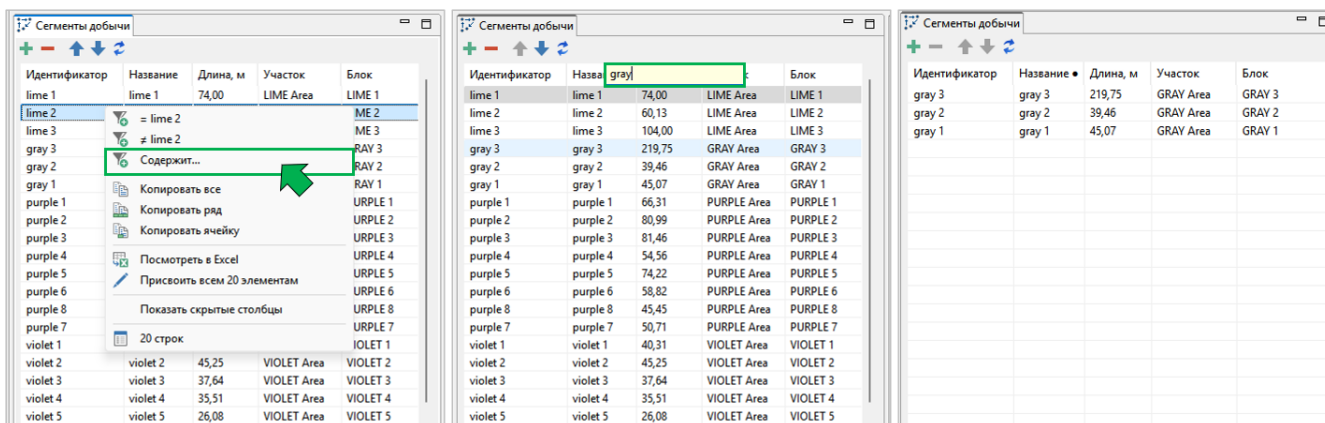
Подвижное оборудование		Экскаватор					
Самосвалы (45)	Экскаватор (20)	+	-	📄	↑	↓	↻
СБУ (1)		Идентификатор	Название	Тип экскаватора	Используется	Участки	Базовый узел
ПДМ (0)		Excavator CM-B-7	Excavator PURPLE 7	12m3	✓	PURPLE Area	Waiting point PURPLE 7
Зарядные машины (0)		Excavator CM-B-8	Excavator PURPLE 8	12m3	✓	PURPLE Area	Waiting point PURPLE 8
Бульдозеры (0)		Excavator M-I-1	Excavator GRAY 1	12m3	✓	GRAY Area	Waiting point GRAY 1
Поезда (0)		Excavator M-I-2	Excavator GRAY 2	12m3	✓	GRAY Area	Waiting point GRAY 2

Вверху окна со списком объектов находится панель инструментов, содержащая функции добавления, удаления, копирования объектов, перемещения объектов вверх и вниз.

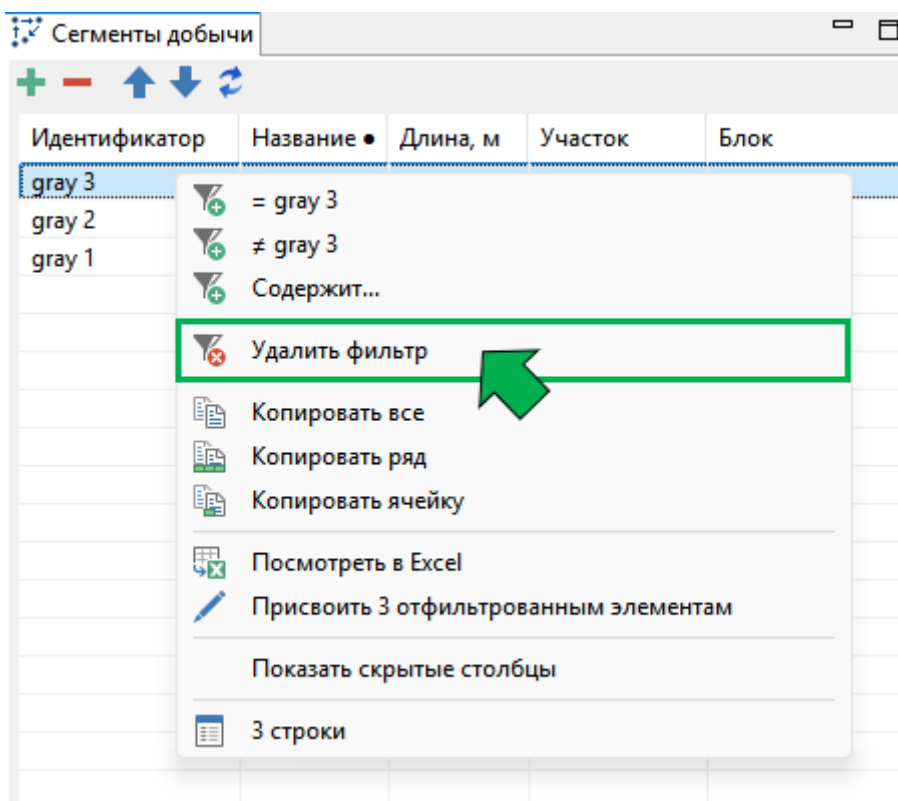


При наведении мышью на значок отобразится название функции, выполняемой по соответствующей кнопке.

В таблице доступна сортировка всех колонок таблицы данных, а также фильтры. Для применения фильтра нужно щелкнуть по строке в нужной колонке правой клавишей мыши и установить нужный фильтр во всплывающем окне.



Для снятия фильтра используется кнопка «Удалить фильтр» во всплывающем окне.



Содержимое всей таблицы или отдельных строк/ ячеек можно скопировать или экспортировать в Excel для дальнейшего анализа.

Идентификатор	Название	Тип экскаватора	Используется	Участки	Базовый узел
Excavator CM-I-1	Excavator LIME 1	12m3	✓	LIME Area	Waiting point LIME 1
Excavator CM-I-2	Excavator LIME 2	12m3	✓	LIME Area	Waiting point LIME 2
Excavator CM-I-3	Excavator LIME 3	5m3	✓	LIME Area	Waiting point LIME 3
Excavator CM-B-1	Excavator PURPLE 1	12m3	✓	PURPLE Area	Waiting point PURPLE 1
Excavator CM-B-2	Excavator PURPLE 2	12m3	✓	PURPLE Area	Waiting point PURPLE 2
Excavator CM-B-3	Excavator PURPLE 3	12m3	✓	PURPLE Area	Waiting point PURPLE 3
Excavator CM-B-4	Excavator PURPLE 4	12m3	✓	PURPLE Area	Waiting point PURPLE 4
Excavator CM-B-5	Excavator PURPLE 5	12m3	✓	PURPLE Area	Waiting point PURPLE 5
Excavator CM-B-6	Excavator PURPLE 6	12m3	✓	PURPLE Area	Waiting point PURPLE 6
Excavator CM-B-7	Excavator PURPLE 7	12m3	✓	PURPLE Area	Waiting point PURPLE 7
Excavator CM-B-8	Excavator PURPLE 8	12m3	✓	PURPLE Area	Waiting point PURPLE 8
Excavator M-I-1	Excavator GRAY 1	12m3	✓	GRAY Area	Waiting point GRAY 1
Excavator M-I-2	Excavator GRAY 2	12m3	✓	GRAY Area	Waiting point GRAY 2
Excavator M-I-3	Excavator GRAY 3	12m3	✓	GRAY Area	Waiting point GRAY 3

Большинство колонок таблицы доступны для редактирования. Для редактирования значения в одной ячейке, нужно кликнуть на нее левой кнопкой мыши. Для редактирования всех значений в колонке применяется кнопка «Присвоить всем элементам», например, если нужно задать один и тот же склад взрывчатого материала для всех зарядных машин. Также можно отфильтровать нужные строки, например, оборудование по типу, и присвоить значения в колонке только для отфильтрованных ячеек, например, если нужно задать один и тот же участок всем экскаваторам одного типа.

1.3.4. Свойства

В окне «Свойства» отображаются/ редактируются свойства единицы объекта (сущности), выделенной в списке объектов. Для редактирования свойств объекта нужно выделить объект в списке и перейти в окно «Свойства».

Идентификатор	Название	Тип экскаватора
Excavator CM-I-1	Excavator LIME 1	12m3
Excavator CM-I-2	Excavator LIME 2	12m3
Excavator CM-I-3	Excavator LIME 3	5m3
Excavator CM-B-1	Excavator PURPLE 1	12m3
Excavator CM-B-2	Excavator PURPLE 2	12m3
Excavator CM-B-3	Excavator PURPLE 3	12m3
Excavator CM-B-4	Excavator PURPLE 4	12m3
Excavator CM-B-5	Excavator PURPLE 5	12m3
Excavator CM-B-6	Excavator PURPLE 6	12m3
Excavator CM-B-7	Excavator PURPLE 7	12m3
Excavator CM-B-8	Excavator PURPLE 8	12m3
Excavator M-I-1	Excavator GRAY 1	12m3
Excavator M-I-2	Excavator GRAY 2	12m3


Excavator LIME 2 (Экскаватор)	
Основные	Идентификатор: Excavator CM-I-2
Техобслуживание	Название: Excavator LIME 2
Недоступность	Используется: <input checked="" type="checkbox"/>
Период эксплуатации	Базовый узел: Waiting point LIME 2
	Действие после выполнения работ: По умолчанию
	Участки: LIME Area
	Доступность, %: 100,00
	Тип экскаватора: 12m3
	Объем ковша, м³: 12,00
	Длительность цикла ПРП, мин: 0,50

Для изменения параметров, значения которых ограничены перечислением, нужное значение выбирается из выпадающего списка, удаляется щелчком по крестику справа от поля.

Свойства

Mine arc 109 (Ребро транспортной сети)

Основные	Идентификатор	Mine arc 109
Структура	Название	Mine arc 109
Ограничения	Двунаправленный	<input checked="" type="checkbox"/>
Сегменты добычи	Требует разезда техники	<input type="checkbox"/>
	Качество покрытия	1,00
	Тип	Авто
	Зона	Авто ЖД Конвейер
	Вычисляемые величины	
	Длина, м	74,32
	Средний градиент, градусы	0,00
	Установить пользовательскую длину	<input type="checkbox"/>
	Пользовательская длина, м	1,00


Для обновления данных используется кнопка .

Из свойств единицы объекта доступен переход к свойствам связанных с ним объектов, например, из свойств единицы оборудования к свойствам типа этой единицы оборудования или к свойствам узла ее базирования. Для этого нужно щелкнуть мышью по стрелке справа от поля.

Свойства

Drilling machine 1 (СБУ)


Основные	Идентификатор	Drilling machine 1
Техобслуживание	Название	Drilling machine 1
	Используется	<input checked="" type="checkbox"/>
Недоступность	Период эксплуатации	
	Базовый узел	№22
	Действие после выполнения работ	По умолчанию
	Участки	GRAY Area
	Доступность, %	100,00
	Тип СБУ	Drilling machine type 1
	Кол-во буровых устройств	
	Макс. глубина бурения, м	
	Скорость, км/ч	
	Длит. подготовки перед итерацией бурения, м	
Длит. подготовки перед началом бурения, мин		

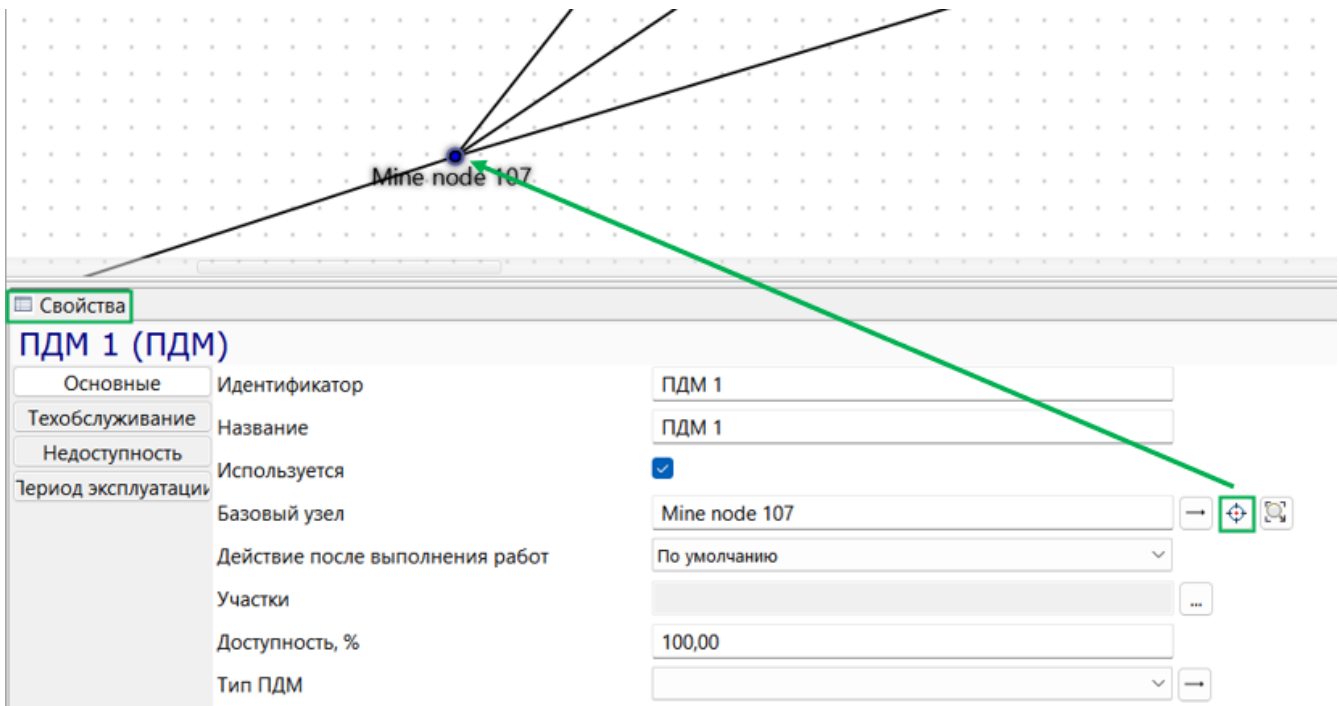
 [Перейти к свойствам](#)


Свойства

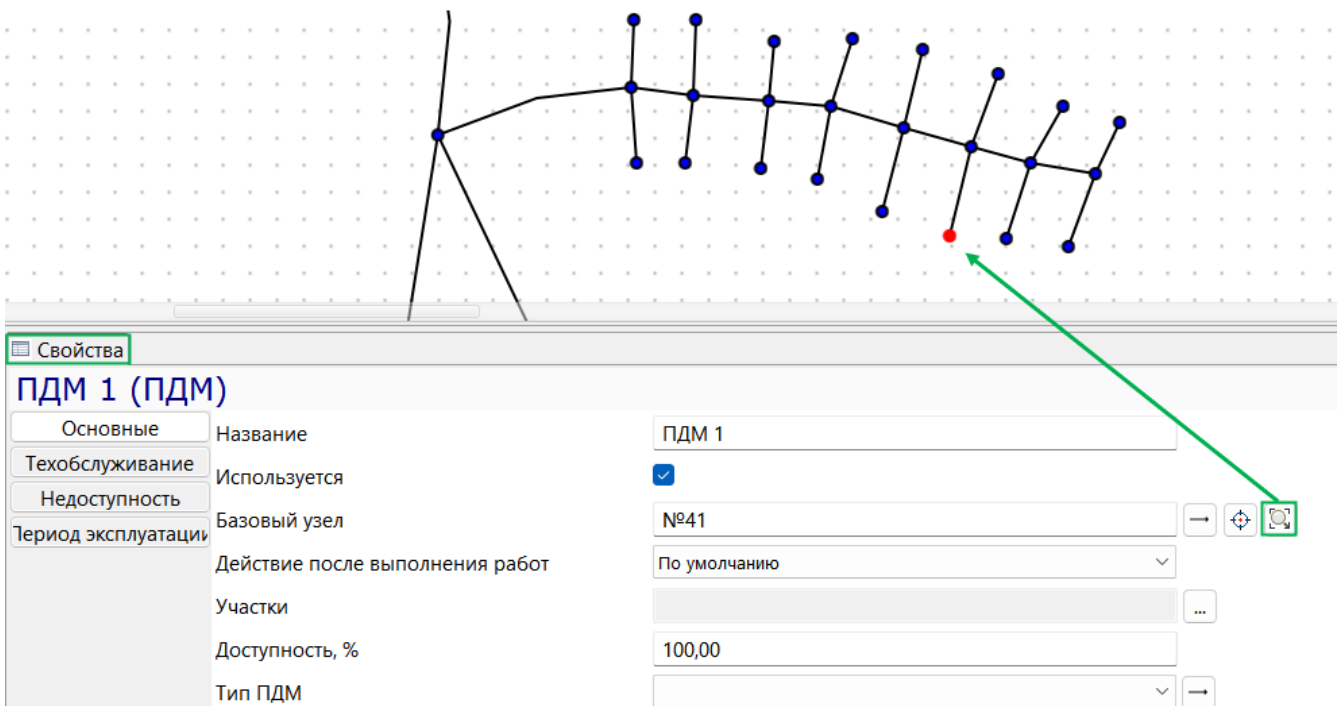
№22 (Узел транспортной сети)

Основные	Идентификатор	№22
Вх. соединения	Название	№22
	Вых. соединения	X
		152 565,19
	Y	2 073 205,86
	Z	60,00

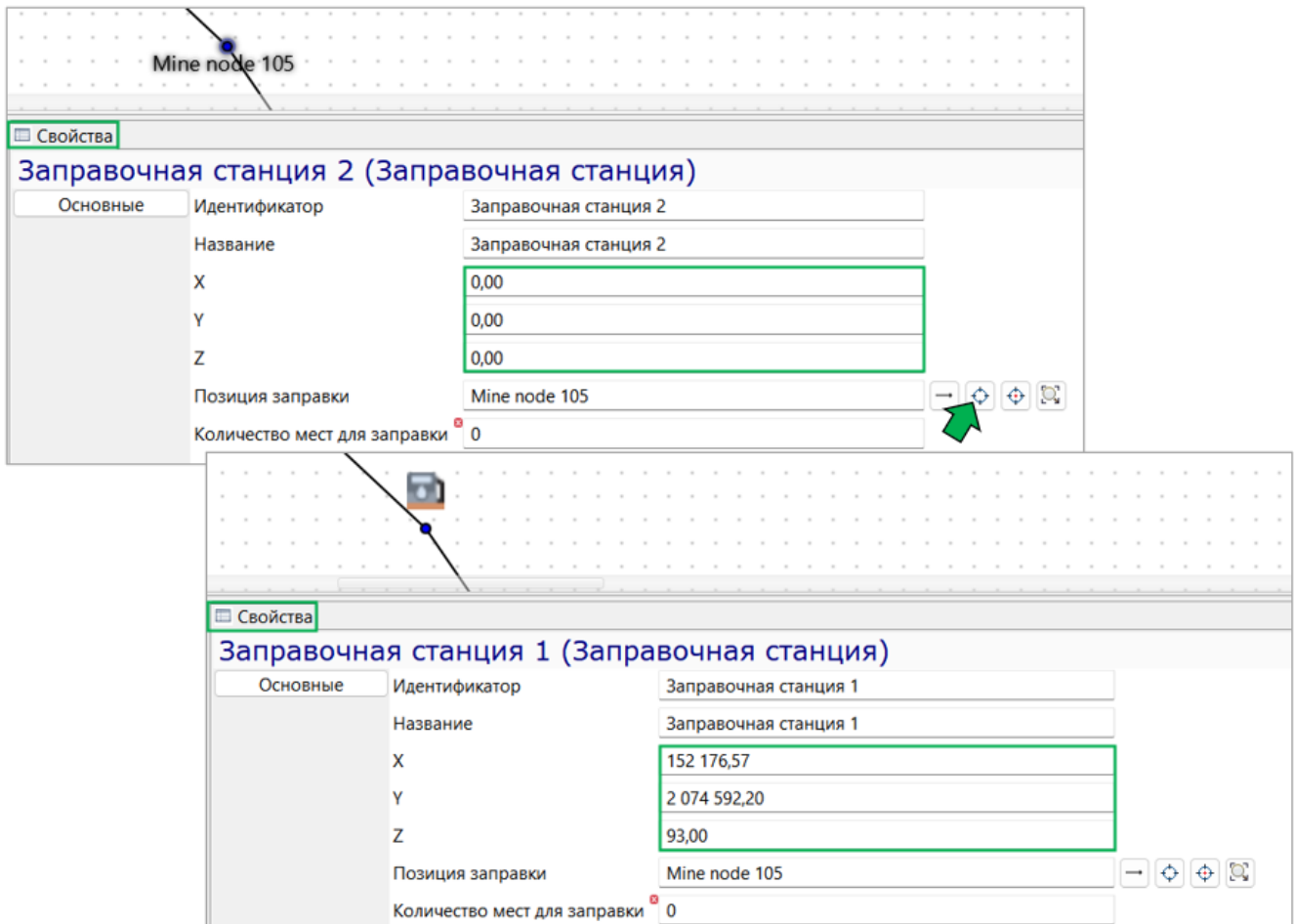
Кнопка  позволяет задать базовый узел, выбрав его на карте в режиме 2D.



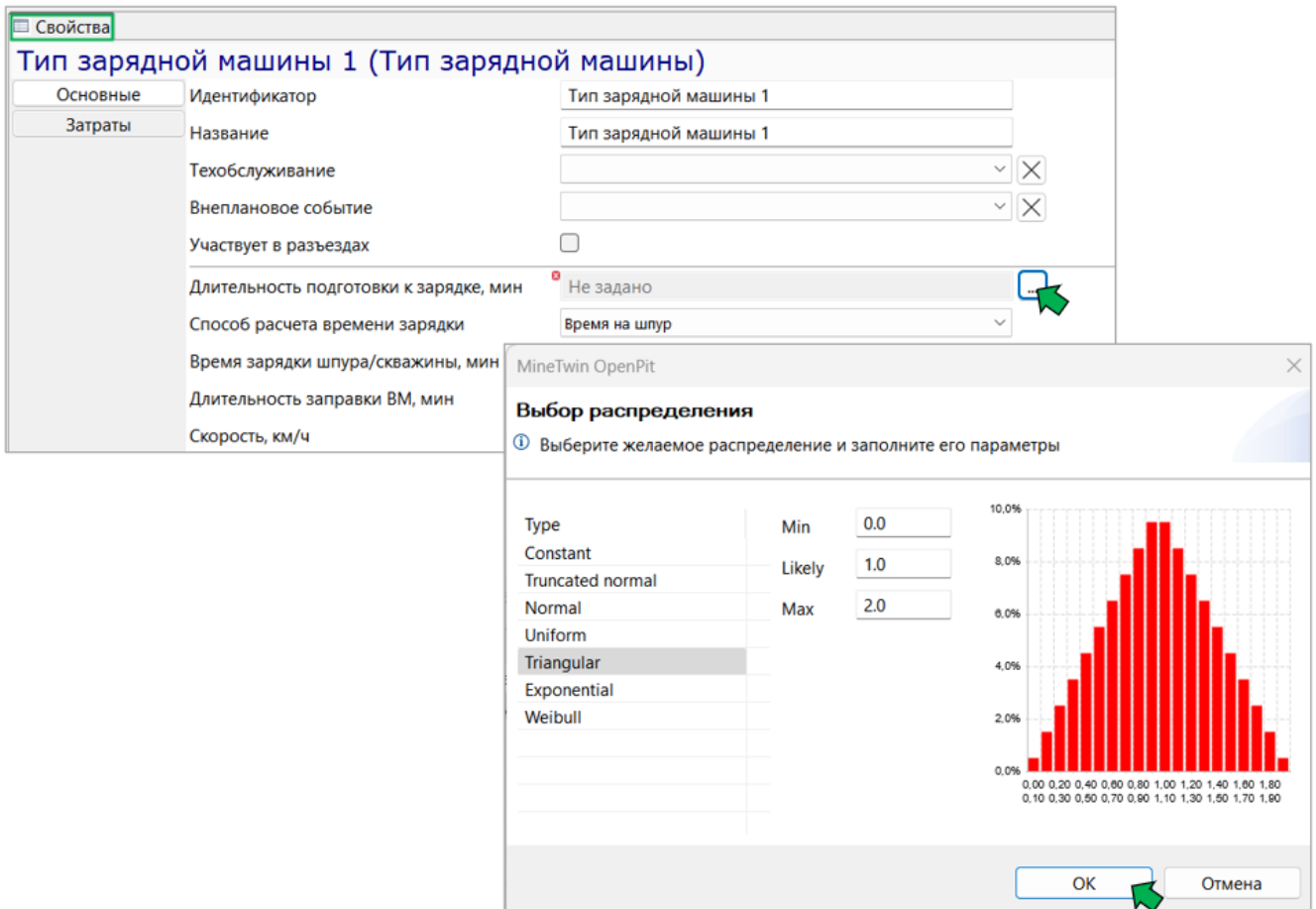
Кнопка  подсвечивает выбранный узел в графическом редакторе (на 2D-карте).



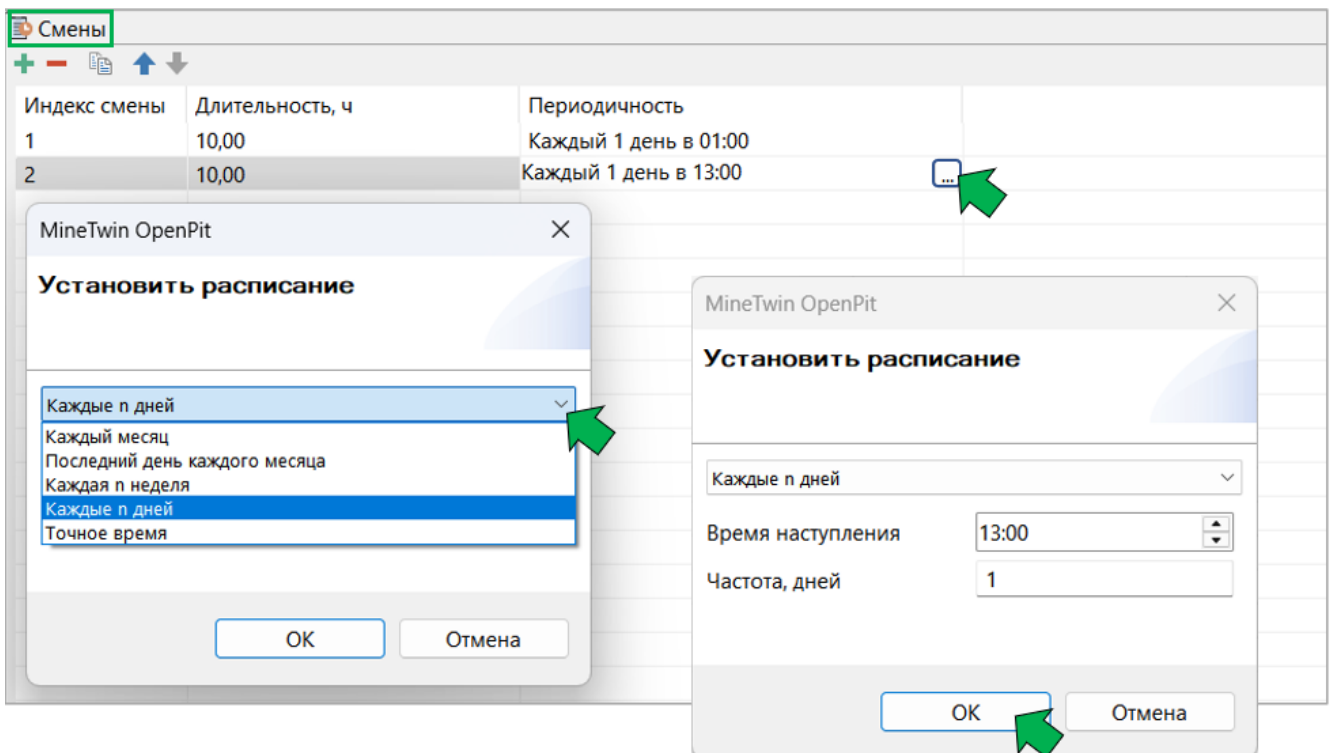
Для перемещения единицы объекта в точку его базового узла используется кнопка  .



Все длительности в MineTwin могут задаваться постоянным значением или одним из распределений (нормальным, усеченным нормальным, равномерным, треугольным). Для задания длительности нужно перейти во всплывающее окно щелкнув мышью по кнопке с троеточием справа от поля значения длительности и в открывшемся окне выбрать подходящее распределение, либо ввести значение непосредственно в поле значения длительности.

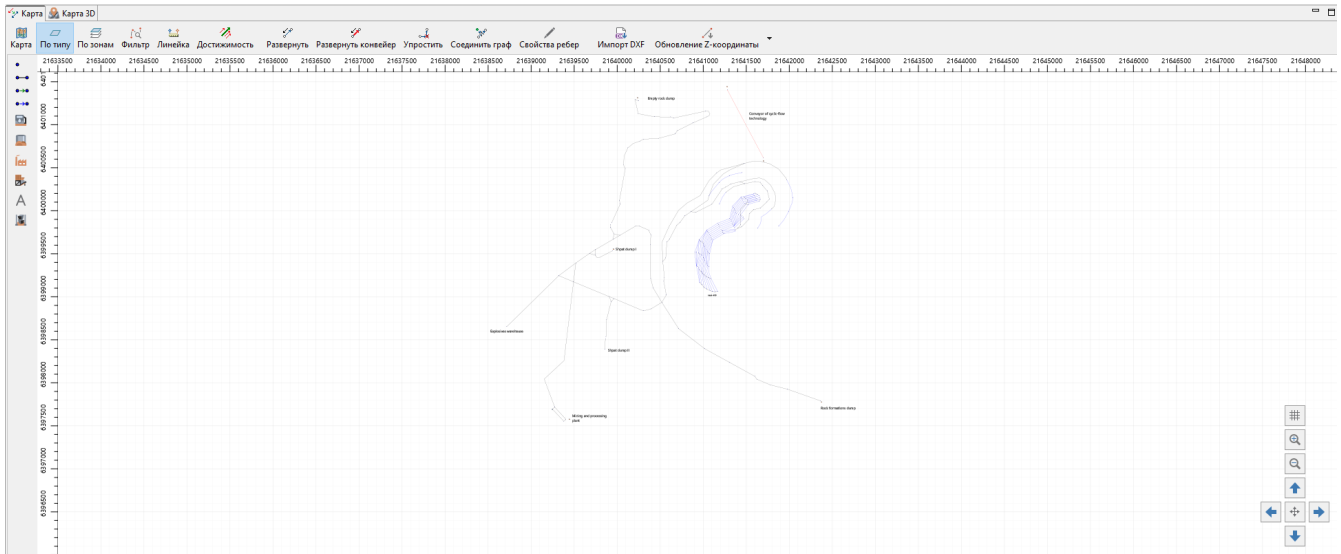


Время наступления всех периодических событий в MineTwin может задаваться точным временем или некоторой периодичностью (каждый n -ый день месяца, каждый последний день месяца, каждую n неделю, каждые n дней).



1.3.5. Карта

В окне «Карта» отображается транспортная сеть карьера в двух измерениях. Карту (план) карьера в этом режиме можно редактировать.




Функции управления просмотром

Приближение/удаление транспортной сети по умолчанию производится колесом мыши. Перемещение карты производится мышью при нажатой правой кнопке мыши. [Способ управления](#) картой можно изменить в настройках карты.

Кнопки  в правом нижнем углу приближают и отдаляют карту.



Кнопки  позволяют перемещать карту вверх, вниз, вправо и влево.


Кнопка  позволяет центрировать карту.

Кнопка  позволяет переключать отображение сетки на крате и линеек по краям.

Верхняя панель инструментов карты

Кнопка  позволяет включать/отключать отображение географической карты местности.

Кнопка  активирует подсветку ребер транспортной сети по умолчанию, кнопка  активирует подсветку ребер по зонам карьера/разреза.

В графическом редакторе MineTwin OpenPit доступен просмотр отдельных областей транспортной сети, расположенных на заданной глубине. Кнопка  используется для задания диапазона по координате Z узлов для просмотра, например от -140 до -120.


Задание Z-диапазона отображ




Задайте Z-диапазон отображения узлов ШП и

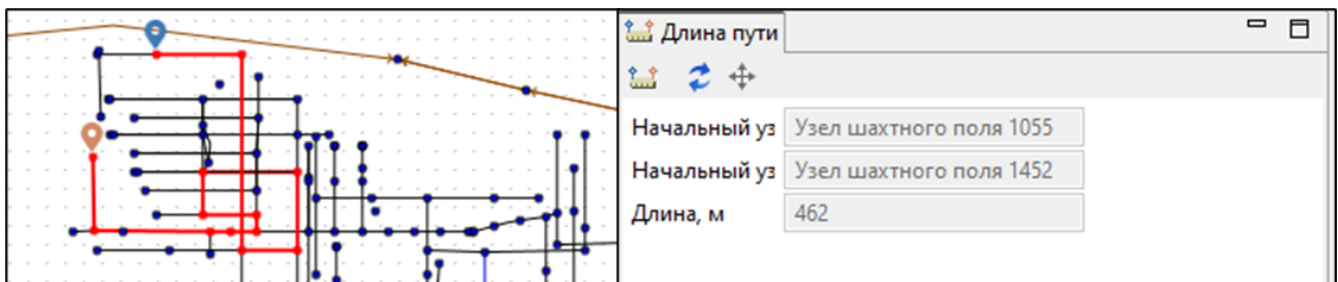
Мин. значение X

Макс. значени X

OK Cancel

Повторное нажатие кнопки  удалит установленный фильтр по Z-координате.

Кнопка  позволяет определить длину кратчайшего пути между двумя узлами. После нажатия на эту кнопку появляется метка , которую нужно навести на узел начала пути и щелкнуть мышью. Затем появится вторая метка , которую нужно установить на узле назначения. После этого маршрут между узлами подсветится на карте, а в открывшемся окне «Длина пути» появится информация о расстоянии между выбранными узлами транспортной сети.




Для выхода из режима измерения расстояния используется клавиша «Esc».


Кнопка  выделяет изолированные участки транспортной сети разными цветами.

Функции редактирования карты

Кнопка  позволяет быстро изменять направление ребра транспортной сети.


Кнопка  позволяет быстро изменять направление ребра конвейера.

Кнопка  оптимизирует точки перегиба – удаляет точки перегиба, которые находятся на одной линии между двумя другими подряд идущими точками перегиба, выделенных ребер шахтного поля или всех ребер сценария, если ни одно **ребро** не выделено.

Кнопка  разбивает ребро транспортной сети узлом транспортной сети, если расстояние между узлом и ребром составляет менее 2,5 метров. При использовании этой кнопки разбиваются выделенные ребра. Если ребра не выделены, то разбиваются все ребра в

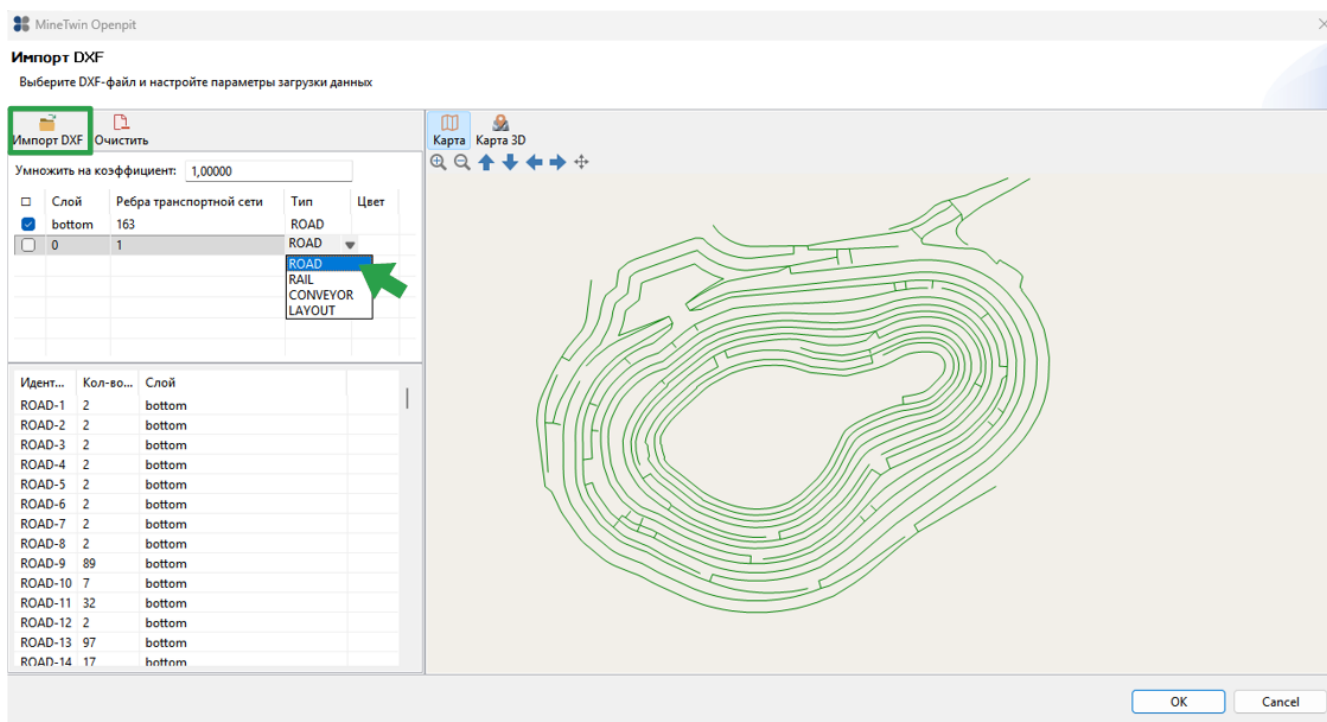
сценарии.

Импорт графических данных в формате .dxf

В MineTwin OpenPit реализован импорт графических данных из сторонних ИТ-систем в формате .dxf. По нажатию на кнопку  открывается диалоговое окно, в котором можно выбрать нужный dxf-файл, выбрать нужные слои и импортировать их в сценарий. Если параметры импортируемой транспортной сети заданы не в метрической системе (например, в футах), для перевода их в метрическую систему единиц используется коэффициент. При импорте геометрии доступно назначение типа ребер:

- **ROAD** - оси дорог для передвижения самоходного транспорта
- **RAIL** - оси железнодорожного пути
- **CONVEYOR** - оси конвейерных линий
- **LAYOUT** - полилинии слоя разметки, используются как вспомогательные элементы при работе с **Картой**, в моделировании не участвуют

По умолчанию всем импортируемым линиям присваивается тип **ROAD**.



Палитра

В левой части окна «Карта» расположена палитра с объектами, которые можно добавить на план карьера: узлы и ребра транспортной сети, сегменты добычи, блоки, заправочные и зарядные станции, перерабатывающие фабрики, дробилки, места разгрузки, а также объекты разметки - полилинии и текстовые обозначения.

Ломаное ребро и полилиния разметки создаются непрерывной простановкой мышью вершин/точек ломаной, завершение рисования выполняется двойным кликом левой кнопкой мыши. Если начинать рисование ломаного ребра с узла транспортной сети и/или завершать на существующем на подобном, то линия соединяется с этими узлами и ребрами

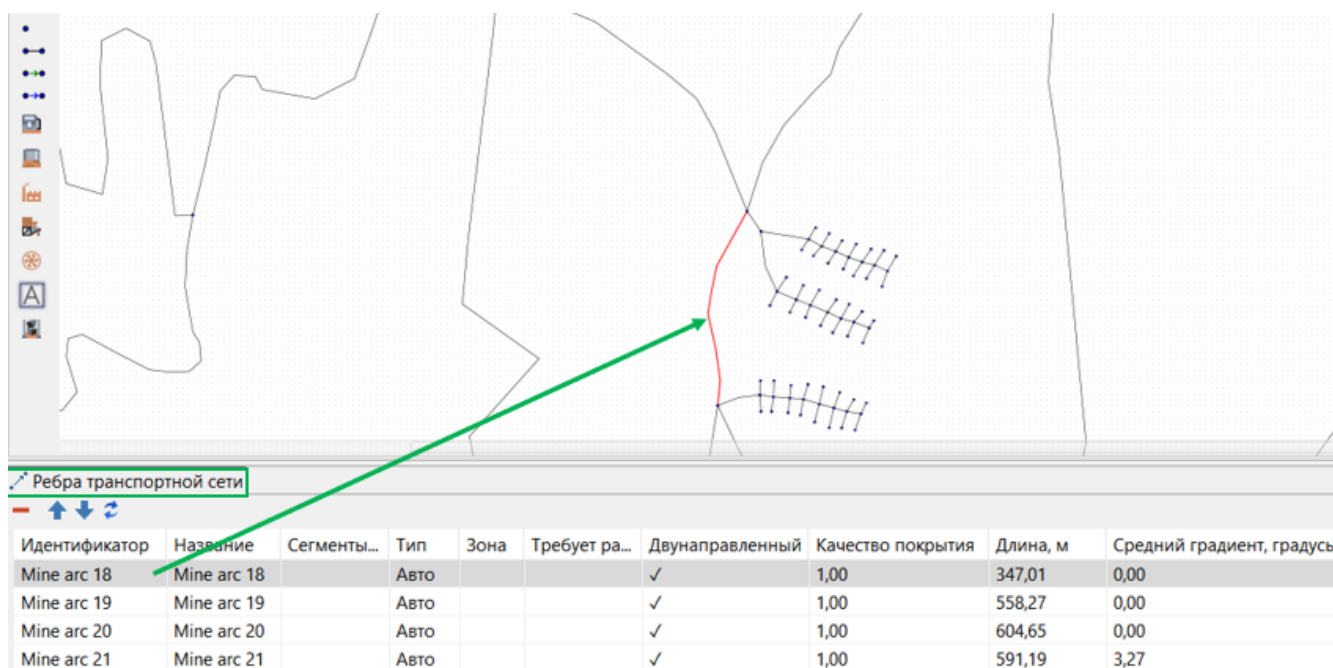
в единую сеть.

Для добавления блока или сегмента добычи нужно нажать левой кнопкой мыши на соответствующий объект на палитре, затем кликом мыши выбрать с карты необходимое ребро.

Для добавления любого другого объекта палитры нужно нажать на него левой кнопкой мыши, а затем кликнуть в том месте карты, куда требуется добавить объект.

В окне **Карта** доступно множественное выделение и перемещение объектов. Для этого нужно выделить мышью объекты и перемещать их стрелками клавиатуры.

По двойному клику мышью по строке с данными единицы объекта в списке объектов соответствующий объект выделяется на карте.

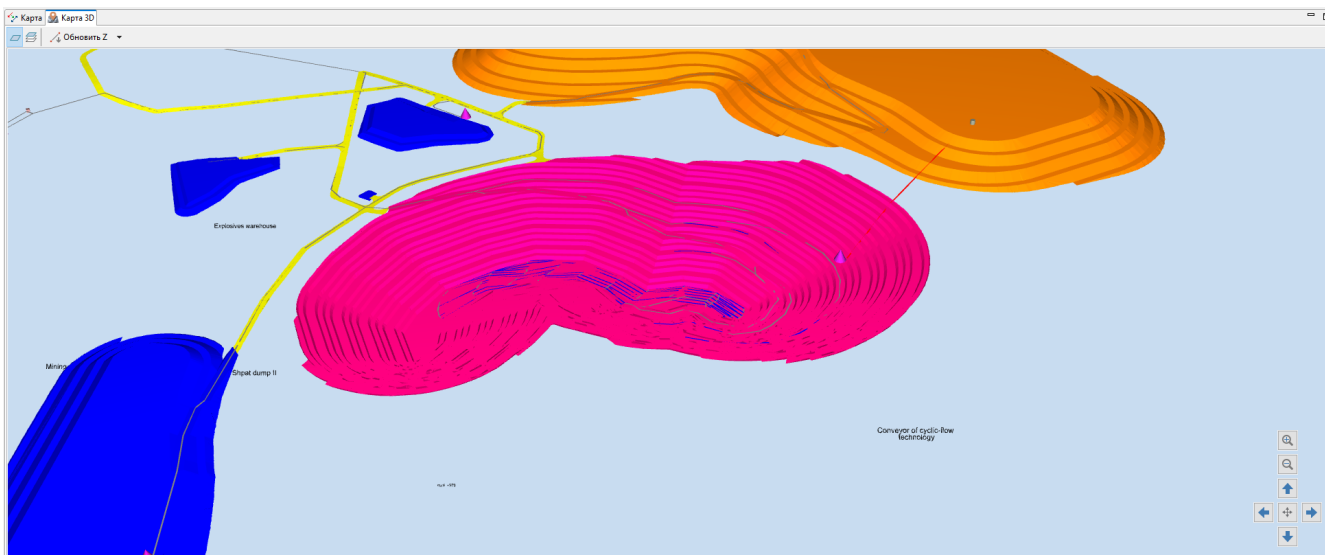


Ребра транспортной сети


Идентификатор	Название	Сегменты...	Тип	Зона	Требует ра...	Двунаправленный	Качество покрытия	Длина, м	Средний градиент, градусы
Mine arc 18	Mine arc 18		Авто			✓	1,00	347,01	0,00
Mine arc 19	Mine arc 19		Авто			✓	1,00	558,27	0,00
Mine arc 20	Mine arc 20		Авто			✓	1,00	604,65	0,00
Mine arc 21	Mine arc 21		Авто			✓	1,00	591,19	3,27

1.3.6. Карта 3D



В окне «Карта 3D» объекты карьера отображаются в трехмерном пространстве. Этот режим предназначен только для просмотра.



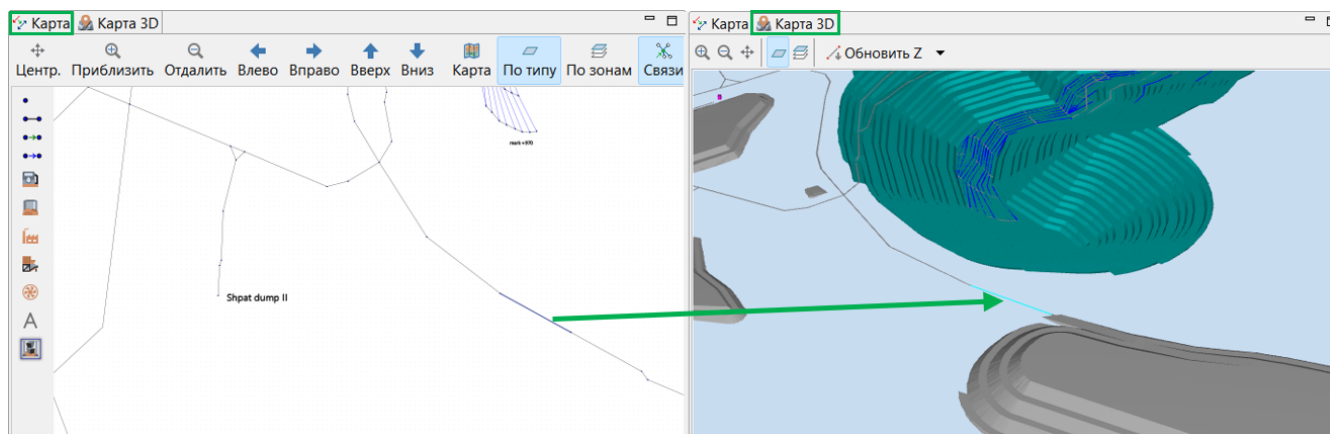
Перемещение плана по умолчанию производится мышью при нажатой левой кнопке мыши, поворот – при нажатой правой кнопке мыши. [Способ управления](#) картой можно изменить в настройках карты.

Кнопки  в правом нижнем углу позволяют приближать и отдалять 3D-карту карьера/разреза.

Кнопка  позволяет центрировать 3D-карту.

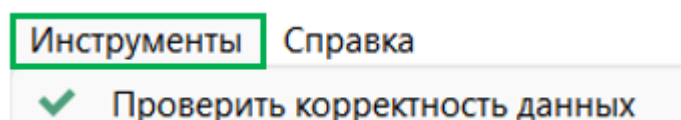
Кнопка  на верхней панели инструментов 3D карты активирует подсветку ребер транспортной сети по умолчанию, кнопка  активирует подсветку ребер **по зонам**.

Карты в 2D и 3D синхронизированы: при выделении объекта на одной карте он подсвечивается на другой.



1.3.7. Ошибки

После создания/ редактирования сценария необходимо проверить его корректность, используя кнопку «Проверить корректность данных» в меню кнопки «Инструменты» на панели инструментов.



Если данные заданы неправильно или данных не хватает, появится сообщение об ошибках, список которых появится в окне «Ошибки».

Ошибки

Описание

- Ошибки : 31
 - План по блокам : 2
 - Значение поля не задано (Блок)
 - Значение должно быть положительным числом (Плановая масса, т)
 - Зарядные машины : 3
 - Значение поля не задано (Базовый узел)
 - Значение поля не задано (Местоположение склада ВМ)
 - Значение поля не задано (Тип зарядной машины)
 - Типы зарядных машин : 3
 - Значение поля не задано (Длительность подготовки к зарядке, мин)
 - Значение поля не задано (Время зарядки шпура/скважины, мин)

Сообщения об ошибках могут быть двух типов:

- Ошибки, при наличии которых планирование невозможно
- Предупреждения о нехватке некоторых данных, не препятствующих планированию.

По щелчку мыши в каждой строке списка ошибок в окне «Свойства» открываются свойства объекта, в которых произошла ошибка, и пользователь может оперативно ее исправить.

Кнопка  в правом верхнем углу окна «Ошибки» служит для обновления списка ошибок после их исправления.

1.4. Сценарий

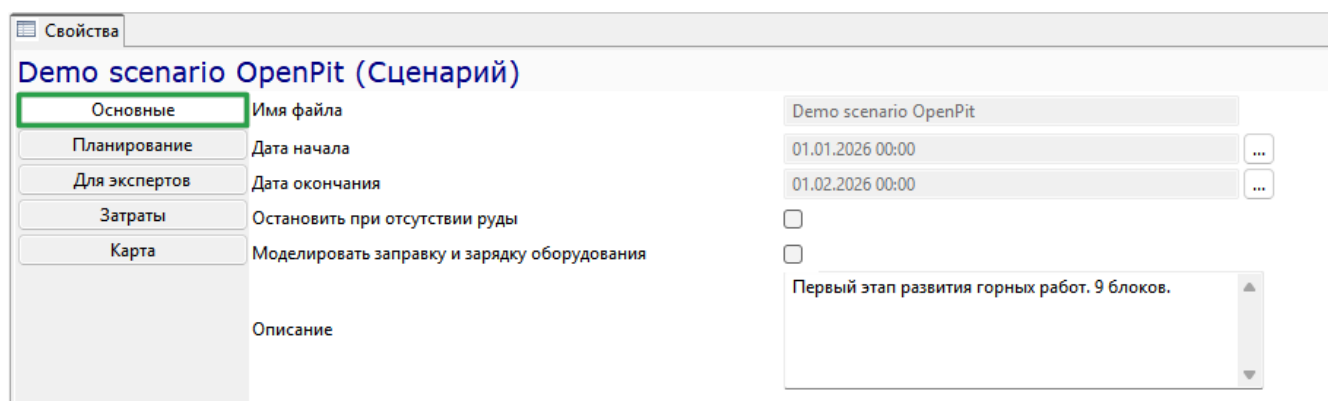
Сценарий – корневой объект рассматриваемой предметной области.

Элемент дерева объектов **Сценарий** содержит общие параметры, относящиеся к планированию и моделированию открытых горных работ.


На вкладке с **Основными** свойствами сценария содержатся:

- **Имя файла**
- **Дата и время начала и окончания** планирования и моделирования
- **Остановить при отсутствии руды** – при включенной функции моделирование останавливается, как только в блоках заканчивается руда, даже если дата окончания моделирования не наступила

- **Моделировать заправку и зарядку оборудования** — при установленной отметке моделируется процесс восполнения топлива/энергозаряда оборудования; если отметка не установлена, расход энергоресурса рассчитывается, но движение на станцию и процесс заправки/зарядки не моделируется
- **Описание** – комментарии к сценарию (при необходимости).



На вкладке **Планирование** содержатся параметры, определяющие правила планирования:

- **Режим планирования** - в MineTwin OpenPit доступен один режим планирования - по **целевому значению** – планирование осуществляется в соответствии с целевыми показателями для всего карьера/ разреза ( **План по целевому значению (2)**)
- **Политика следования целевым показателям** – один из следующих вариантов:
 - *Макс. масса, точн. качество* – планировщик старается соблюдать плановое качество и плановые объемы. Не превышает плановые объемы добычи, даже если есть свободные места работы и техника. Если мест работы, техники, или руды соответствующего качества недостаточно, планировщик старается, чтобы итоговая добываемая руда была нужного качества, даже ценой уменьшения объема.
 - *Макс. масса и качество* – планировщик максимизирует добычу вне зависимости от качества. Планировщик старается достичь целевых объемов по руде и породе, не допускать ситуаций, когда по одному из них план не достигнут, а по другому – значительно перевыполнен. После достижения целевых показателей по руде и породе планировщик распределяет технику примерно равномерно на руду и породу, стараясь максимизировать оба значения.
- **Максимальное отклонение по качеству, %** - параметр, определяющий допустимый уровень отклонения фактических показателей качества от целевых значений в процессе планирования. Значение указывается в процентных пунктах и используется для задания допустимого диапазона, в пределах которого показатели качества считаются приемлемыми
- **Дистанция перемещения экскаваторов, м** определяет радиус выбора экскаватором следующего места работы. Приезжая в какое-то место, экскаватор в первую очередь старается выработать все блоки в рамках этого параметра от того блока, в который он приехал. Когда они все выработаны, он умножает этот параметр вдвое и ищет следующее место уже в рамках получившегося радиуса. Если и там уже все выработано, тогда смотрит на любом диапазоне.
- **Максимальное количество альтернативных мест разгрузки** - параметр определяет

количество дополнительных мест разгрузки в случае, если запланированное планировщиком место разгрузки заполняется до заданного уровня. Если параметр равен нулю - это означает, что альтернативных маршрутов нет, при наполнении ближайшего места разгрузки, например, склада окисленной руды до заданного уровня, транспортировка окисленной руды прекращается до тех пор, пока в запланированном месте разгрузки не освободится место или пока не закончится смена. Другие места разгрузки, принимающие окисленную руду, в течение смены не будут использоваться. Если альтернативные места разгрузки есть, то при наполнении места разгрузки до заданного уровня самосвалы внутри смены начнут транспортировать горную массу в альтернативные места разгрузки

- **Перцентиль для оценки СВ, доли** – технический параметр, определяет диапазон колебания случайных величин. Результатом вычисления является число, оно уже не варьируется в ходе планирования. Например, при равномерном типе распределении длительности операции от 5 до 10:

- Если перцентиль задан как 0% - то в планировании будет использоваться минимальное возможное значение 5
- Если перцентиль задан как 100% - то в планировании будет использоваться максимальное возможное значение 10
- Если перцентиль задан как 20% - то в планировании будет использоваться 6, т.к. с вероятностью 20% в равномерном распределении от 5 до 10 значение будет от 5 до 6
- Если перцентиль задан как 40% - то в планировании будет использоваться 7

- **Режим планирования транспортировки:**

- *Только посменно* – задачи формируются только в начале каждой смены; в течение смены не обновляются
- *Только динамически* – новая задача назначается каждому самосвалу сразу после завершения рейса
- *Посменно и динамически* – задачи формируются по сменам, но дополняются динамически, если самосвал простаивает (например, из-за поломки экскаватора или досрочного завершения работ).

Demo scenario OpenPit (Сценарий)

Основные	Режим планирования	По целевому значению
Планирование	Политика следования целевым показателям	Макс. масса, точн. качество
Для экспертов	Макс. откл. по качеству, %	100,00%
Затраты	Дистанция перемещения экскаваторов, м	300,00
Карта	Макс. кол-во. альтернативных мест разгрузки	0
	Перцентиль для оценки СВ, %	80,00%
	Режим планирования транспортировки	Только посменно

На вкладке **Для экспертов** содержатся дополнительные технические настройки:

- Определение моментов проверки заполненности запланированного места разгрузки и выбора альтернативных мест разгрузки самосвалов:
 - *Перед началом движения на разгрузку*

- Перед постановкой в очередь на разгрузку
- Перед началом разгрузки
- Задание **Точности сравнения дистанции, скорости и времени** при моделировании
- **Начальное значение генератора случайных чисел** — это начальное значение, которое используется в генераторах случайных чисел для создания последовательности случайных чисел. Это своего рода "стартовая точка", от которой зависит, какие числа будут сгенерированы. При использовании одного и того же случайного начального значения результаты моделирования сценария будут одинаковыми при каждом запуске программы. В одном и том же сценарии с разным случайным начальным значением результат моделирования может быть разным.

The screenshot shows the 'Demo scenario OpenPit (Сценарий)' settings window with the 'Для экспертов' tab selected. The settings are as follows:

Категория	Параметр	Значение
Основное	Проверять альтернативные пункты назначения для самосвалов:	
	Перед началом движения на разгрузку	<input checked="" type="checkbox"/>
	Перед постановкой в очередь на разгрузку	<input checked="" type="checkbox"/>
Затраты	Перед началом разгрузки	<input checked="" type="checkbox"/>
	Точность сравнения дистанции	1e-05
Карта	Точность сравнения скорости	1e-07
	Точность сравнения времени	1e-07
	Случайное начальное значение	0

На вкладке **Затраты** задаются:

- **Фиксированные затраты рудника** в месяц, рублей в месяц
- **Стоимость электроэнергии, руб/кВт** для зарядки самоходной техники с электродвигателями (зарядными батареями)
- **Стоимость топлива, руб/литр**, которая будет учитываться при расчете затрат на топливо.

The screenshot shows the 'Demo scenario OpenPit (Сценарий)' settings window with the 'Затраты' tab selected. The settings are as follows:

Категория	Параметр	Значение
Основное	Фиксированные затраты карьера, руб/мес	50 000,00
Планирование	Стоимость топлива, руб/л	100,00
Для экспертов	Стоимость энергии, руб/кВт-ч	20,00

На вкладке **Карта** также содержатся технические параметры, относящиеся к настройкам карты:

- Абсолютные координаты **X** и **Y**
- **Масштаб карты**
- **Базовые точки карты X и Y** – координаты смещения точки отсчета на географической карте
- **Базовый масштаб карты** – базовый масштаб на географической карте – целое число от 2 до 18. Рекомендуемое значение – 14. 2 – самый мелкий масштаб (виден весь мир), 18 –

самый крупный масштаб.

Свойства		
Demo scenario OpenPit (Сценарий)		
Основные	X	-211 000,00
Планирование	Y	-3 626 300,00
Для экспертов	Масштаб	1,00
Затраты	Базовая точка карты X	88,00
Карта	Базовая точка карты Y	70,00
	Базовый масштаб карты	17

1.5. Карта

Группа дерева объектов **Карта** содержит следующие элементы карьера/ разреза:

- Узлы транспортной сети
- Ребра транспортной сети
- Зоны
- Участки
- Сегменты добычи
- Слои разметки

1.5.1. Узлы транспортной сети

Узел транспортной сети – элемент графа транспортной сети карьера или разреза, которому соответствует одна точка в трехмерном пространстве.

Свойства		
Mine node 69 (Узел транспортной сети)		
Основные	Идентификатор	Mine node 69
	X	21 641 175,10
	Y	6 399 054,03
	Z	970,00

Узел транспортной сети характеризуется следующими параметрами:

- Уникальный **идентификатор**
- X, Y и Z-координаты

1.5.2. Ребра транспортной сети

Ребро транспортной сети – элемент графа, соединяющий два узла транспортной сети.

Свойства	
Mine arc 109 (Ребро транспортной сети)	
Основные	Идентификатор: Mine arc 109
Узлы и точки	Тип: Авто
Ограничения	Двунаправленный: <input checked="" type="checkbox"/>
Сегменты добычи	Встречное движение: <input checked="" type="checkbox"/>
	Обгон движущегося оборудования: <input checked="" type="checkbox"/>
	Обгон остановившегося оборудования: <input checked="" type="checkbox"/>
	Время обгона остановившегося оборудования, мин: 0
	Качество покрытия: 1,00
	Сопротивление качению, %: 2,00%
	Ограничение скорости, км/ч: 0,00
Вычисляемые величины	
Длина, м	74,32
Уклон, %	0,00
Установить пользовательскую длину: <input type="checkbox"/>	
Пользовательская длина, м	1,00
Зона	Зона 1

Ребро транспортной сети характеризуется следующими параметрами:

- **Уникальный идентификатор**
- **Тип ребра:** Авто, ЖД, Конвейер
- **Двунаправленный** — параметр, указывающий, возможно ли перемещение по ребру в обоих направлениях
- **Встречное движение** — параметр, указывающий разрешено ли встречное движение. Если не разрешено - оборудование остановится перед ребром, чтобы пропустить тех, кто едет во встречном направлении
- **Обгон движущегося оборудования** - параметр указывает, разрешено ли опережение транспортных средств, движущихся в том же направлении с более низкой скоростью
- **Обгон остановившегося оборудования** - параметр определяет, возможен ли объезд остановившегося оборудования на этом ребре другими транспортными средствами
- **Время обгона остановившегося оборудования, мин** - дополнительное время, которое транспортные средства потратят на объезд остановившегося оборудования на этом ребре
- **Качество покрытия** — коэффициент, который корректирует базовую скорость оборудования при движении по этому ребру
- **Сопротивление качению, %** - процент сопротивления движению, которое возникает при перекачивании шин колесных транспортных средств по поверхности дороги. Параметр влияет на скорость движения оборудования при применении правила расчета скорости "Зависит от кривой тягового усилия"
- **Ограничение скорости, км/ч** - максимально разрешенная скорость движения всех видов транспорта по этому ребру
- **Длина** в метрах, рассчитанная в зависимости от координат X и Y узлов и точек перегиба ребра (справочно)

- **Уклон, %**, показывающий угол наклона ребра и вычисляемый в зависимости от Z координат узлов и точек перегиба ребра (справочно)
- **Установить пользовательскую длину** — функция позволяет задать длину ребра без учета координат и масштабирования
- **Пользовательская длина, м** — условное значение длины ребра. Используется вместо расчетной длины при установленной галочке **Установить пользовательскую длину**
- **Зона** - назначение зоны для цветовой индикации ребра на карте, выбирается из списка имеющихся в сценарии зон

Свойства

Mine arc 109 (Ребро транспортной сети)

Основные

Узлы и точки

Ограничения

Сегменты добычи

Начальный узел

Mine node 104

X 152 299,57

Y 2 073 061,20

Z 60,00

Конечный узел

Mine node 122

X 152 371,19

Y 2 073 078,86

Z 60,00

X	Y	Z
152 336,19	2 073 074,86	60,00

На отдельной вкладке **Структура** отображается структура ребра – ссылки на начальный и конечный узел ребра и список точек ломаной (точек перегиба ребра).

Свойства

Mine arc 109 (Ребро транспортной сети)

Основные

Узлы и точки

Ограничения

Сегменты добычи

Идентификатор	Запретить проезд
CAT	
Drilling machine type 1	x
12m3	x
5m3	

На вкладке **Ограничения** можно запретить перемещение определенных типов оборудования по ребру транспортной сети, отметив их галочкой.

Свойства

Mine arc 319 (Ребро транспортной сети)

Основные

Узлы и точки

Ограничения

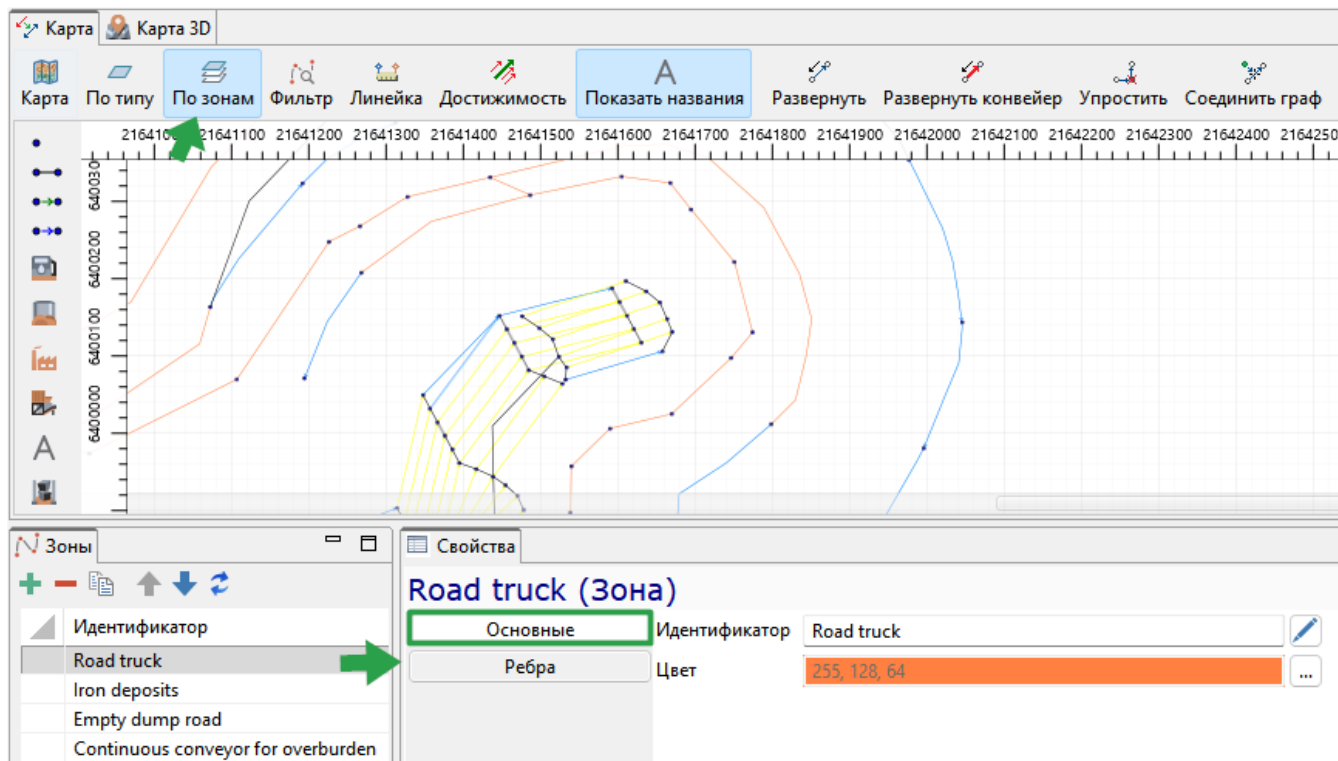
Сегменты добычи

Идентификатор	Участок	Блок
violet 2	VIOLET Area	VIOLET 2

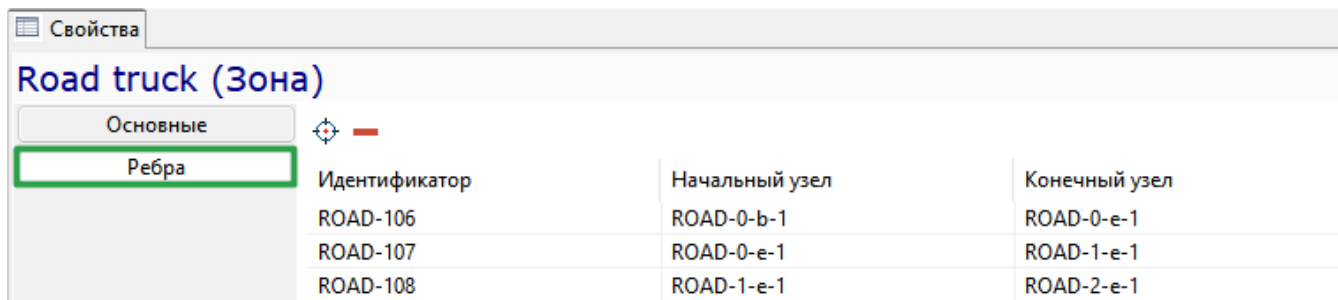
На вкладке **Сегменты добычи** свойств ребра отображается ссылка на сегмент транспортной сети, частью которого является данное [ребро](#).

1.5.3. Зоны транспортной сети



В объекте **Зоны** задается список вариантов цветового обозначения ребер на транспортной сети карьера (разреза). Например, пользователь может создать зону, обозначающую дороги, подлежащие зачистке, и затем применить эту зону (цвет) для всех ребер, требующих зачистки.



Зона характеризуется уникальным **идентификатором** и **цветом**.

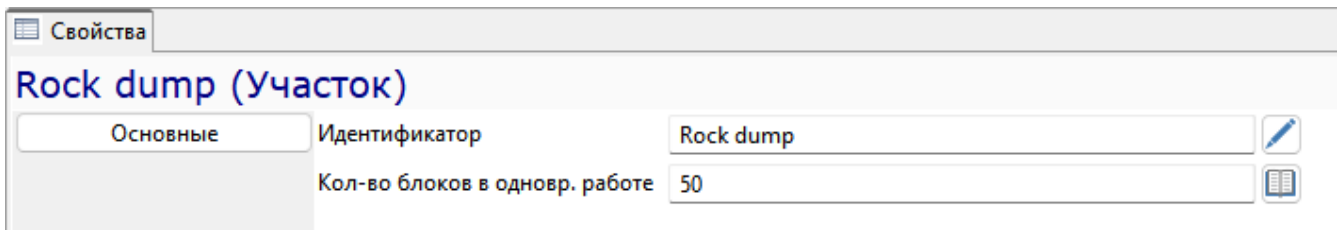


На вкладке **Ребра** свойств зоны содержится список ребер транспортной сети, входящих в данную зону.

Здесь доступно добавление ребра выбором его на карте с помощью кнопки  или удаление ребра из зоны карьера/ разреза ().

1.5.4. Участки

Добычной **Участок** служит для логического объединения нескольких смежных блоков. За участками может закрепляться определенное оборудование/ транспорт.

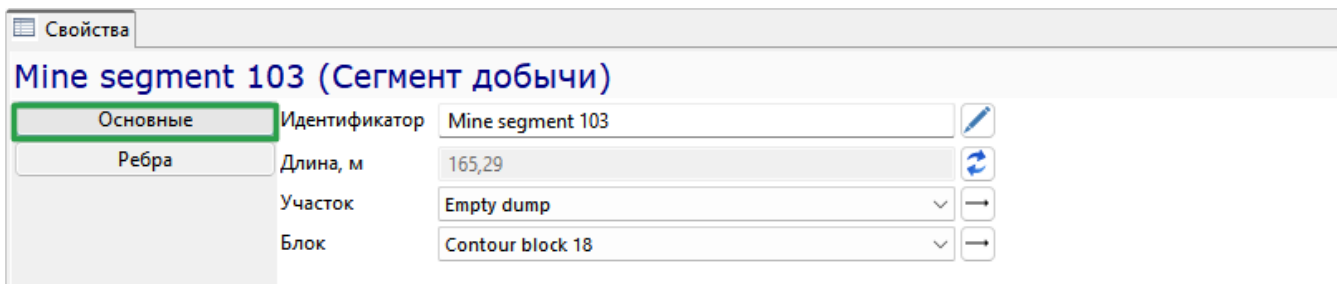


Участок в MineTwin OpenPit характеризуется следующими основными параметрами:

- Уникальный **идентификатор**
- **Кол-во блоков в одновременной работе** – параметр, ограничивающий ведение работ на участке даже при наличии достаточного количества оборудования. Например, к отработке доступно 10 блоков, но пользователь задал ограничение, равное 5. Тогда отрабатываться будут только 5 блоков. Работы в шестом блоке начнутся только после того, как завершатся в одном из первых 5 и т.д.

1.5.5. Сегменты добычи

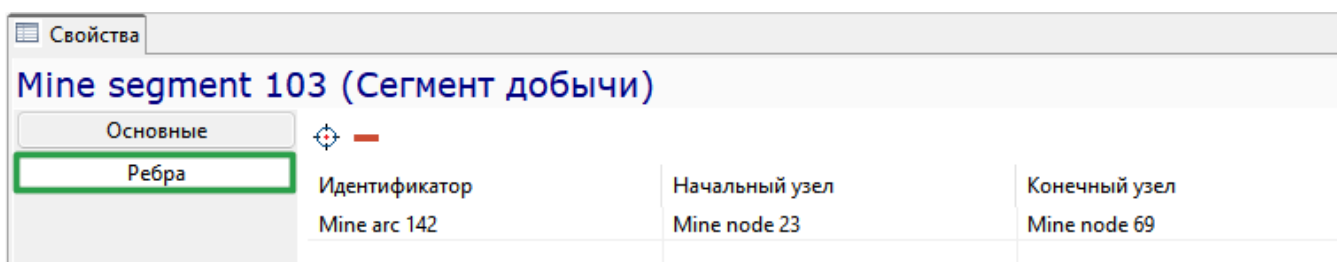
Сегмент добычи – упорядоченный набор ребер транспортной сети, используемый для задания расположения блока. Сегменту добычи соответствует направленная ломаная линия в трехмерном пространстве.



Сегмент добычи характеризуется следующими основными параметрами:

- Уникальный **идентификатор**
- **Длина, м** – автоматически рассчитывается как сумма длин ребер транспортной сети, из которого состоит данный сегмент
- **Участок** – добычной участок, к которому относится данный сегмент добычи
- **Блок** – ссылка на блок, который располагается в данном сегменте добычи

На вкладке **Ребра** свойств сегмента добычи содержится список ребер транспортной сети, из которых состоит данный сегмент.

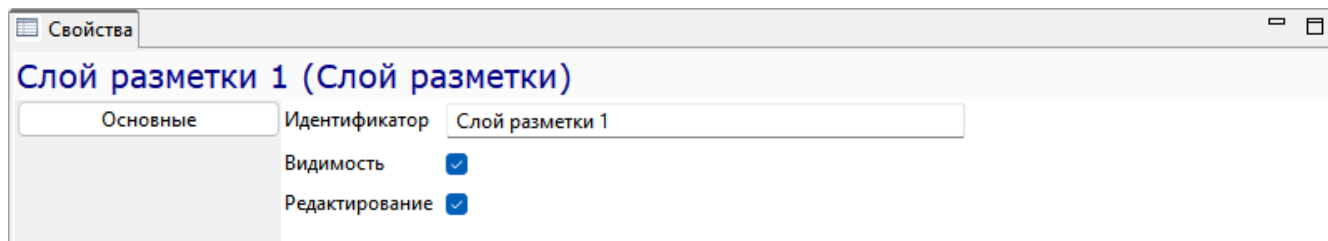


Здесь доступно добавление ребра выбором его на карте карьера с помощью кнопки  или


удаление ребра из состава сегмента добычи ().

1.5.6. Слои разметки

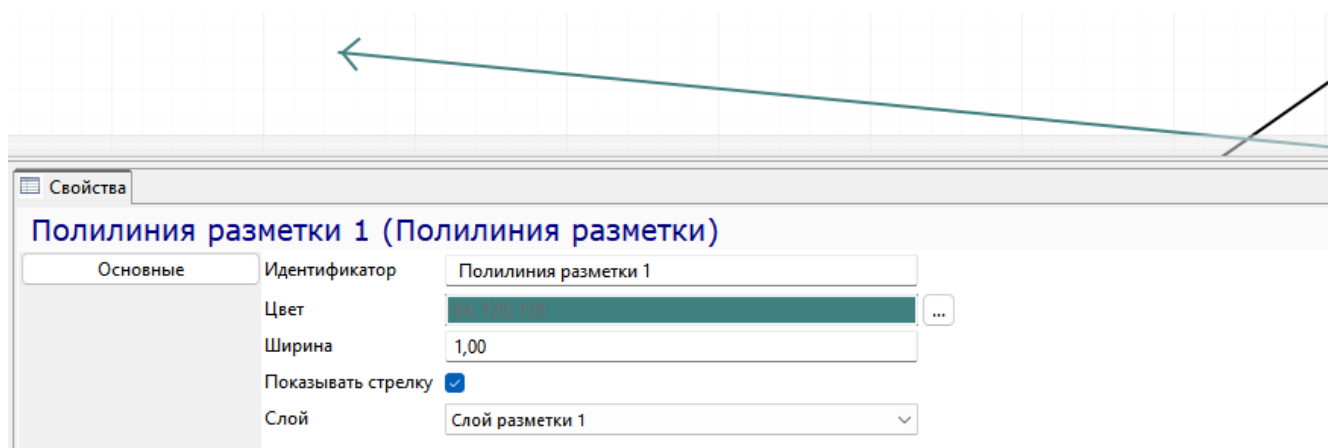
Элемент дерева объектов **Слои разметки** содержит список слоев, каждый из которых включает две группы объектов: **Полилинии** и **Текстовые обозначения**. Объекты слоев разметки служат в качестве дополнительной информации при работе с картой и не участвуют в моделировании. В свойствах слоя можно включить/отключить его видимость и возможность редактирования.



Полилинии

Группа **Полилинии** выбранного **Слоя разметки** содержит набор созданных в приложении или загруженных из файла .dxf полилиний. Добавление нового элемента на карту возможно с использованием кнопки  из палитры, расположенной в левой части окна 2D-карты. Свойства **Полилинии** содержат:

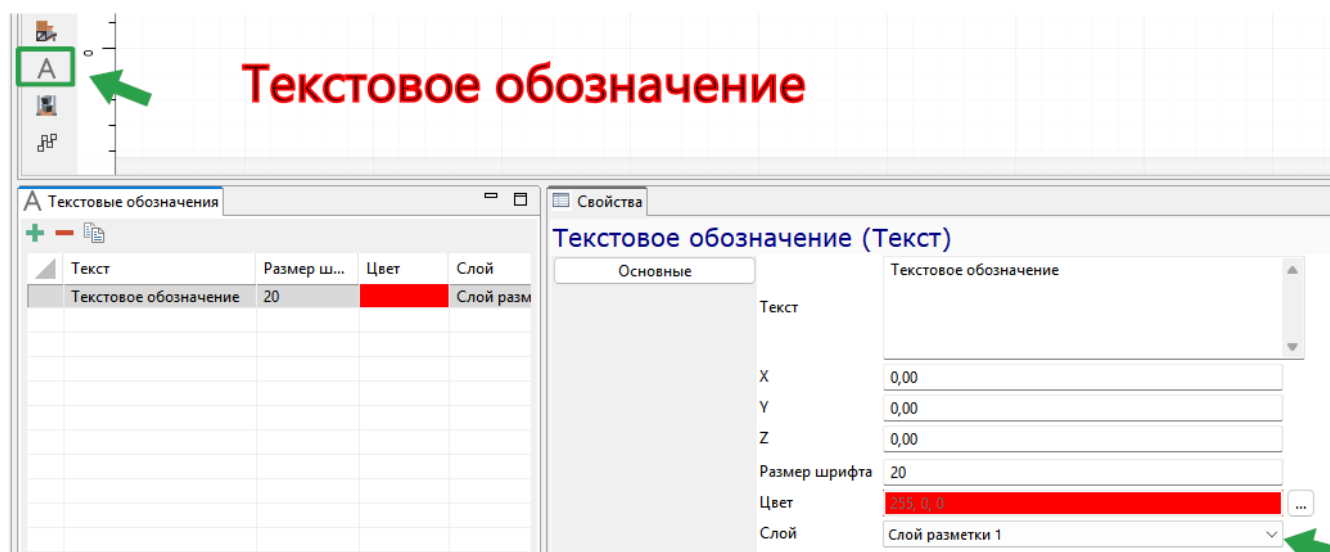
- **Уникальный Идентификатор**
- **Цвет** - возможность установить цвет выбором из палитры
- **Ширина** - толщина линии в пикселях
- **Показывать стрелку** - функция включения/отключения отображения стрелки на последней точке полилинии
- **Слой** - перенос полинии в необходимый слой выбором из списка доступных слоев разметки



Текстовые обозначения

Элемент дерева объектов **Текстовые обозначения** содержит перечень добавленных на карту текстовых меток. Добавление нового элемента на карту возможно с использованием

кнопки **A** из палитры, расположенной в левой части окна 2D-карты. В окне свойств доступен набор текста обозначения и установка координат расположения надписи, размера шрифта и цвета, отнесение к слою разметки из списка имеющихся в сценарии.



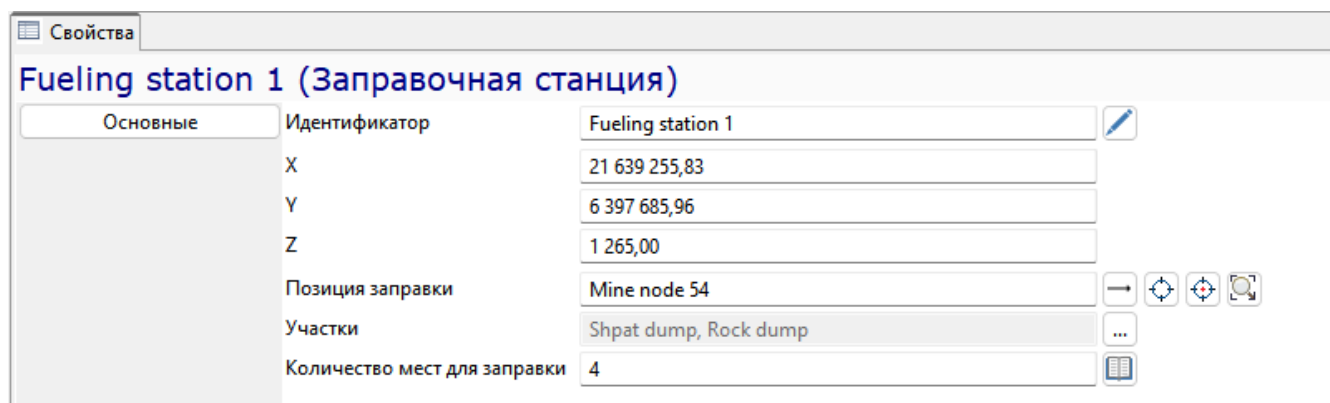
1.6. Энергоресурсы

Группа дерева объектов «Энергоресурсы» содержит элементы карьера/ разреза:

- Заправочные станции
- Зарядные станции встроенных аккумуляторов
- Зарядные станции сменных аккумуляторов
- Типы встроенных аккумуляторов
- Типы сменных аккумуляторов

1.6.1. Заправочные станции

Заправочная станция – элемент транспортной инфраструктуры, предназначенный для заправки оборудования топливом.



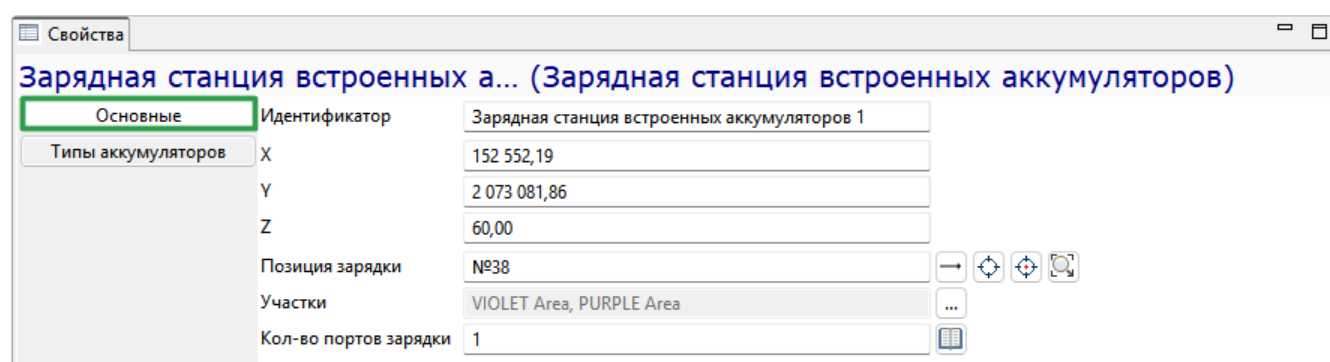
Заправочная станция характеризуется следующими параметрами:

- Уникальный **идентификатор**

- **X, Y и Z** – координаты
- **Позиция заправки** – узел транспортной сети, в котором находится единица оборудования во время заправки на заправочной станции
- **Участки** - добычные участки, оборудование которых может заправляться на этой заправочной станции
- **Количество мест для заправки** - количество единиц оборудования, которые могут одновременно заправляться на данной станции.



1.6.2. Зарядные станции встроенных аккумуляторов

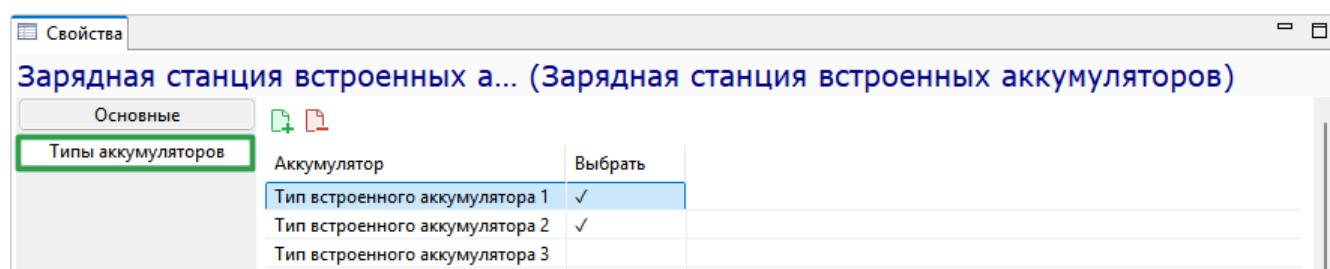
Зарядная станция встроенных аккумуляторов — элемент транспортной инфраструктуры, предназначенный для подзарядки аккумуляторов, которые конструктивно встроены в оборудование и не извлекаются из него.



Основные свойства зарядной станции встроенных аккумуляторов включают:

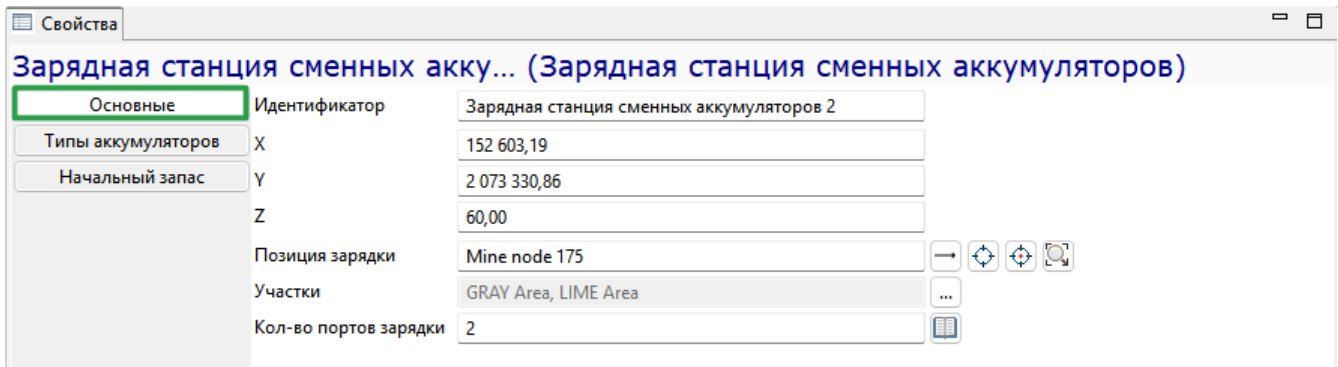
- **Уникальный идентификатор**
- **X, Y и Z** – координаты узла транспортной сети, в которой располагается станция
- **Позиция зарядки** – идентификатор узла транспортной сети, в котором находится единица оборудования во время зарядки аккумулятора
- **Участки** - добычные участки, оборудование которых может заряжаться на этой станции
- **Количество портов зарядки** - количество единиц оборудования, которые могут одновременно заряжаться на данной станции.

На вкладке **Типы аккумуляторов** можно выбрать из списка типы встроенных аккумуляторов, которые могут заряжаться на этой станции. Типы и характеристики встроенных аккумуляторов заполняются в группе объектов **Типы встроенных аккумуляторов**. Для выбора допустимых типов необходимо проставить отметку в поле **Выбрать**. Кнопка  позволяет отметить весь список типов встроенных аккумуляторов, кнопка  удаляет все отметки.





1.6.3. Зарядные станции сменных аккумуляторов

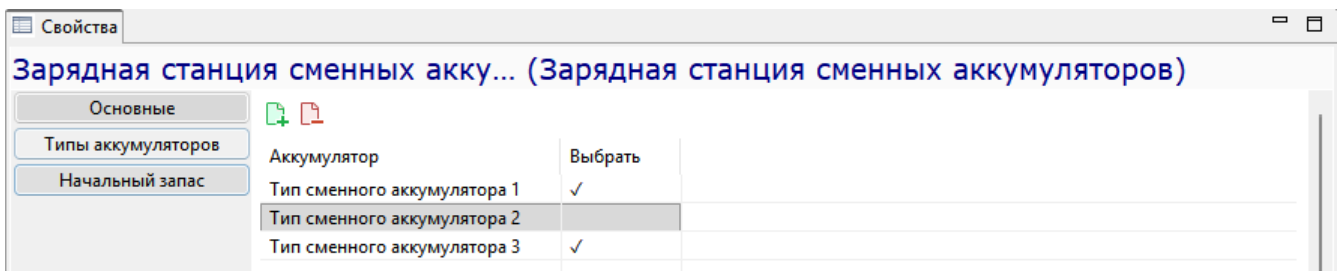
Зарядная станция сменных аккумуляторов - элемент транспортной инфраструктуры, предназначенный для замены аккумуляторов с низким зарядом на полностью заряженные и зарядки разряженных.



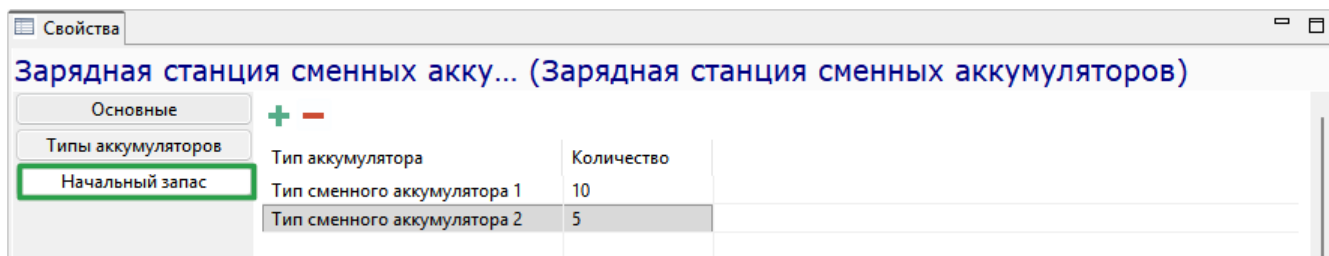
Основные свойства зарядной станции сменных аккумуляторов включают:

- Уникальный **Идентификатор**
- **X, Y и Z** – координаты узла транспортной сети, в которой располагается станция
- **Позиция зарядки** – идентификатор узла транспортной сети, в котором осуществляется замена аккумулятора
- **Участки** - добычные участки, оборудование которых может обслуживаться на этой станции
- **Количество портов зарядки** - количество единиц оборудования, которые могут одновременно производить замену аккумуляторов на данной станции.

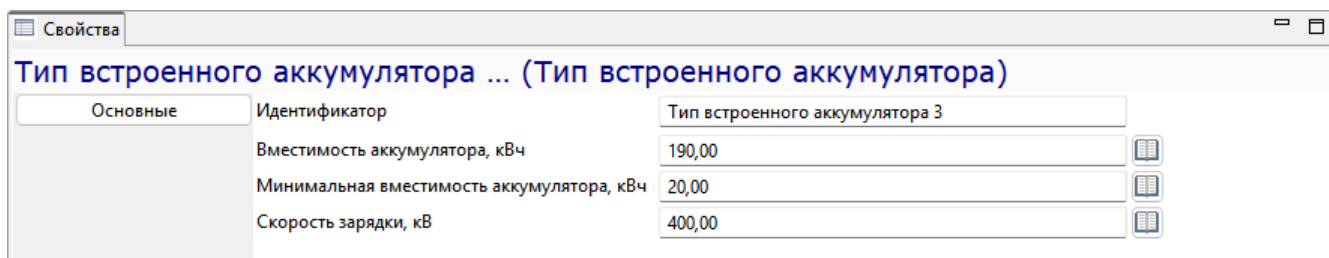
На вкладке **Типы аккумуляторов** можно выбрать из списка типы сменных аккумуляторов, которые могут заряжаться на этой станции. Типы и характеристики сменных аккумуляторов заполняются в группе объектов **Типы сменных аккумуляторов**. Для выбора допустимых типов необходимо проставить отметку в поле **Выбрать**. Кнопка  позволяет отметить весь список типов сменных аккумуляторов, кнопка  удаляет все отметки.



На вкладке **Начальный запас** указывается количество полностью заряженных аккумуляторов каждого типа (если таковые имеются) на момент начала симуляции. Если на станции нет запаса заряженных аккумуляторов, вкладка не заполняется.



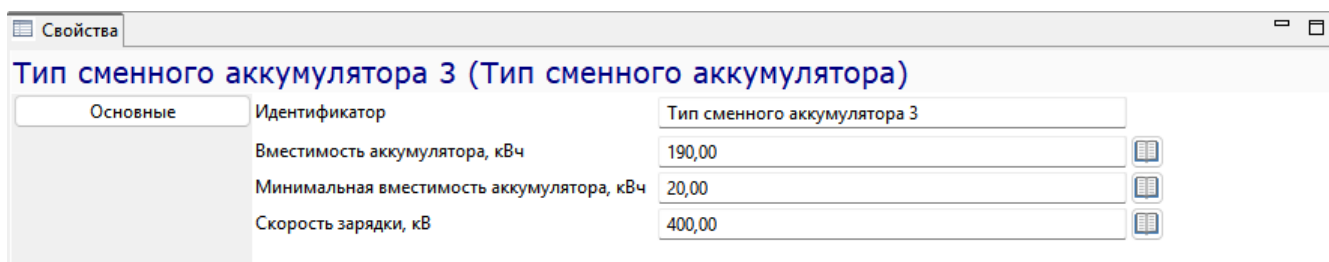
1.6.4. Типы встроенных аккумуляторов



Типы встроенных аккумуляторов характеризуются следующими **Основными** свойствами:

- Уникальный **Идентификатор**
- **Вместимость аккумулятора, кВт*ч** - емкость полностью заряженного аккумулятора
- **Минимальная вместимость аккумулятора, кВт*ч** - значение емкости аккумулятора, при котором единица оборудования начинает движение на зарядную станцию
- **Скорость зарядки, кВт** - показатель мощности зарядки, с которой энергия передается от станции в аккумулятор за час.

1.6.5. Типы сменных аккумуляторов



Типы сменных аккумуляторов характеризуются следующими **Основными** свойствами:

- Уникальный **Идентификатор**
- **Вместимость аккумулятора, кВт*ч** - емкость полностью заряженного аккумулятора
- **Минимальная вместимость аккумулятора, кВт*ч** - значение емкости аккумулятора, при котором единица оборудования начинает движение на зарядную станцию
- **Скорость зарядки, кВт** - показатель мощности зарядки, с которой энергия передается от станции в съемный аккумулятор за час.

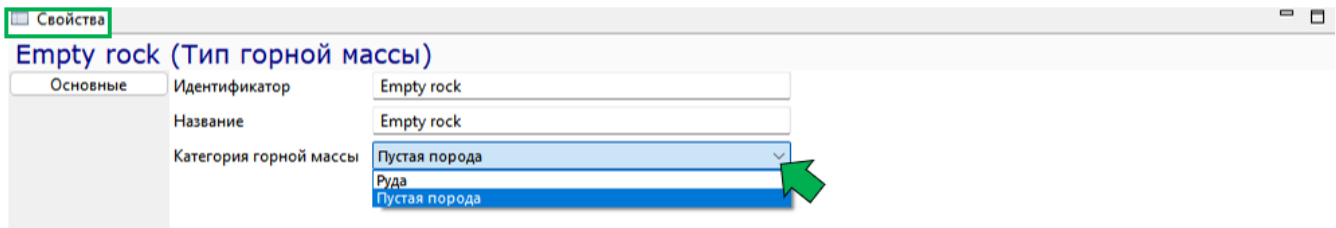
1.7. Горная масса

Группа дерева объектов «Горная масса» содержит элементы карьера/разреза:

- Типы горной массы
- Материалы
- Блоки

1.7.1. Типы горной массы

Горная масса - все полезные ископаемые и пустые породы, полученные в результате горных работ. Элемент дерева объектов **Типы горной массы** содержит список всех типов горной массы, которые могут использоваться при планировании.



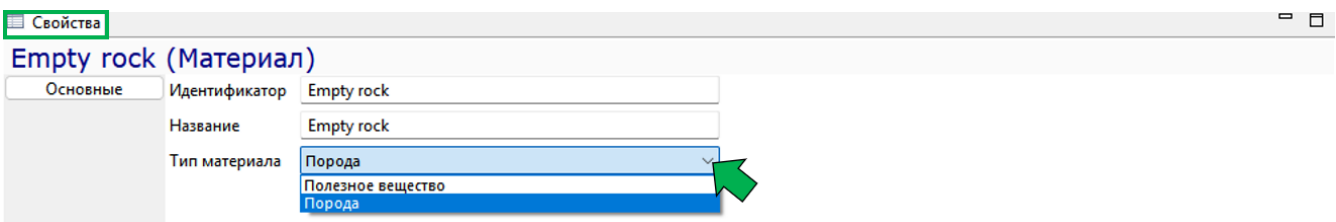
Для каждого типа горной массы должны быть заданы следующие свойства:

- Уникальный **идентификатор** и **название**
- **Категория горной массы:** руда или пустая порода

Типы горной массы служат для определения мест вывоза горной массы из блоков. Так из блока, в котором содержится горная масса с типом «Окисленная», будет транспортироваться только в места разгрузки, которые принимают окисленную руду.

1.7.2. Материалы

Материал – полезное вещество, содержащегося в горной массе. Элемент дерева объектов **Материалы** содержит список всех материалов, которые могут использоваться при планировании.



Для каждого материала должны быть заданы следующие свойства:

- Уникальный **идентификатор** и **название**
- Один из двух логических **типов материала:** полезное вещество или порода

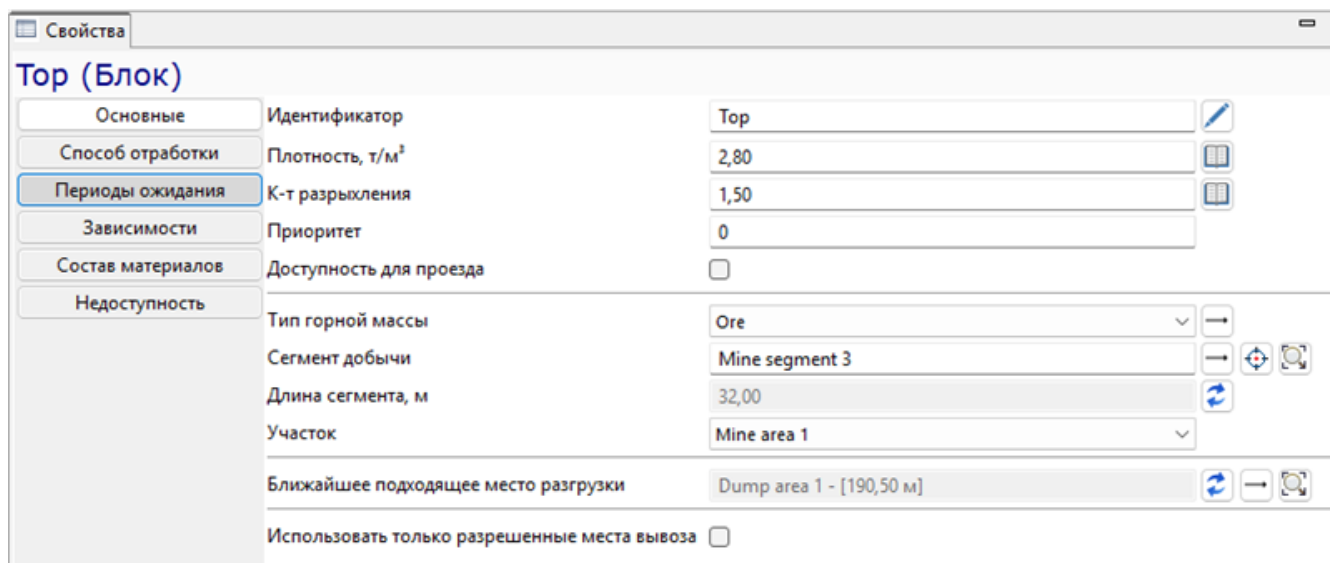
Материалы используются для расчета качества руды в блоке – содержания в ней различных полезных ископаемых.

1.7.3. Блоки

Блок – планируемая к разработке часть уступа. **Уступ** – часть борта карьера или разреза в

виде ступени. В терминах MineTwin OpenPit блок – место выполнения операций оборудованием. На плане горнотранспортной сети блоку соответствует **сегмент добычи**.

Основные свойства



Категория	Параметр	Значение
Основные	Идентификатор	Тор
Способ отработки	Плотность, т/м ³	2,80
Периоды ожидания	К-т разрыхления	1,50
Зависимости	Приоритет	0
Состав материалов	Доступность для проезда	<input type="checkbox"/>
Недоступность	Тип горной массы	Ore
	Сегмент добычи	Mine segment 3
	Длина сегмента, м	32,00
	Участок	Mine area 1
	Ближайшее подходящее место разгрузки	Dump area 1 - [190,50 м]
	Использовать только разрешенные места вывоза	<input type="checkbox"/>

Блок характеризуется следующими основными параметрами:

- Уникальный **идентификатор** и **название**
- **Плотность, т/м³** – масса горной породы в единице объема
- **Коэффициент разрыхления** - коэффициент, характеризующий увеличение объема горной массы при разрушении
- **Приоритет** - приоритет отработки выработки/блока. При использовании политики приоритизации блоков по **порядку отработки** блоки с меньшим значением параметра будут планироваться раньше, чем блоки с большим значением.
- **Доступность для проезда** – параметр, указывающий на доступность проезда по блоку до и во время его отработки
- **Тип горной массы** – один из заданных в сценарии типов горной массы
- **Сегмент добычи** – ссылка на **сегмент добычи**, на котором расположен данный блок
- **Длина сегмента, м** – отображение длины соответствующего блоку сегмента добычи
- **Участок** – ссылка на участок, в который добавлен блок
- **Ближайшее подходящее место разгрузки** – отображается ближайшее место разгрузки с подходящим типом руды, в которое будет транспортироваться горная масса из блока
- **Использовать только разрешенные места вывоза** – при включении этой функции горная масса из блока будет транспортироваться только в места разгрузки, заданные на вкладке **Места вывоза** в заданном на вкладке порядке.

Способ отработки

Для блока должны быть обязательно заданы параметры, характеризующие способ отработки блока и задающие начальное состояние блока в момент начала планирования. На вкладке **Способ отработки** содержатся наборы параметров для четырех типов




разработки:

- **Блок** – технология разработки, предполагающая последовательные операции бурения вертикальных скважин, заряжания и отгрузки горной массы всего блока в одном цикле
- **Фронтальная проходка** – технология разработки с горизонтальным бурением скважин
- **Очистка бурением сверху вниз** – технология разработки, предполагающая бурение вертикальных скважин, заряжание и отгрузку горной массы выемочного блока участками заданной длины
- **Очистка бульдозером** – перемещение горной массы бульдозерами

Блок

При использовании способа отработки **Блок** для блока необходимо задать следующие параметры:

- **Количество скважин** для бурения всего блока, шт.
- **Ширина, м**
- **Высота, м**
- **Максимальное количество СБУ**, которые могут одновременно работать в блоке
- **Начальное состояние:**
 - **Не начата** – отработка блока еще не начиналась
 - **Бурение** – в блоке уже начато бурение. В этом случае дополнительно нужно указать количество уже пробуренных скважин
 - **Бурение завершено** – блок ожидает заряжания пробуренных скважин
 - **Вывоз** – в блоке выполняется вывоз горной массы. В этом случае дополнительно нужно указать количество отбитой руды к вывозу и длину участка, на которой расположена эта руда.

Свойства	
VIOLET 6 (Блок)	
Основные	Длина, м 29,41 
Способ отработки	Тип проходки Блок 
Зависимости	Количество скважин, шт 12
Состав материалов	Ширина, м 32,00
Места вывоза	Высота, м 7,00
Недоступность	Максимальное кол-во СБУ 1
	Начальное состояние Не начата 

Фронтальная проходка

При типе отработки **Фронтальная проходка** для блока должны быть заданы следующие параметры:

- **Глубина бурения, м**
- **Количество скважин на 1 м² забоя**
- **Длина очищенного участка, м** – длина части блока, в котором уже полностью завершены бурение, зарядание, взрыв и транспортировка горной массы
- **Цикл бурения и зарядания начат** – параметр, указывающий на то, что в блоке начато, но еще не завершено бурение или зарядание
- **Длина участка с отбитой рудой, м** – длина части блока, в котором завершены бурение, зарядание и отбойка горной массы и требуется вывоз горной массы
- **Количество отбитой руды к вывозу, т**
- **Количество пробуренных скважин**
- **Количество заряженных скважин**
- **Ширина, м**
- **Высота, м**

Свойства

GRAY 1 (Блок)

Основные	Длина, м	45,07
Способ отработки	Тип проходки	Фронтальная проходка
Зависимости	Глубина бурения, м	1,00
Состав материалов	Кол-во шпуров на м2 забоя	1,00
Недоступность	Длина очищенного участка, м	0,00
	Цикл бурения и заряжания начат	<input type="checkbox"/>
	Длина участка с отбитой рудой, м	45,07
	Кол-во отбитой руды к вывозу, т	100 000,00
	Кол-во пробуренных шпуров	0,00
	Кол-во заряженных шпуров	0,00
	Ширина, м	5,00
	Высота, м	5,00

Очистка бурением сверху вниз

При типе отработки **Очистка бурением сверху вниз** для блока должны быть заданы следующие параметры:

- **Количество скважин на м² забоя**
- **Длина очищенного участка, м** – длина части блока, в котором уже полностью завершены бурение, отбойка и транспортировка горной массы
- **Цикл бурения и заряжания начат** – параметр, указывающий на то, что в блоке начато, но еще не завершено бурение или заряжание
- **Длина участка с отбитой рудой, м** – длина части блока, в котором завершены бурение, заряжание и отбойка горной массы и требуется вывоз горной массы
- **Количество отбитой руды к вывозу, т**

- Количество пробуренных скважин
- Количество заряженных скважин
- Ширина, м
- Высота, м
- Длина области бурения, м
- Максимальное количество СБУ, которые могут одновременно работать в блоке

Свойства

VIOLET 6 (Блок)

Основные	Длина, м	29,41
Способ отработки	Тип проходки	Очистка бурением сверху вниз
Зависимости	Кол-во скважин на м2 забоя	5,00
Состав материалов	Длина очищенного участка, м	20,00
Места вывоза	Цикл бурения и заряжания начат	<input checked="" type="checkbox"/>
Недоступность	Длина участка с отбитой рудой, м	40,00
	Кол-во отбитой руды к вывозу, т	500,00
	Кол-во пробуренных скважин	30,00
	Кол-во заряженных скважин	30,00
	Ширина, м	32,00
	Высота, м	15,00
	Длина области бурения, м	15,00
	Максимальное кол-во СБУ	1

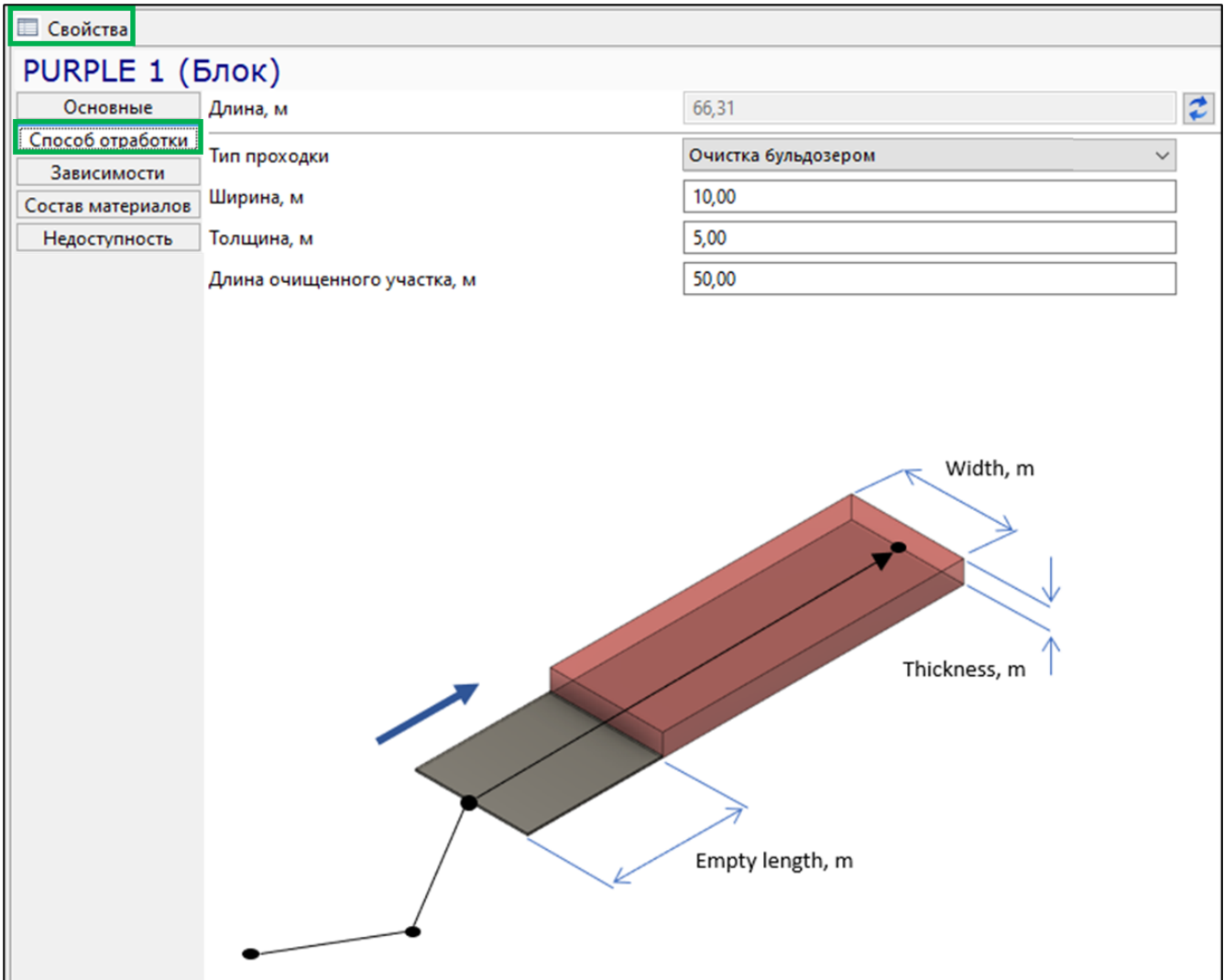
The diagram illustrates a 3D block with various dimensions and drilling parameters. The block is shown in a perspective view, with a red section representing the drilling area and a green section representing the ore mass. The parameters are labeled as follows: Ore mass to haul, t; Width, m; Empty length, m; Length with ore, m; Drilling length, m; Thickness, m; and Drills per m2.

Очистка бульдозером

При типе отработки **Очистка бульдозером** для блока должны быть заданы следующие параметры:

- Ширина блока, м

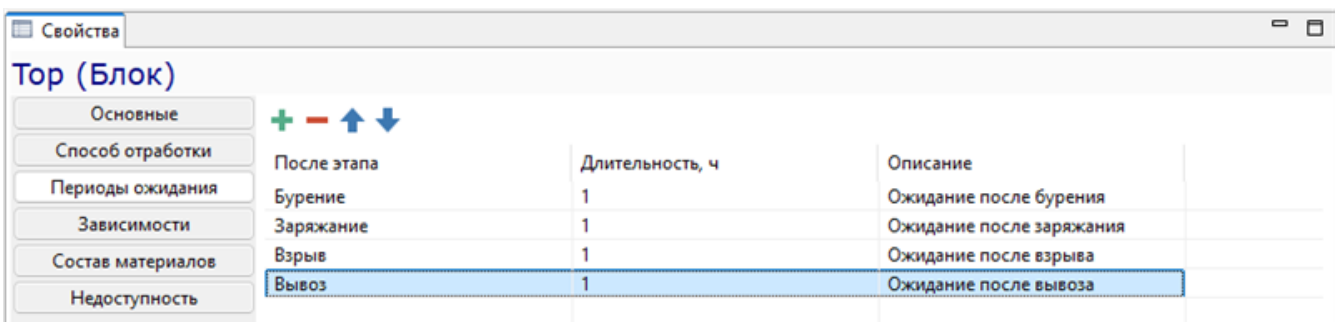
- Толщина блока, м
- Длина очищенного участка, м

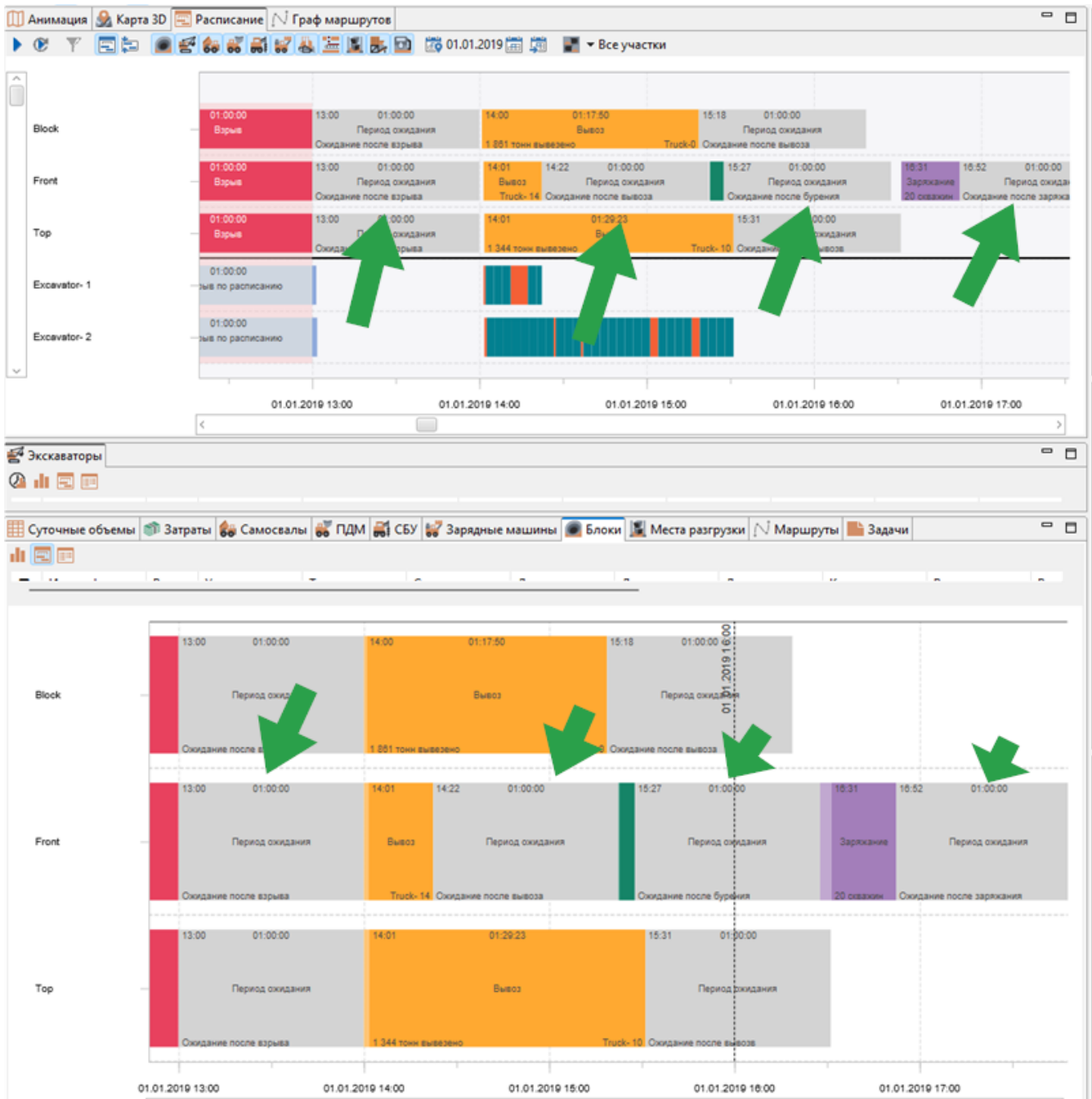


Периоды ожидания

В свойствах блока на вкладке **Периоды ожидания** доступна возможность задавать периоды ожидания после каждого этапа обработки блоков. Данная функция предназначена для моделирования технологических пауз перед началом следующего этапа работ.

Для создания периода ожидания необходимо нажать на кнопку **+**, затем в строке выбрать этап обработки, после которого будет добавлен период ожидания, указать его длительность в часах, и добавить описание, которое будет показано на диаграмме Гантта.



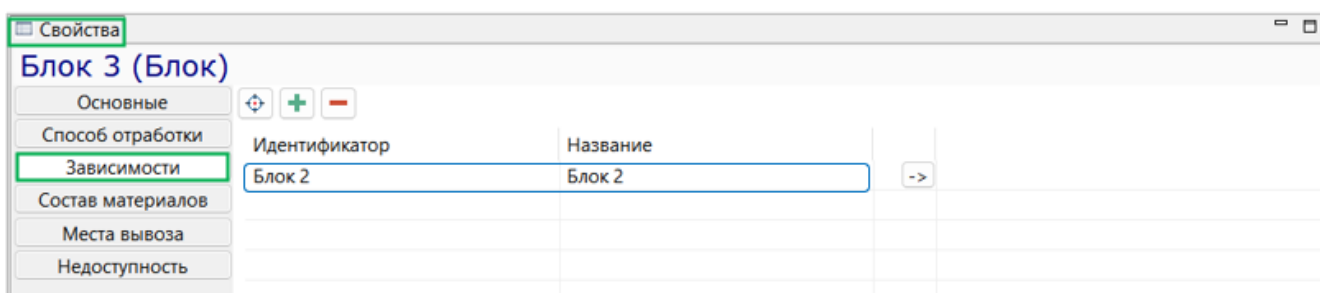
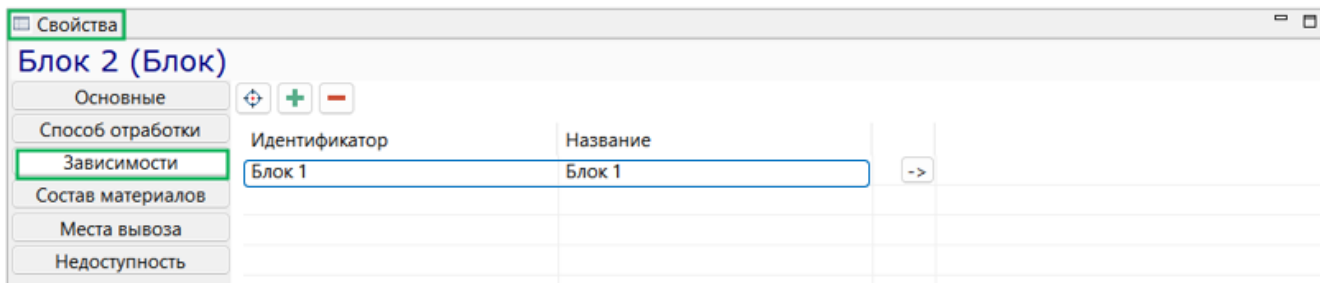
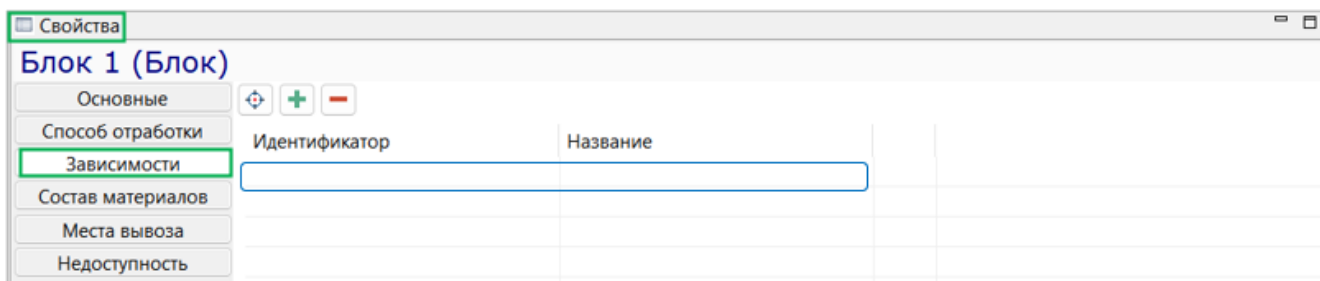


Зависимости

На вкладке **Зависимости** можно задать очередность отработки блока, которая определяется следующим:

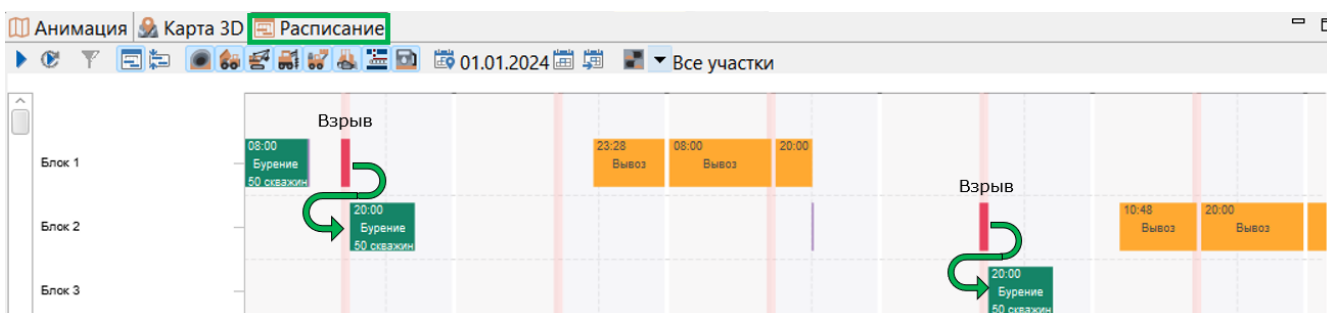
- запрет на бурение блока до момента, пока не будут взорваны связанные блоки
- запрет на зарядание и взрывание блока до момента, пока связанные с ним блоки не будут полностью отработаны

Идентификатор	Название	Каче...	Тип горной массы	Участок	Плотность, т/м ³	К-т разрыхления	Тип отработки	Зависимости
Блок 1	Блок 1	0,00	Empty Rock	Отвал вскр...	2,70	1,50	Блок	Блок 1
Блок 2	Блок 2	0,00	Empty Rock	Отвал вскр...	2,70	1,50	Блок	Блок 1
Блок 3	Блок 3	0,00	Empty Rock	Отвал вскр...	2,70	1,50	Блок	Блок 2



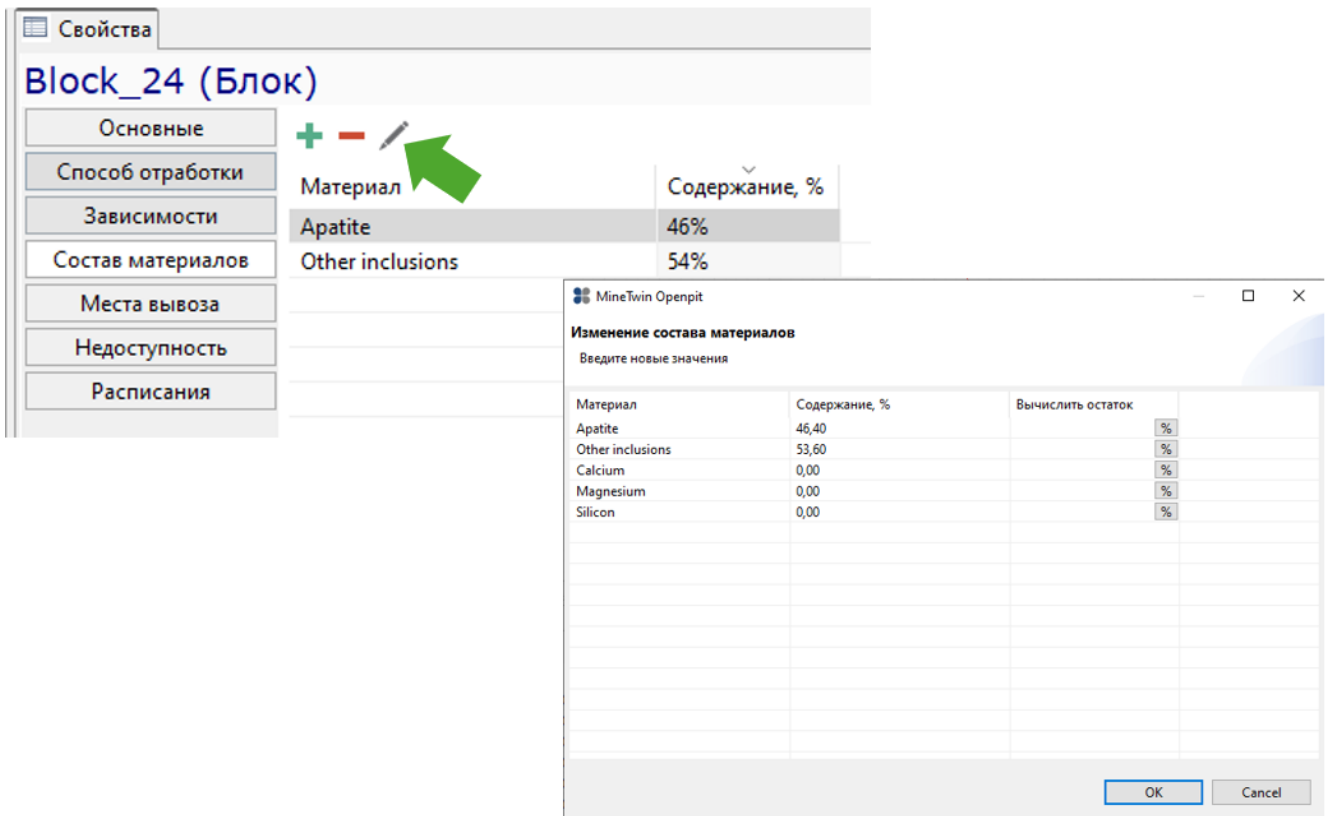
Кнопка позволяет добавить блоки выбором на 2D-карте, кнопка позволяет добавить связываемые блоки из списка, кнопкой строки удаляются из таблицы связанных блоков. Стрелка позволяет перейти в свойства связанного блока.

Например, заданы зависимости Блока 2 от Блока 1 и Блока 3 от Блока 2. На рисунке ниже видно, что бурение Блока 2 начинается только после завершения взрывных работ в Блоке 1, зарядание в Блоке 2 начинается только после завершения вывоза горной массы из Блока 1. Для Блока 3 выполняется такая же последовательность в зависимости от отработки Блока 2.



Состав материалов

Обязательным для заполнения является вкладка **Состав материалов** в блоке.



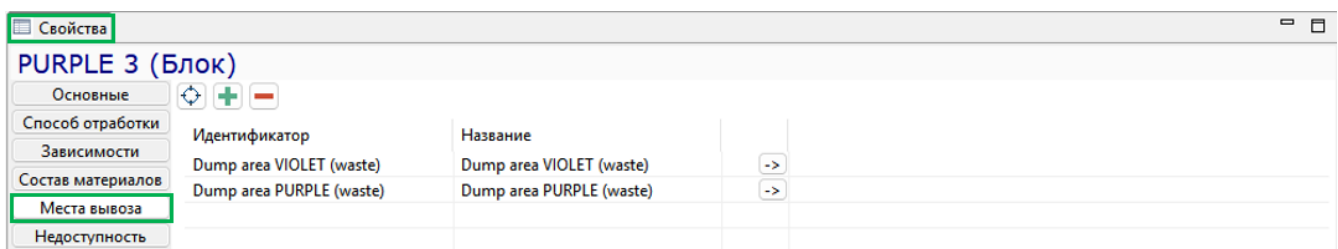
Кнопки позволяют добавить/ удалить материал в свойствах блока.

Кнопка позволяет редактировать состав материалов в отдельном окне.

Для каждого материала должна быть задано его содержание в составе горной массы (от 0 до 100%). Суммарное содержание материалов должно быть равно 100%. При редактировании состава материалов в отдельном окне нажатие кнопки автоматически рассчитает такое значение для выбранного материала, которое доведёт суммарное содержание всех материалов до 100%.

Места вывоза

На вкладке **Места вывоза** задается перечень мест разгрузки горной массы из блока. Если транспортировка должна осуществляться по типу материала в ближайшее место разгрузки, то эту таблицу заполнять не нужно. С помощью кнопки можно выбрать объекты с карты 2D, кнопки – выбрать из списка, кнопка удаляет строку. Кнопка позволяет перейти к свойствам выбранного места разгрузки.




Кнопки со стрелками позволяют поменять относительный порядок мест вывоза в списке. Места вывоза будут использоваться в заданном порядке.

Недоступность



Для блока могут быть заданы периоды недоступности для отработки. В эти периоды в блоке не будут планироваться никакие работы оборудования и транспорта.

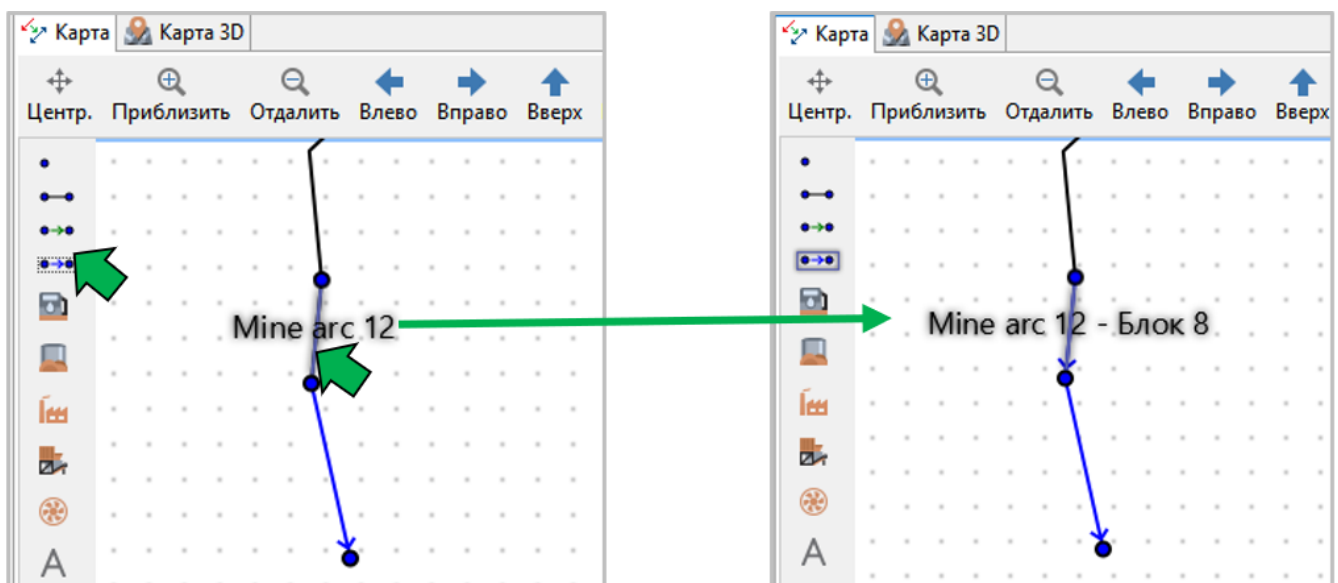
Свойства					
PURPLE 3 (Блок)					
Основные					
Способ отработки	Дата начала	Дата окончания	Описание	Приоритет	Стоимость
Зависимости	01.01.2026 00:00	02.01.2026 12:00	ТО-1	-1	0,00
Состав материалов	08.01.2026 00:00	10.01.2026 07:00	ТО-2	-1	0,00
Места вывоза	22.01.2026 00:00	25.01.2026 13:00	ТО-3	-1	0,00
Недоступность					

Кнопки    позволяют добавлять, копировать и удалять периоды недоступности блока.

Создание блока


Добавить блок в сценарий можно двумя способами:

- нажав кнопку  в списке блоков;
- используя кнопку добавления объектов  на палитре инструментов 2Д-карты – при включенном режиме добавления кликом по ребру транспортной сети.




В обоих случаях после действия в списке блоков появляется новая строка с уникальным идентификатором и названием.

Если нужно присвоить нескольким блокам одинаковые свойства, можно задать свойства только одному блоку, затем копировать шаблон и применить его для других блоков.

Чтобы создать шаблон блока для копирования его характеристик и последующего переноса их на другие блоки, можно воспользоваться кнопкой  в строке инструментов списка блоков. Также можно выбрать из контекстного меню функцию «Создать шаблон блока», а затем передать свойства шаблонного блока любому другому в списке, кликнув по строке редактируемого блока и выбрав функцию «Применить шаблон блока».

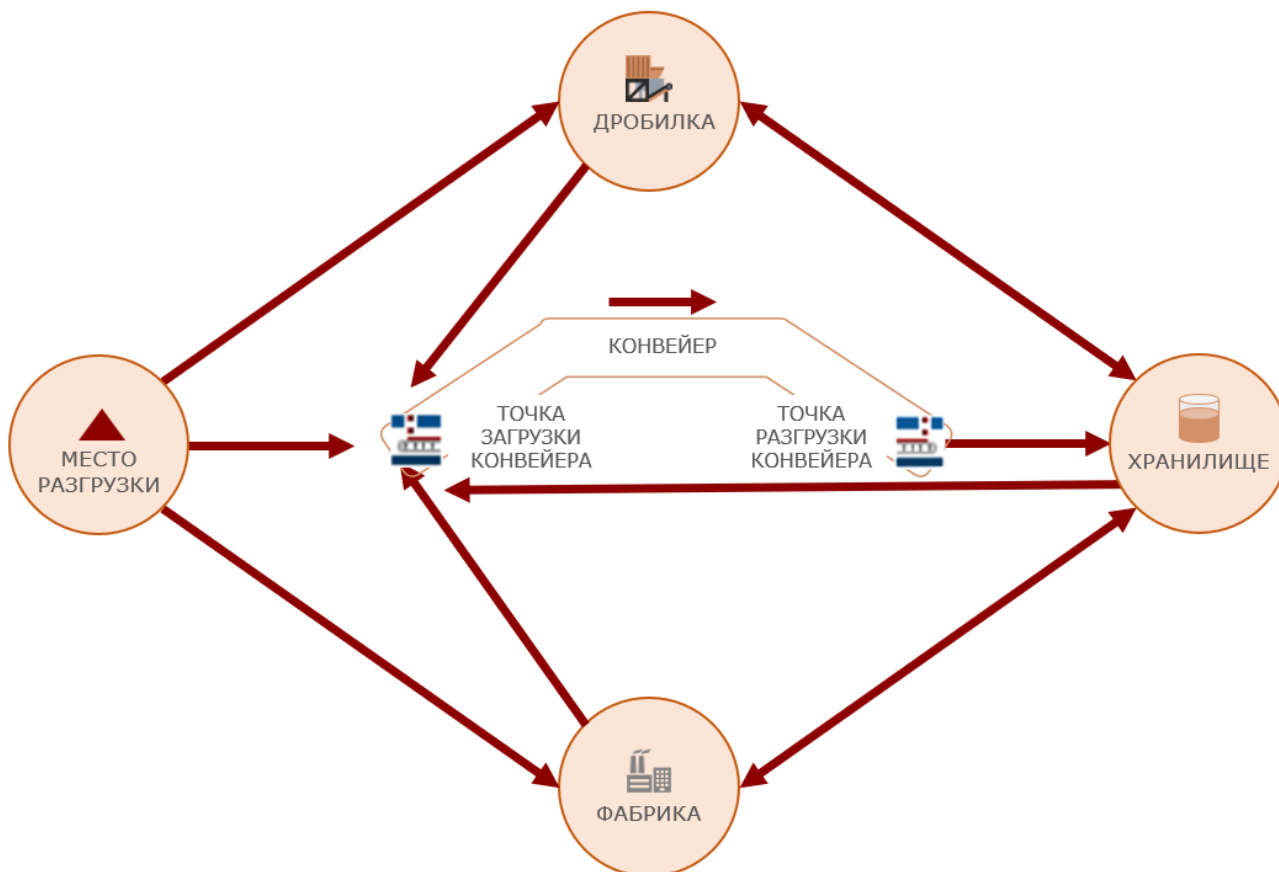
Идентификатор	Название	Качест...	Тип горной массы	Участок	Плотн...	К-т раз...	Тип отработки	Зависимости
LIME 1	LIME 1			LIME Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
LIME 2	LIME 2			LIME Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
LIME 3	LIME 3			LIME Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
GRAY 1	GRAY 1			GRAY Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
GRAY 2	GRAY 2			GRAY Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
GRAY 3	GRAY 3			GRAY Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
PURPLE 1	PURPLE 1			PURPLE Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
PURPLE 2	PURPLE 2			PURPLE Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
PURPLE 3	PURPLE 3			PURPLE Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
PURPLE 4	PURPLE 4			PURPLE Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
PURPLE 5	PURPLE 5			PURPLE Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
PURPLE 6	PURPLE 6			PURPLE Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
PURPLE 7	PURPLE 7			PURPLE Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
PURPLE 8	PURPLE 8			PURPLE Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
VIOLET 1	VIOLET 1			VIOLET Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
VIOLET 2	VIOLET 2			VIOLET Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
VIOLET 3	VIOLET 3			VIOLET Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
VIOLET 4	VIOLET 4	0,00	Empty rock	VIOLET Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
VIOLET 5	VIOLET 5	0,00	Empty rock	VIOLET Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	
VIOLET 6	VIOLET 6	0,00	Empty rock	VIOLET Area	4,00	1,20	Фронтальная про...	

Кнопка  позволяет задать всем блокам в состоянии вывоза руды длину блока, на которой расположена эта руда, равную всей длине блоков.

Кнопка  удаляет все записи о [ЗАВИСИМОСТЯХ](#) в свойствах блоков.

1.8. Грузопоток

MineTwin OpenPit позволяет моделировать перемещение и переработку горной массы после ее выемки из блоков. Элементы добывающего предприятия, обеспечивающие движение и дальнейшую переработку горной массы, могут быть объединены в связанную систему, схема которой показана на рисунке ниже.



Горная масса может поступать из мест разгрузки и хранилищ в дробилки, перерабатывающие фабрики и на конвейеры, может поступать из дробилок, перерабатывающих фабрик и конвейеров снова в хранилища для дальнейшей переработки или в отвалы.

Элементы системы перемещения и переработки горной массы объединены в блок дерева объектов «Грузопоток»:

- Места разгрузки
- Хранилища
- Дробилки
- Конвейеры
- Перерабатывающие фабрики

1.8.1. Места разгрузки

Место разгрузки - место размещения на поверхности горной массы: пустых (вскрышных) пород и полезного минерального сырья.

Свойства	
Склад окисленной руды (Место разгрузки)	
Основные	Идентификатор
Начальный запас	X
Правила приемки	Y
Правила отгрузки	Z
Недоступность	Используется
Визуализация	Участки
	Количество точек разгрузки
	Вместимость, т
	Требуется планировка бульдозером
	Доступен проезд при ожидании/работе бульдозера
	Объем планировочных работ, т
	Признавать руду добытой
	Входное соединение
	Выходное соединение

Склад окисленной руды	<input type="text"/>
151 651,62	<input type="text"/>
2 071 885,12	<input type="text"/>
98,00	<input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIME Area, VIOLET Area	<input type="text"/>
1	<input type="text"/>
100 000 000,00	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
100 000 000,00	<input type="text"/>
Если не задан выходной поток	<input type="text"/>
MN-22	<input type="text"/>
MN-22	<input type="text"/>

Место разгрузки характеризуется следующими основными параметрами:

- **Уникальный идентификатор**
- **X, Y и Z** – координаты
- **Используется** — параметр, указывающий, будет ли место разгрузки использоваться при планировании / моделировании
- **Участки** места разгрузки – необязательный параметр. Если участок задан, то:
 - В данное место разгрузки будет транспортироваться только горная масса из блоков с таким же участком
 - При выравнивании / формировании отвала бульдозерами в данном месте разгрузки будут использоваться только бульдозеры, закрепленные за этим участком
- **Количество точек разгрузки** – параметр, обозначающий количество одновременно разгружаемых единиц техники
- **Вместимость** места разгрузки, в тоннах
- **Требуется планировка бульдозером** — при выборе данного параметра, при достижении порогового значения будут использоваться бульдозеры. В случае отсутствия бульдозеров в сценарии данное место разгрузки будет находиться в состоянии **Ожидает бульдозер**, а самосвалы в этот момент не могут разгружаться.
- **Доступен проезд при ожидании/работе бульдозера** — при выборе данного параметра возможен проезд через место разгрузки, находящееся в состоянии **Ожидает бульдозер / Работает бульдозер**
- **Объем планировочных работ, т** – пороговое количество горной массы в тоннах, при котором требуются работы по формированию склада/ отвала **бульдозерами**
- **Признавать руду добытой** — параметр определяет, при каких условиях горная масса в этом объекте считается добытой для статистики симуляции:
 - **Если не задан выходной поток** — считается добытой, только если объект является конечным местом хранения (не имеет выходных связей с конвейером, дробилкой и т.д.)
 - **Всегда признавать добытой** — любая поступившая горная масса сразу считается

добытой

- **Никогда не признавать добытой** — горная масса не считается добытой и будет учтена на более позднем этапе движения по транспортной системе
- **Входное соединение** – ссылка на узел транспортной сети из которого горная масса поступает в место разгрузки
- **Выходное соединение** – ссылка на объект, в который горная масса поступает из места разгрузки: дробилку, перерабатывающую фабрику или конвейер

Начальный запас

На вкладке **Начальный запас** задаются объемы и характеристики горной массы, которая хранится в месте разгрузки на начало планирования:

- **Вместимость, т**
- **Начальное количество руды, т**
- **Начальная плотность руды, т/м³**
- **Состав материалов** - наполнение места складирования материалами в их процентном соотношении на начало планирования

Склад окисленной руды (Место разгрузки)							
Основные	Материал, изначально содержащийся в этом отвале или складе						
Начальный запас	Вместимость, т						
Правила приемки	Начальное количество горной массы, т						
Правила отгрузки	Начальная плотность горной массы, т/м ³						
Недоступность	Состав материалов						
Визуализация							
	<table border="1"><thead><tr><th>Материал</th><th>Содержание, %</th></tr></thead><tbody><tr><td>Fe</td><td>40%</td></tr><tr><td>Rock</td><td>60%</td></tr></tbody></table>	Материал	Содержание, %	Fe	40%	Rock	60%
Материал	Содержание, %						
Fe	40%						
Rock	60%						

Если в начале планирования место разгрузки пустое, состав материалов заполнять не надо.

Правила приемки

На вкладке **Правила приемки** задают ограничения на входной поток горной массы:

- **Максимальный уровень запаса для приема самосвалов, %**
- Разрешенный интервал содержания ПИ:
 - **Минимальное качество руды, %**, которое будет доставляться в это место разгрузки
 - **Максимальное качество руды, %** - максимальный процент качества руды в горной массе, которая будет доставляться в это место разгрузки
- **Разрешенные к приему типы горной массы** - в столбце «Разрешен» необходимо проставить отметку напротив типа горной массы, который может принять место разгрузки

Свойства

Склад окисленной руды (Место разгрузки)

Основные Правила, задающие ограничения на входной поток горной массы

Начальный запас Макс. уровень запаса для приема самосвалов, % 100,00%



Правила приемки Разрешенный интервал содержания ПИ

Правила отгрузки Мин. качество руды 35,00%

Недоступность Макс. качество руды 45,00%

Визуализация Разрешенные к приему типы горной массы

Тип горной массы	Разрешен
Окисленная	✓
Порода	

Кнопки   предназначены для установки/снятия отметок напротив всего списка типов горной массы.

Правила отгрузки

В случае если место разгрузки является промежуточным местом хранения, на вкладке **Правила отгрузки** указываются последующие места транспортировки горной массы из данного места разгрузки.







Свойства

Склад окисленной руды (Место разгрузки)

Основные Правила, задающие ограничения на выходной поток горной массы





Начальный запас Использовать только разрешенные места вывоза

Правила приемки Разрешенные места вывоза в порядке приоритетов








Правила отгрузки      

Недоступность

Визуализация

Идентификатор	Расстояние, м		
Буферный склад	3 758		
Склад смешанной руды	6 477		

Использовать только разрешенные места вывоза — если эта опция включена, данная площадка считается промежуточным складом, и горная масса с этой площадки будет доставляться на площадки, указанные ниже в порядке приоритизации (первая запись - наивысший приоритет, последняя запись - самый низкий).

С помощью кнопки  можно выбрать объекты с карты 2D, кнопки  – выбрать из списка, кнопка  удаляет строку. Кнопки   позволяют менять строки местами. Кнопка  позволяет перейти к свойствам выбранного места вывоза. Кнопка  обновляет данные, в т.ч. значение расстояния от текущего места разгрузки до выбранного.

Недоступность

Недоступность места разгрузки может быть обусловлена любыми причинами, например, сезонным доступом. При отсутствии подобных периодов в моделируемом интервале вкладка не заполняется; при наличии заполняются следующие данные:

- **Дата начала** и **Дата окончания** периода недоступности
- **Длительность, ч** - рассчитывается автоматически

- **Приоритет** - целое число, задающее порядок в иерархии недоступностей для этого места разгрузки. Чем меньше значение, тем выше приоритет
- **Описание** - информация не обязательна к заполнению
- **Затраты, руб** - необязательный параметр, заполняется при наличии и необходимости подсчета затрат

Свойства						
Склад окисленной руды (Место разгрузки)						
Основные	+ -					
Начальный запас	Дата начала	Дата окончания	Длительность, ч	Описание	Приоритет	Затраты, руб
Правила приемки	01.01.2026 00:00	10.02.2026 00:00	960,00	Ремонт дороги	-1	0,00
Правила отгрузки	20.03.2026 00:00	29.03.2026 00:00	216,00	Доступ закрыт	-1	0,00
Недоступность						
Визуализация						

Визуализация

Вкладка **Визуализация** предназначена для создания текстовых подписей к объекту.

Склад окисленной руды

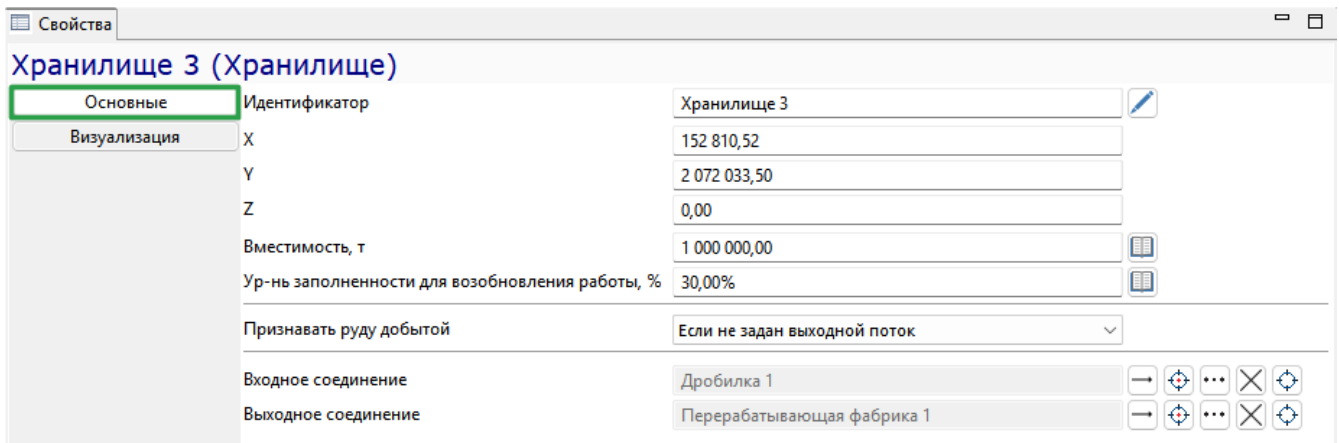
Свойства	
Склад окисленной руды (Место разгрузки)	
Основные	Склад окисленной руды
Начальный запас	Текст
Правила приемки	Размер шрифта
Правила отгрузки	Цвет
Недоступность	Смещение по оси X
Визуализация	Смещение по оси Y
	Смещение по оси Z
	Видимость

20
-255, 0, 0
-100,00
30,00
0,00

Вкладка позволяет установить размер и цвет шрифта, задать расположение надписи через смещения по осям X, Y и Z относительно иконки объекта на картах, включать/отключать видимость на 2D- и 3D-картах.

1.8.2. Хранилища

Хранилище – место промежуточного хранения горной массы.



Хранилище характеризуется следующими свойствами:

- **Уникальный идентификатор**
- **X, Y и Z** – координаты точки расположения на плане карьера
- **Вместимость** хранилища, в тоннах
- **Уровень заполненности для возобновления работы, %** — параметр определяет когда возобновится работа входящего в хранилище конвейера. Например, хранилище заполняется до максимальной вместимости 10 000т, и конвейер, транспортирующий в него горную массу, останавливается (блокируется). Из хранилища горная масса поступает на дробилку. Конвейер возобновит работу только тогда, когда количество горной массы в хранилище опустится до заданного уровня, например 30%, т.е. тогда, когда в хранилище останется только 3 000т.
- **Признавать руду добытой** — параметр определяет, при каких условиях горная масса в этом объекте считается добытой для статистики симуляции:
 - **Если не задан выходной поток** — считается добытой, только если объект является конечным местом хранения (не имеет выходных связей с конвейером, дробилкой и т.д.)
 - **Всегда признавать добытой** — любая поступившая горная масса сразу считается добытой
 - **Никогда не признавать добытой** — горная масса не считается добытой и будет учтена на более позднем этапе движения по транспортной системе
- **Входное соединение** – ссылка на объект, из которого горная масса поступает в хранилище: дробилку, перерабатывающую фабрику или конвейер
- **Выходное соединение** – ссылка на объект, в который горная масса поступает из хранилища: дробилку, перерабатывающую фабрику или конвейер

На вкладке **визуализация** можно создать подпись и настроить ее отображение.

1.8.3. Дробилки

Дробилка – оборудование для измельчения крупных кусков горной массы.

Дробилка 2 (Дробилка)

Основные	Идентификатор	Дробилка 2
Недоступность	Название	Дробилка 2
Расписания	X	21 642 317,03
	Y	6 397 812,44
	Z	0,00
	Производительность, т/ч	100,00
	Ур-нь заполненности для возобновления работы, %	80,00
	Входное соединение	Storage 1
Выходное соединение	Mine node 48	

Дробилка характеризуется следующими основными параметрами:

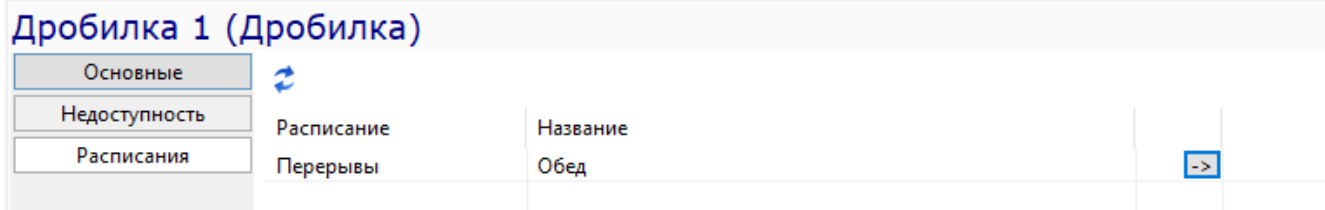
- **Уникальный идентификатор**
- **X, Y и Z** – координаты точки расположения
- **Производительность, т/ч**
- **Уровень заполненности для возобновления работы, %** — параметр определяет при каком значении заполненности принимающего хранилища дробилка возобновит работу. Например, принимающее горную массу из дробилки хранилище заполняется до максимальной вместимости 10 000т, и дробилка останавливается (блокируется). Из хранилища горная масса поступает на конвейер. Дробилка возобновит работу только тогда, когда количество горной массы в хранилище опустится до заданного уровня, например 30%, т.е. тогда, когда в хранилище останется только 3 000т.
- **Входное соединение** – ссылка на объект, из которого горная масса поступает в дробилку: хранилище или место разгрузки
- **Выходное соединение** – ссылка на объект, в который горная масса поступает из дробилки: хранилище или конвейер

Для дробилки могут быть заданы периоды ее недоступности для работы на вкладке **Недоступность**.

Дата начала	Дата окончания	Длительность, ч	Описание	Приоритет	Затраты, руб
01.01.2024 00:00	10.01.2024 00:00	216,00	Ремонт	-1	1 000 000,00

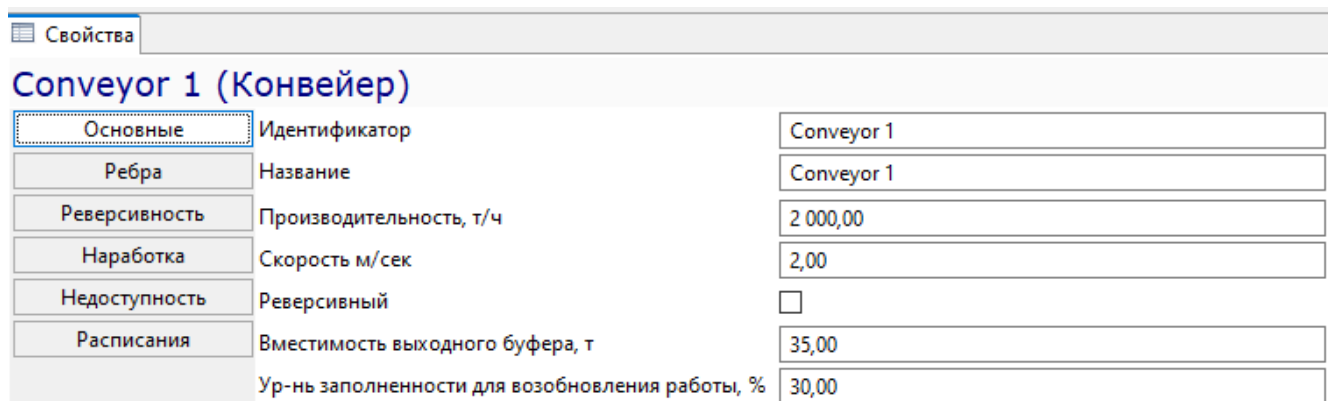
Кнопки позволяют добавлять, копировать, удалять периоды недоступности дробилки.

На вкладке **Расписания** можно посмотреть все расписания применяемые к дробилке. При нажатии на кнопку список расписаний обновляется, при нажатии на кнопку можно перейти к выбранному расписанию.



1.8.4. Конвейеры

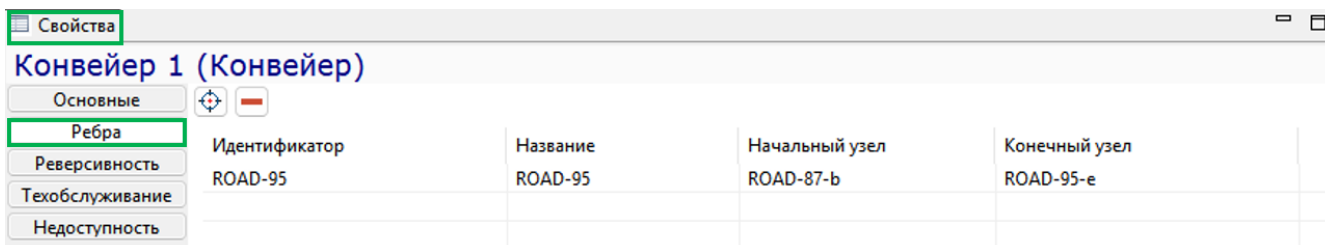
Конвейер – механизм транспортировки горной массы непрерывного действия. Горная масса может поступать на конвейер из мест разгрузки, хранилищ, дробилок и перерабатывающих фабрик и транспортироваться в хранилища.



Конвейер характеризуется следующими основными свойствами:

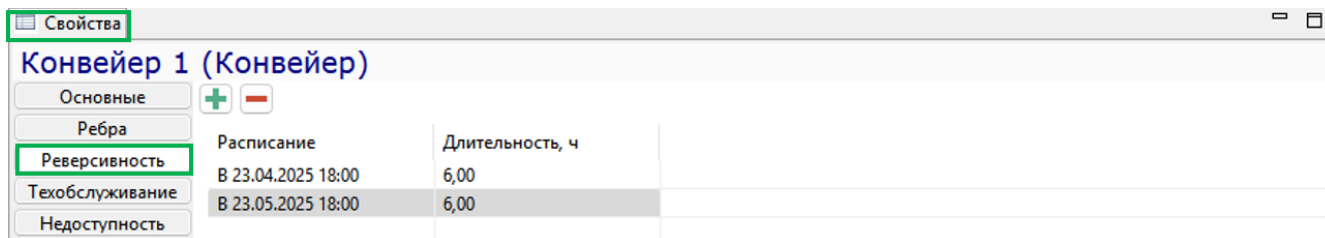
- **Уникальный идентификатор**
- **Производительность** транспортировки горной массы в тоннах в час
- **Скорость** движения ленты конвейера, м/сек
- **Реверсивный** указывает на возможность работы конвейера в обратном направлении в течение времени, заданного на вкладке **Реверсивность**
- **Вместимость выходного буфера, т** – технический параметр, который используется для предотвращения остановки симуляции с ошибкой. В реальности переполнение конвейера – это аварийная ситуация. В симуляции избыточная горная масса поступает во внутренний виртуальный буфер, и после того, он наполнится до заданного значения, конвейер остановится (заблокируется). Это может случиться, если горная масса поступает на один конвейер из нескольких конвейеров или если нижележащий конвейер останавливается на перерыв или поломку
- **Уровень заполненности для возобновления работы, %** - когда руда с заблокированного конвейера начинает ссыпаться и внутренний буфер опустошается до заданного уровня заполненности, заблокированный конвейер снова начинает работать

Один конвейер может состоять из нескольких сегментов. На вкладке **Ребра** задается список ребер конвейерного типа, из которых состоит данный конвейер.



Ребра добавляются выбором с карты с помощью кнопки  и удаляются из состава конвейера с помощью кнопки .

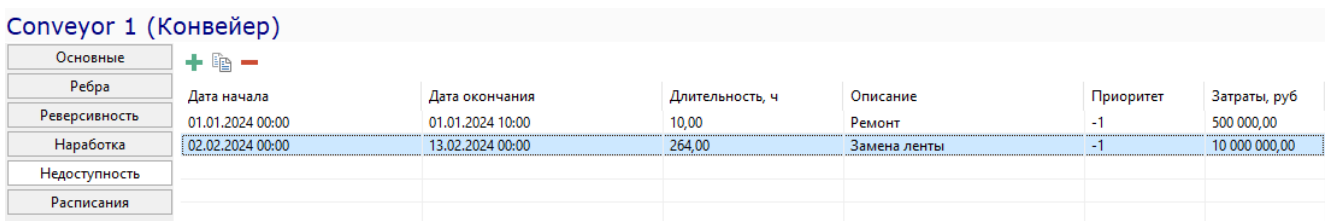
Во вкладке **Реверсивность** устанавливаются периоды времени работы конвейера в реверсивном режиме (в обратном направлении).








Во вкладке **Наработка** для конвейера задается начальное состояние параметров, относящиеся к его техническому обслуживанию по наработке:

- Начальная наработка по параметру **Время** – полное время, отработанное конвейером на момент начала планирования/ моделирования
- Начальная наработка по параметру **Наработка** – количество моточасов (часов работы двигателя), отработанных конвейером на момент начала планирования/ моделирования

На вкладке **Недоступность** для конвейера могут быть заданы периоды его недоступности для работы.



Кнопки    позволяют добавлять, копировать, удалять периоды недоступности конвейера.

На вкладке **Расписания** можно посмотреть все расписания применяемые к конвейеру. При нажатии на кнопку  список расписаний обновляется, при нажатии на кнопку  можно перейти к выбранному расписанию.

Conveyor 1 (Конвейер)

Основные		
Ребра	Расписание	Название
Реверсивность	Перерывы	Перерыв 1
Наработка	Внеплановые события	Метео
Недоступность		
Расписания		

Описание	Приоритет	Время между соб...	Длительность со...	Затраты, руб	Случайное время...	Начальная дата	Конечная дата
Метео	0	200	triangular(14; 16; 1...	0,00			

1.8.5. Перерабатывающие фабрики

Перерабатывающая фабрика – горное предприятие для первичной переработки горной массы с целью получения технически ценных продуктов, пригодных для промышленного использования.

Свойства

Перерабатывающая фабрика 1 (Перерабатывающая фабрика)

Основные	Идентификатор	Перерабатывающая фабрика 1
Недоступность	Название	Перерабатывающая фабрика 1
	X	152 026,89
	Y	2 074 105,88
	Z	0,00
	Производительность, т/ч	0,00
	Входное соединение	Storage 3
	Выходное соединение	Conveyor 1 [Mine node 177]

Перерабатывающая фабрика характеризуется следующими основными свойствами:




- Уникальный **идентификатор**
- X, Y и Z – координаты точки расположения
- **Производительность** переработки горной массы в тоннах в час
- **Входное соединение** – ссылка на объект, из которого горная масса поступает на перерабатывающую фабрику: хранилище, конвейер или дробилка
- **Выходное соединение** – ссылка на объект, в который горная масса поступает из перерабатывающей фабрики: хранилище или конвейер



На вкладке **Недоступность** могут быть заданы периоды недоступности перерабатывающей фабрики для работы.

Свойства


Перерабатывающая фабрика 1 (Перерабатывающая фабрика)

Основные					
Недоступность	Дата начала	Дата окончания	Описание	Приоритет	Стоимость
	01.01.2026 00:00	08.01.2026 00:00	Ремонт	-1	0,00

Кнопки    позволяют добавлять, копировать, удалять периоды недоступности перерабатывающей фабрики.

На вкладке **Расписания** можно посмотреть все расписания применяемые к фабрике. При нажатии на кнопку  список расписаний обновляется, при нажатии на кнопку  можно перейти к выбранному расписанию.

Перерабатывающая фабрика 1 (Перерабатывающая фабрика)

Основное	Расписание	Название
	Перерывы	Перерыв 1

Описание	Приоритет	Периодичность	Продолжительно...	Начальная дата	Конечная дата	Затраты, руб	Игнорировать ес...
	1	В 01.01.2024 00:00	0,00			0,00	

1.9. Параметры подвижного оборудования

Подвижное оборудование в MineTwin OpenPit сгруппировано по типам. Тип оборудования – сущность, используемая для группировки единиц оборудования с одинаковыми основными характеристиками.

1.9.1. Типы подвижного оборудования

Группа дерева элементов **Типы подвижного оборудования** содержит перечень типов самоходного оборудования, которое может использоваться при планировании/моделировании:

- Типы самосвалов
- Типы экскаваторов
- Типы самоходных буровых установок (СБУ)
- Типы погрузочно-доставочных машин (ПДМ)
- Типы зарядных машин
- Типы бульдозеров

В разрезе типов оборудования задаются наборы плановых ремонтов и (**техобслуживания**) и наборы **внеплановых** (аварийных) ремонтов (поломок) в группе дерева элементов **Расписания**.

Для типов оборудования задается параметр **Участствует в разъездах**, определяющий участие техники данного типа в маневрах разъезда при движении по дорогам, для которых они требуются (**ребрам** типа *Авто* с включенными функциями **Встречное движение**, **Обгон движущегося оборудования** и **Обгон остановившегося оборудования**). При движении по одному ребру оборудование разъезжается по следующим правилам:


- Если две единицы техники едут в противоположных направлениях, то вторая ожидает в узле транспортной сети, пока первая закончит движение по ребру

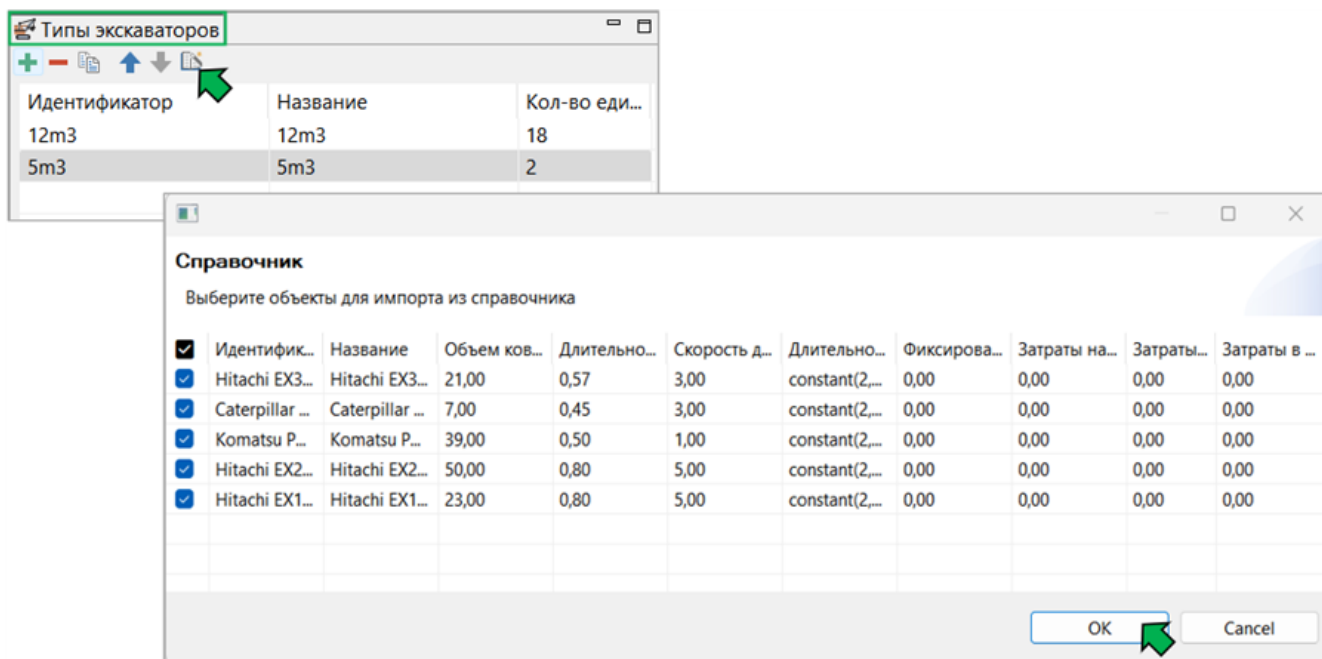
- Если две единицы техники едут в одном направлении, то они не могут обгонять друг друга, опережение возможно только в узле
- Если на участке дороги остановилась одна единица техники, то второй понадобится дополнительное время, чтобы ее объехать. Если единица техники остановилась на ребре с отключенной функцией **Обгон остановившегося оборудования**, то единица, участвующая в маневрах, остановится перед этим ребром и будет ждать, пока дорога освободится.

Также в разрезе типов оборудования задаются затраты на их обслуживание. На вкладке **Затраты** для всех типов оборудования можно заполнить параметры стоимости:

- **Фиксированные затраты типов оборудования, рубли**
- **Затраты в смену, рубли**
- **Затраты в час, рубли**
- **Затраты на 1 километр пробега, рубли**

Заполнение этих параметров необязательно и используется при оценке эксплуатационных расходов в процессе моделирования.

В MineTwin OpenPit доступен встроенный справочник наиболее часто используемых типов оборудования. Создать тип оборудования можно переходом в справочник, нажав кнопку  в строке инструментов и выбрав нужные типы оборудования.



1.9.2. Типы самосвалов

Свойства	
САТ (Тип самосвала)	
Основные	Идентификатор: САТ
Скорость по уклону	Участствует в разъездах: <input checked="" type="checkbox"/>
Кривая тягового усилия	Вместимость, т: 180,00
Расход энергии	Объем, м ³ : 130,00
Затраты	Длительность разгрузки, мин: 1
	Вес без груза, кг: 0,00
	Коэффициент скорости рейсов: 1
	Расчет скорости: Только макс. значения
	Макс. скорость движения без груза, км/ч: 20,00
	Макс. скорость движения с грузом, км/ч: 15,00

Самосвал – самоходный грузовой вид транспорта, предназначенный для транспортирования горной массы.

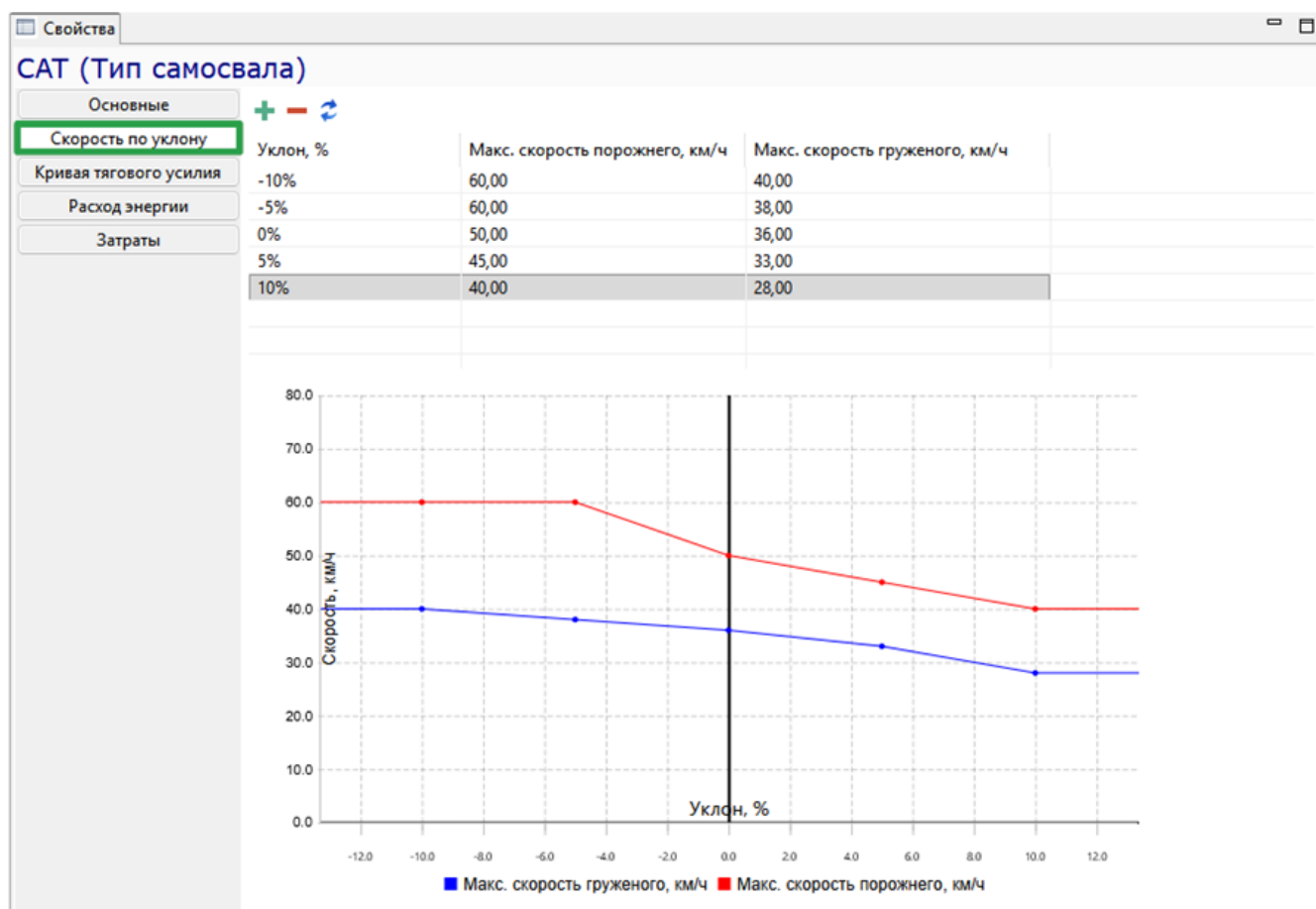
Для каждого типа самосвалов должны быть заданы следующие **Основные** свойства:

- **Уникальный идентификатор**
- **Участствует в разъездах** — если установлено, техника этого типа будет участвовать в манёврах разъезда при движении по рёбрам, для которых это требуется
- **Вместимость, т** — грузоподъёмность самосвалов этого типа в метрических тоннах
- **Объем, м³** — максимальное количество горной массы, которое самосвал этого типа может перевезти в м³
- **Длительность разгрузки, мин** — может задаваться как константой, так и случайной величиной
- **Вес без груза, кг** — масса пустого самосвала в килограммах. Этот параметр используется при расчётах скорости по **кривым тягового усилия**
- **Коэффициент скорости рейсов** — позволяет задать вариативность скорости в определённом диапазоне. Параметр может быть константой или случайной величиной с одной из встроенных функций распределения. Рассчитанная скорость техники будет умножаться на этот коэффициент, а при случайной величине — варьироваться
- **Расчет скорости** — необходимо выбрать один из вариантов:
 - *Только макс. значения* — расчёт скорости использует только максимальные значения возможной скорости для различных состояний самосвала (гружёный и порожний)
 - *Зависит от угла* — скорость для различных состояний самосвала (гружёный и порожний) зависит от градиента дороги. Расчёт выполняется с использованием значений с вкладки **Скорость по уклону**
 - *Кривая тягового усилия* — скорость рассчитывается с использованием данных с вкладки **Кривая тягового усилия**, весовых параметров самосвала и **характеристик ребра**. Сначала определяется тяговое усилие на основе полной массы техники, градиента ребра и его сопротивления качению. Затем, используя это значение и данные вкладки **Кривая тягового усилия**, вычисляется средняя скорость.
- **Макс. скорость движения без груза, км/ч** — скорость самосвала без груза для метода расчёта скорости **Только макс. значения**

- **Макс. скорость движения с грузом, км/ч** — скорость самосвала с грузом для метода расчёта скорости **Только макс. значения**

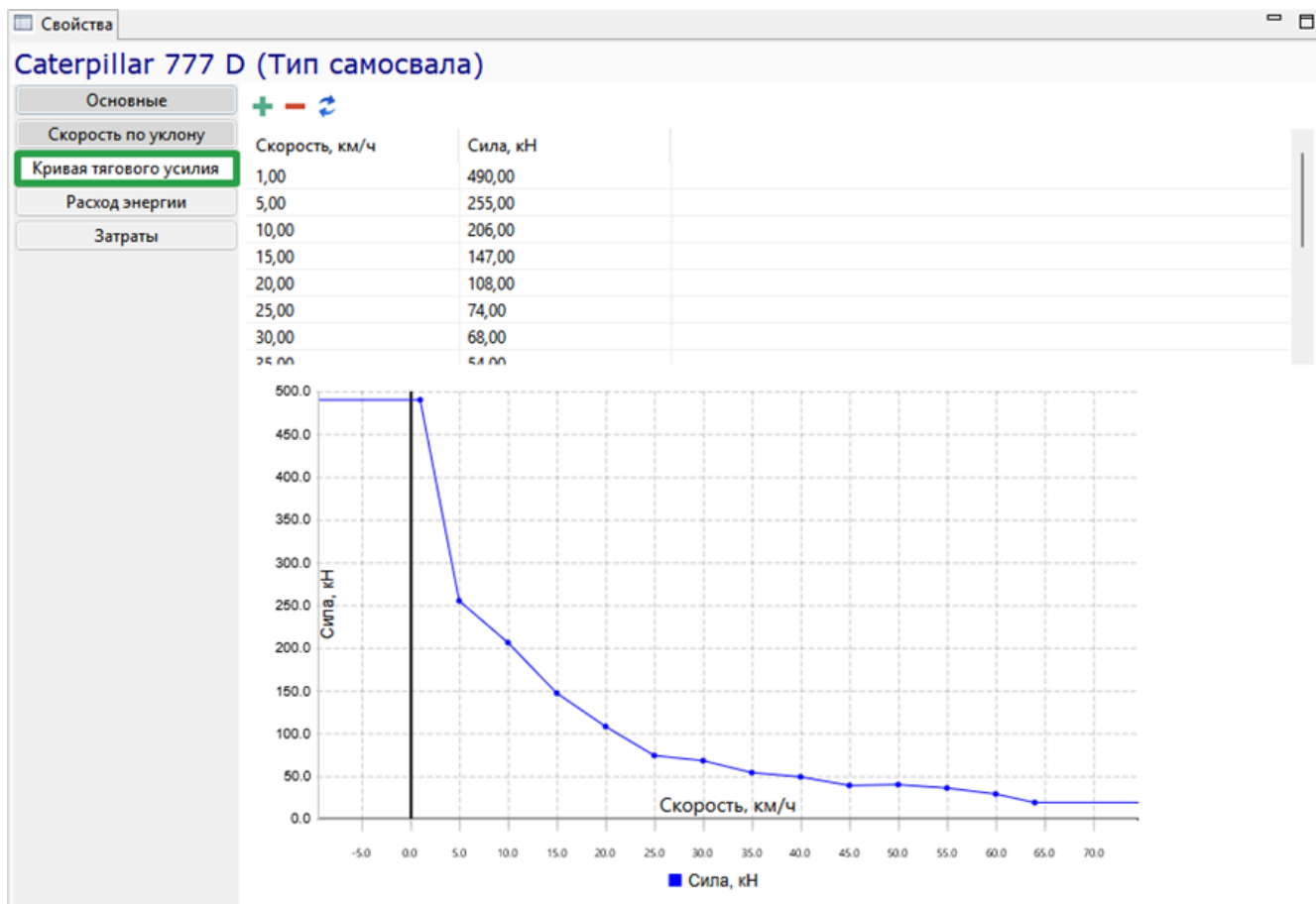
Скорость по уклону

На вкладке **Скорости по уклону** задается зависимость скоростей движения типов самосвала от угла наклона дороги. Для каждого угла наклона указывается соответствующая скорость движения с грузом и без груза. Промежуточные значения определяются с помощью линейной интерполяции и отображаются на графике.



Кривая тягового усилия

На вкладке **Кривая тягового усилия** можно задать значения, описывающие зависимость между тяговым усилием (силой тяги, доступной на колёсах) и скоростью движения самосвала данного типа. Промежуточные значения определяются с помощью линейной интерполяции и отображаются на графике.



Расход энергии

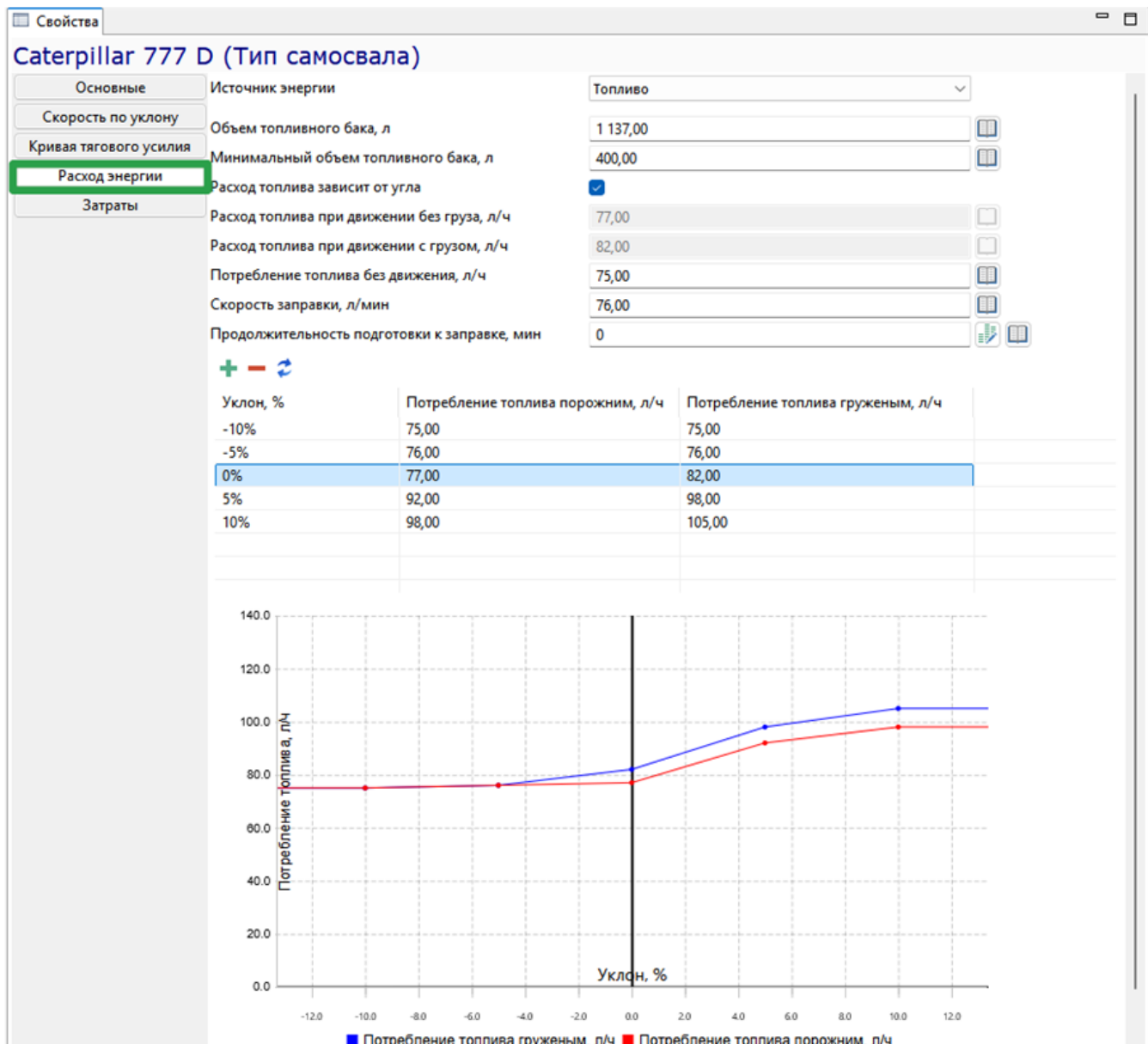
На вкладке **Расход энергии** необходимо выбрать один из трех доступных вариантов источника энергии: *Топливо*, *Встроенный аккумулятор*, *Сменный аккумулятор*. После выбора источника энергии необходимо заполнить соответствующие параметры ее расхода.

При выборе источника энергии *Топливо* заполняются следующие величины:

- **Объём топливного бака, л**
- **Минимальный объём топливного бака, л** — минимальный объём топлива в баке, который нельзя использовать
- **Расход топлива зависит от угла** — если отметка установлена, расход топлива для самосвалов этого типа рассчитывается по кривым расхода топлива от уклона дороги, иначе используется постоянная норма расхода для различных состояний (гружёный, порожний, холостой ход). Зависимости заполняются в табличной форме для движения с грузом и без груза. Уклон дороги указывается в процентах, кривые на диаграмме строятся автоматически
- **Расход топлива при движении без груза, л/ч** — постоянная норма расхода при движении без груза, используется в случае, если влияние уклона дороги учитывать не требуется
- **Расход топлива при движении с грузом, л/ч** — постоянная норма расхода при движении с грузом, используется в случае, если влияние уклона дороги учитывать не требуется
- **Потребление топлива без движения, л/ч** — постоянная норма расхода при отсутствии

движения самосвала

- **Скорость заправки, л/мин** — скорость заправки самосвалов этого типа
- **Продолжительность подготовки к заправке, мин** — задержка на подготовку самосвалов этого типа к началу заправки. Может задаваться как константой, так и случайной величиной



При выборе источника энергии *Встроенный аккумулятор* заполняются следующие величины:

- **Расход заряда при движении без груза, кВт**
- **Расход заряда при движении с грузом, кВт**
- **Расход заряда без движения, кВт**
- **Продолжительность подготовки к зарядке, мин** - величина задержки перед началом зарядания. Может задаваться как константой, так и случайной величиной
- **Тип аккумулятора** - выбор типа аккумулятора из списка имеющихся в сценарии

Свойства		
САТ (Тип самосвала)		
Основные	Источник энергии	Встроенный аккумулятор
Скорость по уклону	Расход заряда при движении без груза, кВт	15,00
Кривая тягового усилия	Расход заряда при движении с грузом, кВт	20,00
Расход энергии	Расход заряда без движения, кВт	10,00
Затраты	Продолжительность подготовки к зарядке, мин	5
	Тип аккумулятора	Тип встроенного аккумулятора 2

При выборе источника энергии *Сменный аккумулятор* заполняются следующие величины:

- Расход заряда при движении без груза, кВт
- Расход заряда при движении с грузом, кВт
- Расход заряда без движения, кВт
- Длительность установки аккумулятора, мин
- Длительность извлечения аккумулятора, мин
- Тип аккумулятора - выбор типа аккумулятора из списка имеющихся в сценарии

Свойства		
САТ (Тип самосвала)		
Основные	Источник энергии	Сменный аккумулятор
Скорость по уклону	Расход заряда при движении без груза, кВт	20,00
Кривая тягового усилия	Расход заряда при движении с грузом, кВт	30,00
Расход энергии	Расход заряда без движения, кВт	10,00
Затраты	Длительность установки аккумулятора, мин	5,00
	Длительность извлечения аккумулятора, мин	7,00
	Тип аккумулятора	Тип сменного аккумулятора 2

1.9.3. Типы экскаваторов

Экскаватор – оборудование, предназначенное для экскавации (выемки) горной массы в карьере/ разрезе из навала и погрузки в самосвалы или укладки в отвал.

Свойства		
Caterpillar 6060 (Тип экскаватора)		
Основные	Идентификатор	Caterpillar 6060
Затраты	Участует в разездах	<input checked="" type="checkbox"/>
	Скорость движения, км/ч	2,00
	Объем ковша, м ³	28,00
	Длительность цикла ПРР, мин	0,42
	Длительность установки после переезда, часов	0,5

Для каждого типа экскаваторов должны быть заданы следующие **Основные** свойства:

- Уникальный идентификатор
- **Участует в разездах** — если установлено, техника этого типа будет участвовать в манёврах разезда при движении по рёбрам, для которых это требуется
- Скорость движения, км/ч

- **Объем ковша, м³**
- **Длительность цикла погрузки/ разгрузки одного ковша, мин**
- **Длительность установки после переезда, в часах** — может задаваться как константой, так и случайной величиной

На вкладке **Затраты** заполняются значения затрат на содержание и обслуживание техники этого типа.

1.9.4. Типы СБУ

Самоходная буровая установка (СБУ) – оборудование, предназначенное для бурения скважин (шпуров), способное самостоятельно передвигаться по карьере/ разрезу.

Drilling machine type 1 (Тип СБУ)	
Основные	Идентификатор: Drilling machine type 1
Затраты	Участует в разъездах: <input checked="" type="checkbox"/>
	Кол-во буровых устройств: 1
	Макс. глубина бурения, м: 5,00
	Макс. произ. бурения, м/мин: 1,00
	Длит. подготовки перед итерацией бурения, мин: 5
	Длит. подготовки перед началом бурения, мин: 5
	Скорость, км/ч: 10,00

Для каждого типа СБУ должны быть заданы следующие **Основные** свойства:

- **Уникальный идентификатор**
- **Участует в разъездах** — если установлено, техника этого типа будет участвовать в манёврах разъезда при движении по рёбрам, для которых это требуется
- **Количество буровых устройств** – количество буровых инструментов. Как правило, у СБУ горизонтального типа имеется 2 стрелы, у СБУ вертикального типа – 1 штанга
- **Макс. глубина бурения**, возможная для СБУ данного типа, м
- **Максимальная производительность бурения, м/ мин**
- **Длительность подготовки перед итерацией бурения, мин** – длительность манипуляций перед бурением каждой скважины. Может задаваться как константой, так и случайной величиной
- **Длительность подготовки перед началом бурения, мин** – продолжительность подготовительных работ, таких как установка СБУ, подключение электричества и воды и т.д. Может задаваться как константой, так и случайной величиной
- **Средняя Скорость** движения СБУ, км/ч

На вкладке **Затраты** заполняются значения затрат на содержание и обслуживание техники этого типа.

1.9.5. Типы ПДМ

ПДМ – машина, предназначенная для погрузки и транспортирования горной массы к месту разгрузки.

Caterpillar 993K (Тип ПДМ)	
Идентификатор	Caterpillar 993K
Участует в разъездах	<input checked="" type="checkbox"/>
Вместимость, т	12,20
Объем, м ³	27,20
Длительность погрузки, мин	0,7
Длительность разгрузки, мин	0,3
Вес без груза, кг	133 668,00
Коэффициент скорости рейсов	1
Расчет скорости	Только макс. значения
Макс. скорость движения без груза, км/ч	22,40
Макс. скорость движения с грузом, км/ч	13,00

Для каждого типа ПДМ должны быть заданы следующие **Основные** свойства:

- **Уникальный идентификатор**
- **Участует в разъездах** — если установлено, техника этого типа будет участвовать в манёврах разъезда при движении по рёбрам, для которых это требуется
- **Вместимость** грузонесущего ковша ПДМ этого типа в метрических тоннах
- **Объем** грузонесущего ковша ПДМ этого типа в м³
- **Длительность погрузки** в минутах — может задаваться как константой, так и случайной величиной
- **Длительность разгрузки** в минутах — может задаваться как константой, так и случайной величиной
- **Вес без груза, кг** — масса пустого ПДМ в *килограммах*. Этот параметр используется при расчётах скорости по **кривым тягового усилия**
- **Коэффициент скорости рейсов** — позволяет задать вариативность скорости в определённом диапазоне. Параметр может быть константой или случайной величиной с одной из встроенных функций распределения. Рассчитанная скорость техники будет умножаться на этот коэффициент, а при случайной величине — варьироваться.
- **Расчет скорости** — необходимо выбрать один из вариантов:
 - *Только макс. значения* — расчёт скорости использует только максимальные значения возможной скорости для различных состояний ПДМ (с грузом или без груза)
 - *Зависит от угла* — скорость для различных состояний ПДМ (с грузом или без груза) зависит от градиента дороги. Расчёт выполняется с использованием значений с вкладки **Скорость по уклону**
 - *Кривая тягового усилия* — скорость рассчитывается с использованием данных с вкладки **Кривая тягового усилия**, весовых параметров ПДМ и **характеристик ребра**. Сначала определяется тяговое усилие на основе полной массы техники, градиента ребра и его сопротивления качению. Затем, используя это значение и данные

вкладки **Кривая тягового усилия**, вычисляется средняя скорость.

- **Макс. скорость движения без груза, км/ч** — скорость ПДМ без груза для метода расчёта скорости **Только макс. значения**
- **Макс. скорость движения с грузом, км/ч** — скорость ПДМ с грузом для метода расчёта скорости **Только макс. значения**

По аналогии с типами автосамосвалов на вкладке **Скорости по уклону** задается зависимость скоростей движения типов ПДМ от угла наклона дороги. На вкладке **Кривая тягового усилия** можно задать значения, описывающие зависимость между тяговым усилием и скоростью движения ПДМ данного типа. На вкладке **Расход энергии** заполняются вид и параметры расхода энергоресурса. Так же как и для самосвалов доступен выбор одного из вариантов: *Топлово*, *Встренный аккумулятор*, *Сменный аккумулятор*. На вкладке **Затраты** заполняются значения затрат на содержание и обслуживание техники этого типа.

1.9.6. Типы зарядных машин

Зарядная машина – устройство для механизированной подачи взрывного материала (ВМ) в зарядные полости (скважины, шпуры).

Sandvik DC125i (Тип зарядной машины)	
Основные	Идентификатор: Sandvik DC125i
Затраты	Участует в разъездах: <input checked="" type="checkbox"/>
	Длительность подготовки к зарядке, мин: 12
	Способ расчета времени зарядки: Время на шпур
	Время зарядки шпура/скважины, мин: 6
	Скорость, км/ч: 10,00

Для каждого типа зарядных машин должны быть заданы следующие **Основные** свойства:

- Уникальный **Идентификатор**
- **Участует в разъездах** — если установлено, техника этого типа будет участвовать в манёврах разъезда при движении по рёбрам, для которых это требуется
- **Длительность подготовки к зарядке, мин** — продолжительность подготовительных операций перед подачей взрывчатого вещества
- **Способ расчета времени зарядки:**
 - на шпур/скважину
 - на метр шпура/скважины
- **Время зарядки одного шпура/ скважины** — в минутах или в метрах в минуту, в зависимости от выбранного способа расчета
- **Скорость, км/ч** — средняя скорость передвижения зарядных машин этого типа

На вкладке **Затраты** заполняются значения затрат на содержание и обслуживание техники этого типа.

1.9.7. Типы бульдозеров

Бульдозер – оборудование, предназначенное для перемещения горной массы с помощью фронтального щитового рабочего органа.

Komatsu D155AX-8 (Тип бульдозера)	
Идентификатор	Komatsu D155AX-8
Участствует в разездах	<input checked="" type="checkbox"/>
Скорость, км/ч	3,80
Производительность, т/ч	1800
Производительность планировки, т/ч	1450

Для каждого типа бульдозера должны быть заданы следующие **Основные** свойства:

- Уникальный **Идентификатор**
- **Участствует в разездах** — если установлено, техника этого типа будет участвовать в манёврах разезда при движении по рёбрам, для которых это требуется
- **Средняя скорость движения, км/ч**
- **Производительность** работы бульдозера при зачистке площадок и блоков в карьере, т/ч. Может задаваться как константой, так и случайной величиной
- **Производительность планировки/ формирования отвала вскрыши, т/ч.** — может задаваться как константой, так и случайной величиной

На вкладке **Затраты** заполняются значения затрат на содержание и обслуживание техники этого типа.

1.9.8. Подвижное оборудование

Группа дерева объектов **Подвижное оборудование** содержит перечень всех единиц подвижного оборудования, заданных в сценарии, в разрезе типов оборудования (самосвалы, экскаваторы, самоходные буровые устройства (СБУ), погрузочно-доставочные машины (ПДМ), зарядные машины, бульдозеры), а также поезда, которые, в отличие от другого подвижного оборудования, не группируются в типы.


Основные свойства

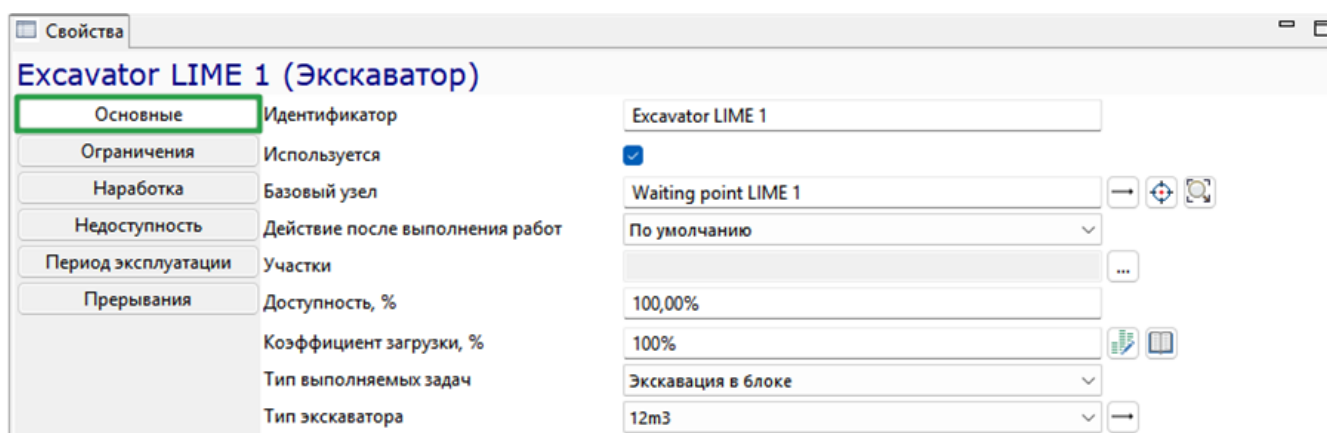
Каждая единица оборудования, кроме поезда, характеризуется следующими **Основными** свойствами:










- Уникальный **Идентификатор** единицы техники
- **Используется** — параметр, указывающий, будет ли единица оборудования использоваться при планировании/ моделировании
- **Базовый узел** – базовое местоположение на плане карьера, например, гараж
- **Действие после выполнения работ:**
 - *По умолчанию* — самосвалы и ПДМ возвращаются в гараж, СБУ и экскаваторы

остаются в блоках, бульдозеры остаются в блоках/ отвалах

- *Возвращаться в базовый узел* — все оборудование после завершения работ возвращается в гараж
- *Оставаться в текущей точке* — все оборудование после завершения работ остается в месте их проведения

- **Участок или участки**, за которыми закреплена единица техники
- **Доступность**, % – средний процент времени, когда оборудование в работе. При планировании/ моделировании для оборудования автоматически создаются перерывы таким образом, чтобы средняя доступность оборудования за период моделирования до применения остальных периодов его недоступности соответствовала заданному значению
- **Тип оборудования** – отображается в свойствах единицы оборудования как справочная информация. Для перехода к указанному типу необходимо нажать на кнопку 



Свойства	Идентификатор	Excavator LIME 1
Основные	Используется	<input checked="" type="checkbox"/>
Ограничения	Базовый узел	Waiting point LIME 1   
Наработка	Действие после выполнения работ	По умолчанию 
Недоступность	Участки	
Период эксплуатации	Доступность, %	100,00%
Прерывания	Коэффициент загрузки, %	100%  
	Тип выполняемых задач	Экскавация в блоке 
	Тип экскаватора	12m3 

Свойства самосвалов, экскаваторов и ПДМ включают **Коэффициент загрузки, %**, позволяющий учитывать среднюю величину загрузки горной массой кузова или ковша в процентах. По умолчанию коэффициент принимается равным 100%.

Свойства экскаваторов содержат функцию выбора **Типа назначаемых задач**:

- *Экскавация в блоке* - экскавация взорванной горной массы на добычном участке
- *ПРР в местах разгрузки* - экскавация горной массы из мест промежуточного складирования горной массы

Свойства единицы оборудования содержат вкладки для заполнения технического состояния на начало планирования, периодов недоступностей, например, запланированных ремонтов, резервирования, а также дат ввода/вывода из эксплуатации. Вкладки не обязательны для заполнения.

Наработка

Во вкладке **Наработка** для единицы подвижного оборудования задается начальное состояние параметров, относящиеся к ее техническому обслуживанию по наработке:

- Начальная наработка по параметру **Время** – полное время, отработанное единицей оборудования с последнего ТО на момент начала планирования/ моделирования

- Начальная наработка по параметру **Наработка** – количество моточасов (часов работы мотора при движении, погрузке, разгрузке), отработанных единицей оборудования с последнего ТО на момент начала планирования/ моделирования
- Начальная наработка по параметру **Дистанция** – количество километров, пройденных единицей оборудования с последнего ТО на момент начала планирования/ моделирования.

Свойства

Komatsu HD1500-7 №1 (Самосвал)

Основные | **Наработка** | Недоступность | Период эксплуатации | Прерывания

Наработка с последнего обслуживания: 360,00

Наработка, ч: 200,00

Дистанция, км: 3 000,00

Недоступность




На вкладке **Недоступность** для каждой единицы оборудования можно задать плановые периоды ее недоступности для работы.

Свойства

Komatsu HD1500-7 №1 (Самосвал)

Основные | **Недоступность** | Период эксплуатации | Прерывания

Дата начала	Дата окончания	Длительность, ч	Описание	Приоритет	Затраты, руб
01.01.2024 08:00	10.01.2024 10:00	218,00	Капитальный ремонт	-1	30 000,00
20.01.2024 08:00	21.01.2024 10:00	26,00	Замена масла	-1	500,00

Кнопки    позволяют добавлять, копировать и удалять периоды недоступности.

Период эксплуатации

На вкладке **Период эксплуатации** могут быть заданы даты ввода и вывода единицы оборудования из эксплуатации, а также затраты на ввод (покупку) и вывод (утилизацию). До даты ввода в эксплуатацию / после даты вывода единица техники не участвует в планировании/ моделировании.

Свойства

Зарядная машина 1 (Зарядная машина)

Основные | **Период эксплуатации** | Прерывания

Период эксплуатации:

Ввод в эксплуатацию: 08.01.2026 00:00

Вывод из эксплуатации: 31.01.2026 00:00

Стоимость ввода в эксплуатацию, руб: 30 000,00

Стоимость вывода из эксплуатацию, руб: 3 000,00

Прерывания

На вкладке **Прерывания** отображаются все простои (**техобслуживание**, **перерывы**, **внеплановые события**), назначенные единице оборудования в группе дерева объектов

Расписания.

Свойства

Caterpillar 793F № 4 (Самосвал)

Основные
Наработка
Недоступность
Период эксплуатации
Прерывания

Расписание	Идентификатор	
Перерывы	Breaks for trucks	→
Тех.обслуживание	ТО	→

Описание	Приоритет	Периодичность	Продолжительность, ч	Начальная дата	Конечная дата
Lunch break shift 1	1	Каждый 1 день в 11:30	1,00		
Lunch break shift 2	1	Каждый 1 день в 23:30	1,00		

Кнопка позволяет обновить список расписаний, а кнопка — перейти к выбранному расписанию для его редактирования.

1.9.9. Поезда

Поезд – вид транспорта, состоящий из локомотива и вагонов, предназначенный для транспортировки горной массы по рельсовому пути. В отличие от другого подвижного оборудования поезда не объединены в типы.

Свойства

Поезд 1 (Поезд)

Основные
Наработка
Недоступность
Период эксплуатации
Прерывания

Идентификатор	Поезд 1
Используется	<input checked="" type="checkbox"/>
Базовый узел	Waiting point VIOLET 3
Скорость, км/ч	21,00
Кол-во одновременно загружаемых вагонов	2
Длит. загрузки, мин	2,00
Длит. подготовки к загрузке, мин	0,00
Кол-во одновременно разгружаемых вагонов	2
Длит. разгрузки, мин	1,25
Длит. подготовки к разгрузке, мин	0,00
Вместимость вагона, т	13,00
Длина вагона, м	3,00
Кол-во вагонов	10

Для поезда задаются следующие **Основные** параметры:

- Уникальный **Идентификатор**
- **Используется** — параметр, указывающий, будет ли данный поезд использоваться при планировании/ моделировании
- **Базовый узел** – базовое местоположение (депо)
- **Скорость движения, км/ч**
- **Количество одновременно загружаемых вагонов** — партия загружаемых вагонов
- **Длительность загрузки** одной партии загружаемых вагонов, в минутах
- **Длительность подготовки к загрузке** в минутах

- **Количество одновременно разгружаемых вагонов** — партия разгружаемых вагонов
- **Длительность разгрузки** одной партии разгружаемых вагонов в минутах
- **Длительность подготовки к разгрузке** в минутах
- **Вместимость вагона** в метрических тоннах
- **Длина вагона** в метрах
- **Количество вагонов** в составе поезда.

1.10. Расписания

Группа дерева объектов **Расписания** содержит следующие сущности, регламентирующие работу карьера/ разреза:

- Смены
- Периоды взрывов
- Перерывы
- Техобслуживание
- Внеплановые события

1.10.1. Смены

Смены используются для моделирования работы оборудования в соответствии с рабочим расписанием. **Смены** определяют периоды доступности оборудования для работы.

Смены		
Индекс смены	Длительность, ч	Периодичность
1	10,00	Каждый 1 день в 01:00
2	10,00	Каждый 1 день в 13:00

Для каждой смены задаются параметры:

- **Индекс смены** – необязательное поле для обозначения смены
- **Длительность** смены в часах
- **Периодичность** наступления смены, которая может задаваться точным временем или некоторой периодичностью (каждый n-ый день месяца, каждый последний день месяца, каждую n неделю, каждые n дней).

Все смены элемента дерева объектов **Смены** применяются ко всем единицам оборудования при планировании и моделировании.

1.10.2. Периоды взрывов

Периоды взрывов определяют периоды времени, когда моделируется образование горной массы во всех блоках, готовых к взрыванию в момент начала периода взрыва.

Периоды взрывов			
Идентификатор	Название	Длительность, мин	Периодичность
Период взрыва	Период взрыва	60,00	Каждая 1 неделя в Четверг в 07:00

Участки			
Идентификатор	Название		
GRAY Area	GRAY Area	✓	
LIME Area	LIME Area		
VIOLET Area	VIOLET Area	✓	
PURPLE Area	PURPLE Area		

Сущность **Период взрыва** характеризуется следующими параметрами:

- Уникальный **идентификатор** и **название** периода взрывных работ
- **Длительность** периода взрывных работ
- **Периодичность** наступления периода взрывных работ, которая может задаваться точным временем или некоторой периодичностью (каждый n-ый день месяца, каждый последний день месяца, каждую n неделю, каждые n дней).
- **Участки**, на которых производятся указанные взрывные работы

Элемент дерева объектов **Периоды взрывов** содержит список всех периодов взрывов, которые могут применяться при планировании и моделировании.

1.10.3. Перерывы

Перерывы используются для моделирования плановых периодов недоступности оборудования в жестко заданный промежуток времени вне зависимости от времени работы/ наработки/ пробега оборудования. Таким образом могут быть заданы перерывы на обед, ежесменное техобслуживание (ЕТО), капитальный ремонт и модернизация единицы оборудования



Перерывы		Записи о перерывах							
Идентификатор	Название	Описание	Приоритет	Периодичность	Продолжительность, ч	Начальная дата	Конечная дата	Стоимость	Прерывать в конечной дате
ТО-1	ТО-1	Смазка подшипников	1	В 01.01.2024 08:00	1,00			0,00	✓
		Замена фильтров	1	В последний день месяца в 08:30	0,50			0,00	✓

Применение перерывов			
Идентификатор	Название		
БалАЗ 130т_№1	БалАЗ 130т_№1	✓	
БалАЗ 130т_№2	БалАЗ 130т_№2	✓	
БалАЗ 130т_№3	БалАЗ 130т_№3	✓	
СБУ №1	СБУ №1	✓	
ЗМ №1	ЗМ №1		
ЭКГ-12_№1	ЭКГ-12_№1		

Для задания перерывов в MineTwin OpenPit создаются три типа сущностей:

- **Набор перерывов** в окне **Перерывы**, который может включать в себя несколько отдельных **записей о перерывах**
- **Запись о перерыве** - строка с данными об одном перерыве из набора в окне **Записи о перерывах**

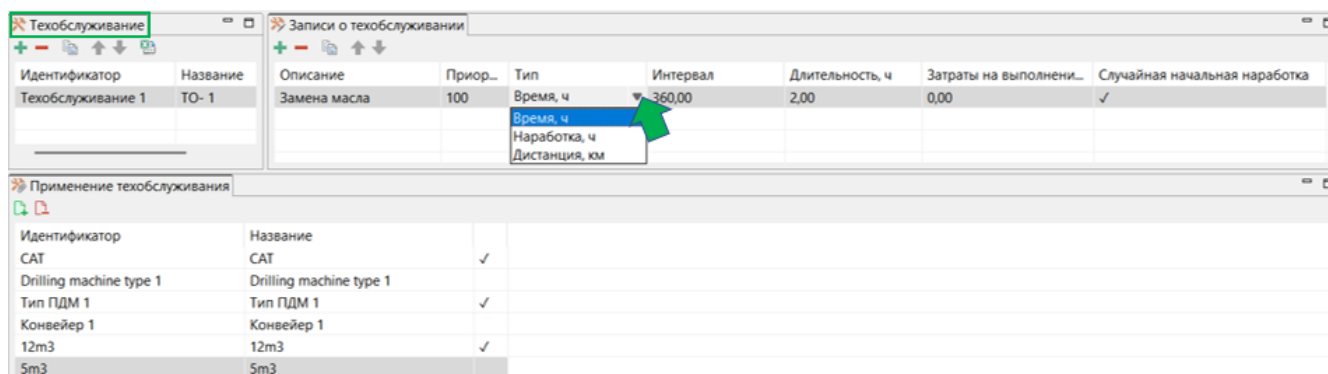
перерывах. Запись о перерыве характеризуется параметрами:

- **Описание** – необязательное к заполнению описание планового периода недоступности
- **Приоритет** – индекс, определяющий позицию в иерархии **периодов недоступности**
- **Периодичность** наступления перерыва, которая может задаваться точным временем или некоторой периодичностью (каждый n-ый день месяца, каждый последний день месяца, каждую n неделю, каждые n дней).
- **Продолжительность** перерыва, ч
- **Начальная и конечная даты** задаются в случае ограниченных периодов наступления этих событий, например, зимние месяцы. Если начальная и конечная дата периода не заполнены, перерыв применяется в течение всего моделирования.
- **Затраты, руб** на выполнение перерыва данного типа, например, стоимость ЕТО
- **Игнорировать если просрочено** – параметр задает отмену перерыва, если время его выполнения оказалось в прошлом. Например, для оборудования задан перерыв на обед с 13.00 до 14.00, но самосвал не успел загрузиться и остался в течение этого часа в состоянии ожидания экскаватора, прервавшегося на обед. Во время ожидания фактически произойдет перерыв самосвала тоже, поэтому в этом случае не нужно моделировать еще один часовой перерыв, когда самосвал завершит начатый рейс после возвращения экскаватора, и для этого необходимо включить этот параметр.
- **Применение наборов перерывов** для выбранных единиц оборудования задается в окне **Применение перерывов**.
- Кнопки   позволяют выделить все единицы оборудования/ снять все выделения.

Кроме перерывов, содержащихся в элементе дерева объектов **Перерывы**, индивидуальные периоды недоступности могут быть заданы на вкладке **Недоступность** конкретных единиц оборудования.

1.10.4. Техобслуживание



Сущность **Техобслуживание** используется для моделирования плановых ремонтов оборудования – ремонтов, выполняемых по истечении определенного календарного времени работы оборудования, по достижении оборудованием заданного количества часов наработки двигателя/ударного механизма или по достижении заданного пробега. Таким образом могут быть заданы техобслуживание, текущий ремонт, капитальный ремонт и т. д.



Идентификатор	Название	Описание	Приор...	Тип	Интервал	Длительность, ч	Затраты на выполнени...	Случайная начальная наработка
Техобслуживание 1	ТО- 1	Замена масла	100	Время, ч	360,00	2,00	0,00	✓

Идентификатор	Название	✓
CAT	CAT	✓
Drilling machine type 1	Drilling machine type 1	✓
Тип ПДМ 1	Тип ПДМ 1	✓
Конвейер 1	Конвейер 1	✓
12m3	12m3	✓
5m3	5m3	✓

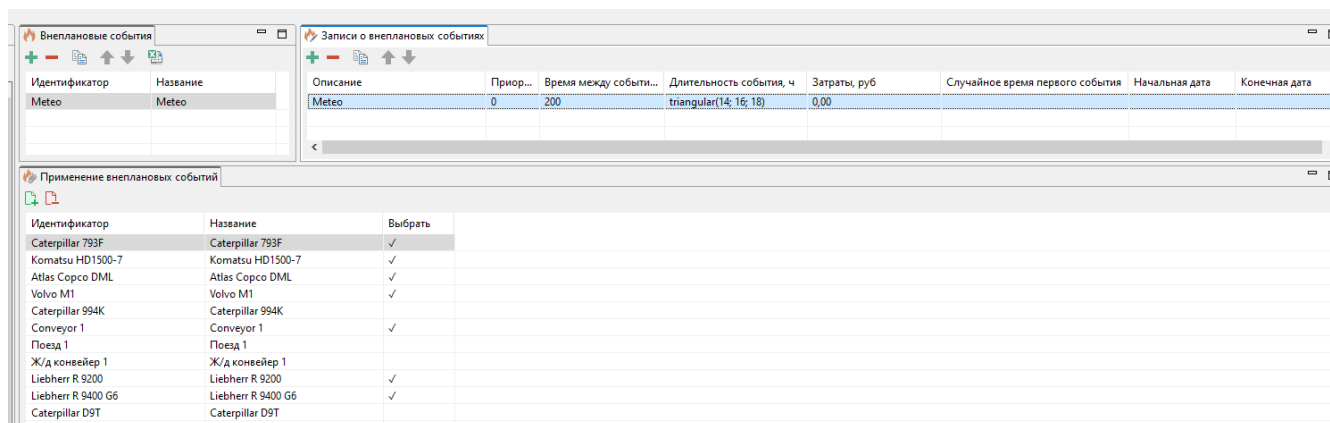
Для задания техобслуживания в MineTwin OpenPit создаются три типа сущностей:

- **Набор ТО** в окне **Техобслуживание**, который может включать в себя несколько отдельных записей о техобслуживании
- **Запись о техобслуживании** — строка с данными об одном обслуживании/ ремонте в окне **Записи о техобслуживании**, которая характеризуется параметрами:
 - **Описание** – необязательное к заполнению описание техобслуживания/ ремонта
 - **Приоритет** – индекс, определяющий место записи в иерархии [периодов недоступности](#)
 - **Тип** расчета времени наступления техобслуживания – на базе календарного *времени*, на базе количества часов *наработки* двигателя или на базе *дистанции* пробега оборудования
 - **Интервал** – период между двумя ремонтами этого типа, в часах или километрах, в зависимости от **Типа** расчета времени наступления ТО
 - **Длительность** техобслуживания, ч
 - **Затраты** на техобслуживание (при необходимости)
 - **Случайная начальная наработка** - параметр рименяется для того, чтобы у всех единиц техники без заданной начальной наработки техобслуживание моделировалось не одновременно, а отсчет начинался у всех по-разному случайным образом
- Применение **наборов ТО** для выбранных типов оборудования задается в окне **Применение техобслуживания**.
- Кнопки   позволяют выделить все типы оборудования/ снять все выделения.

Элемент дерева объектов **Техобслуживание** содержит список всех наборов записей о техобслуживании, которые могут применяться к типам оборудования при моделировании.

1.10.5. Внеплановые события

Внеплановые события используются для моделирования аварийных выходов оборудования из строя, поломок, простоев оборудования из-за погодных условий.



The screenshot displays three windows from the MineTwin OpenPit software:

- Внеплановые события (Out of Plan Events):** A table with columns for Identifier and Name, containing one entry: 'Meteo'.
- Записи о внеплановых событиях (Records of Out of Plan Events):** A table with columns: Описание, Приор..., Время между событи..., Длительность события, ч, Затраты, руб, Случайное время первого события, Начальная дата, and Конечная дата. It contains one record for 'Meteo' with a priority of 0, an interval of 200, a duration of 'triangular(14; 16; 18)', and costs of 0.00.
- Применение внеплановых событий (Application of Out of Plan Events):** A table with columns: Identifier, Name, and Выбрать. It lists various equipment types with checkmarks in the 'Выбрать' column: Caterpillar 793F, Komatsu HD1500-7, Atlas Copco DML, Volvo M1, Caterpillar 994K, Conveyor 1, Поезд 1, Ж/д конвейер 1, Liebherr R 9200, Liebherr R 9400 G6, and Caterpillar D9T.

Для задания **Внеплановых событий** в MineTwin OpenPit создаются три типа сущностей:

- **Набор внеплановых событий** в окне **Внеплановые события**, который может включать несколько отдельных **записей о внеплановых событиях**
- **Запись о внеплановом событии** – строка с данными об одном событии в окне **Записи о внеплановых событиях**, в которой содержатся следующие данные::
 - **Описание** – необязательное к заполнению описание поломки
 - **Приоритет** – индекс, определяющий место записи в иерархии **периодов недоступности**
 - **Время между событиями, ч** — константная или случайная величина, определяющая сколько времени должно пройти между двумя внеплановыми событиями этого типа
 - **Длительность события, ч** — константная или случайная величина, определяющая сколько времени будет продолжаться данное событие после его наступления
 - **Затраты, руб** — при необходимости можно указать расходы связанные с наступлением или устранением внепланового события
 - **Случайное время первого события** — применяется для того, чтобы у всех единиц техники поломка моделировалась не одновременно, а отсчет начинался у всех по-разному случайным образом
 - **Начальная и конечная даты** – период наступления внеплановых событий. Например, для зимнего периода времени года может задаваться одна частота наступления событий, а для летнего – другая. В случае, если начальная и конечная дата периода не заполнены, перерыв применяется в течение всего времени моделирования
- Применение **наборов внеплановых событий** для выбранных типов оборудования задается в окне **Применение внеплановых событий**.

Кнопки   позволяют выделить все типы оборудования/ снять все выделения.

Элемент дерева объектов **Внеплановые события** содержит список всех наборов внеплановых событий, которые могут применяться к оборудованию при моделировании.

1.10.6. Иерархия периодов недоступности

Для каждой единицы оборудования могут быть заданы периоды недоступности разного типа:

- взрывные работы, перерывы, техобслуживание и внеплановые события (через расписания)
- периоды недоступности (в свойствах единиц оборудования)
- ввод/ вывод из эксплуатации (в свойствах единиц оборудования).

Во время планирования/ моделирования периоды могут пересекаться во времени. Для регулирования выполнения пересекающихся периодов используются **приоритеты**.

Периоды с меньшим **индексом приоритета** перекрывают (поглощают) периоды с большим индексом. По умолчанию периоды недоступности и периоды за пределами эксплуатации единицы оборудования (и те, и другие задаются в свойствах единицы оборудования) имеют

наивысший приоритет, равный -1, перерывы имеют приоритет 1, техобслуживание — 100, внеплановые события — 1000. Это означает, что если в период недоступности на капитальный ремонт (-1) должен случиться ежедневный перерыв на обед (1), то обеденный перерыв не будет запланирован. Если во время текущего ремонта (100) наступает внеплановое событие поломки (1000), то такая поломка не будет учтена при моделировании.

При необходимости пользователь может менять приоритеты периодов недоступности.

1.11. Планы

MineTwin OpenPit может автоматически формировать план работы оборудования исходя из горной массы за период/ периоды всего по карьере или в разрезе блоков.

1.11.1. План по целевому значению

План по целевому значению задает сколько горной массы и какого качества должно быть добыто в каждый плановый период всего по карьере/ разрезу.

Планы по периодам				
Дата начала	Дата окончания	Кат. горной массы	Качество, %	Плановая масса, т
01.01.2026	01.02.2026	Руда	10,00	600 000,00
01.01.2026	01.02.2026	Пустая порода	-	1 600 000,00

Каждая запись плана добычи по периодам характеризуется следующими параметрами:

- **Начальная и конечная даты** планового периода
- **Категория горной массы:** руда или порода
- Требуемое **качество** добываемой руды, %
- **Плановая масса, т**

1.12. 3D-объекты

Группа **3D-объекты** позволяет загрузить трехмерный объект (в форматах .tridb, .dxf, .obj, .dtm) для отображения поверхностей картера/разреза и блочной модели в 3D-режиме.

Свойства	
3D-объекты 1 (3D-объекты)	
Основные	Идентификатор 3D-объекты 1
	Путь к файлу <input type="text"/>
	Цвет <input type="color"/>
	Прозрачность, % 0,00%
	Видимость <input checked="" type="checkbox"/>

Загруженный 3D-объект характеризуется следующими параметрами:

- **Уникальный идентификатор**

- **Путь к файлу** 3D-объекта на ПК пользователя
- **Цвет** отображения поверхности на 3D-карте
- **Прозрачность** цвета в процентах
- **Видимость** – следует ли отображать объект на карте 3D в режимах редактирования и симуляции.

2. Планирование и имитационное моделирование

Планировщик предназначен для составления расписаний работы оборудования с учетом:

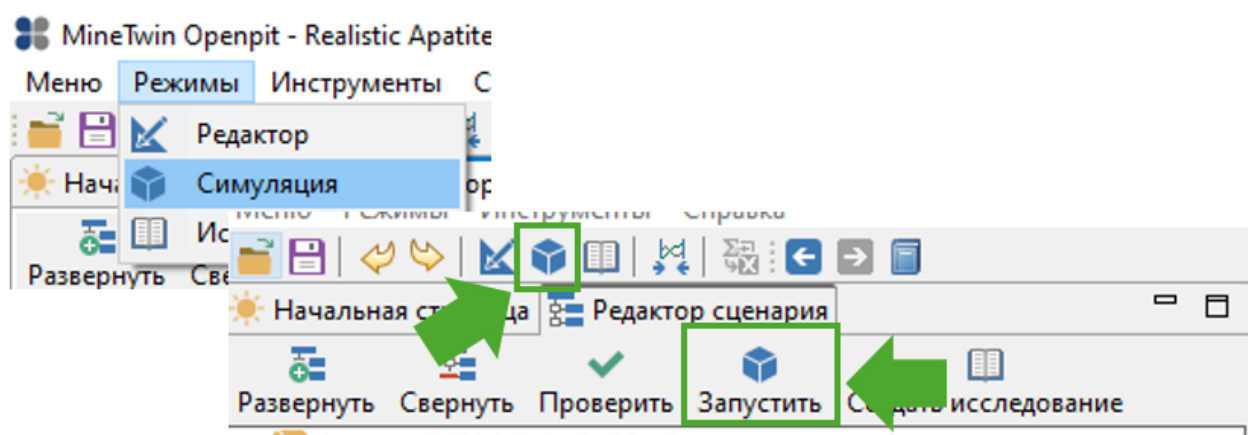
- Целевых значений объемов добычи и качества руды
- Последовательности технологического цикла работы карьера/ разреза
- Длительности выполнения операций выбранным оборудованием
- Длины плеч откатки, геометрической удаленности блоков
- Расписаний работы оборудования
- Плановых ремонтов оборудования и других регламентных работ
- Расписания проведения взрывных работ

Имитационная модель проверяет выполнимость составленного планировщиком плана с учетом:

- Внеплановых событий (поломок)
- Задержек из-за разъездов техники на загруженных участках карьера/разреза
- Очередей на погрузку
- Очередей на разгрузку перед отвалами из-за неравномерной нагрузки на них.


В режиме планирования MineTwin последовательно выполняется планирование на одну смену и ее моделирование. По окончании смены планировщик выполняет планирование на следующую исходя из результатов выполнения плана предыдущей смены имитационной моделью.

2.1. Управление моделированием




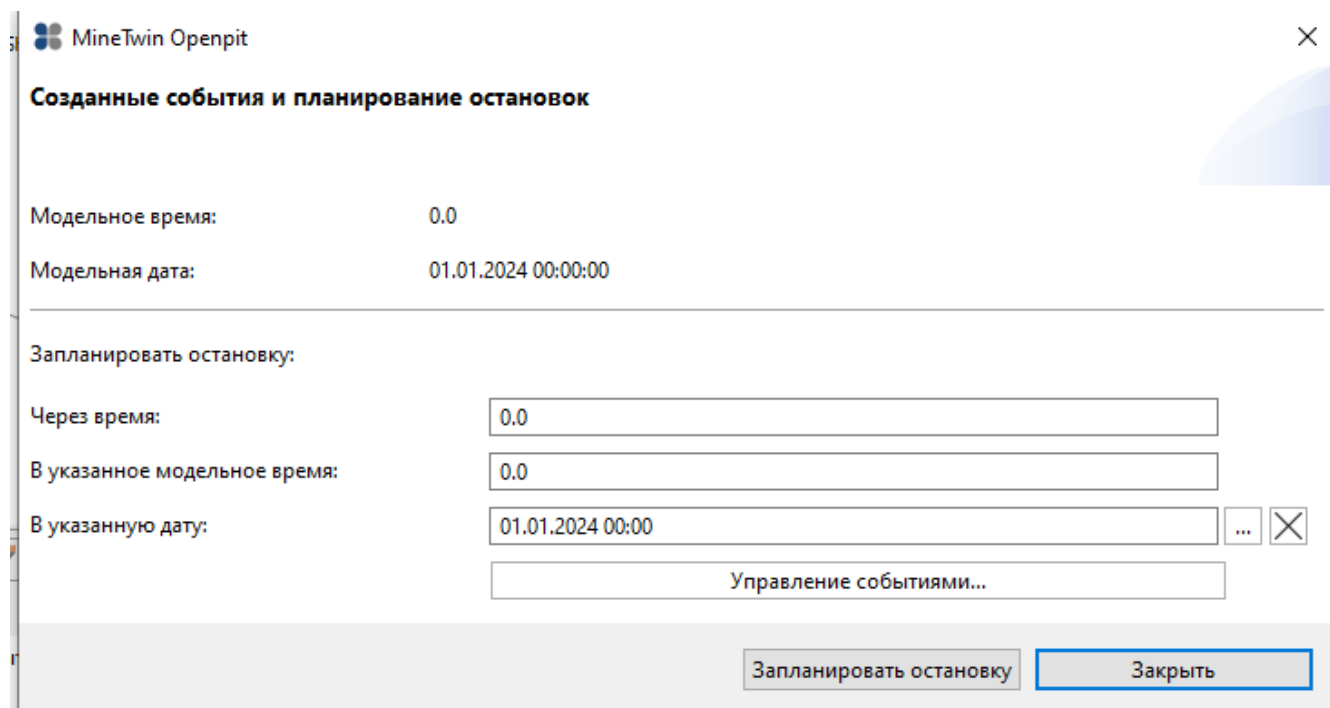
Перейти в режим планирования/ моделирования можно выбрав пункт **Симуляция** в меню **Режимы**, либо нажав кнопку **Запустить** на строке инструментов.



Для запуска моделирования используется кнопка  в верхней панели инструментов окна модуля планирования.

Для приостановки модели используется кнопка .

Для создания остановки модели в желаемое модельное время можно воспользоваться кнопкой .



При нажатии на эту кнопку появится окно, в котором можно указать через сколько модельных часов / в какое модельное время в часах / в какую модельную дату и время остановить моделирование. Когда задается один из этих параметров, остальные автоматически пересчитываются.

При нажатии на кнопку **Запланировать остановку**, остановка создается, окно закрывается и возобновляется выполнение модели.

MineTwin Openpit

Созданные события и планирование остановок

Модельное время: 0.4361804216666662
 Модельная дата: 01.01.2024 00:26:10

Запланировать остановку:

Через время:

В указанное модельное время:

В указанную дату: ...

Последовательность:

Id	Остановка	Статус	Время	Дата	Последовател...
0	Нет	SCHEDULED	1.0	01.01.2024 01:00:00	0
7	Нет	SCHEDULED	1.0	01.01.2024 01:00:00	0
8	Нет	SCHEDULED	1.0	01.01.2024 01:00:00	0
9	Нет	SCHEDULED	1.0	01.01.2024 01:00:00	0
10	Нет	SCHEDULED	1.0	01.01.2024 01:00:00	0
11	Нет	SCHEDULED	1.0	01.01.2024 01:00:00	0
12	Нет	SCHEDULED	1.0	01.01.2024 01:00:00	0
314	Да	SCHEDULED	2.0	01.01.2024 02:00:00	0
319	Да	SCHEDULED	2.3468461599999997	01.01.2024 02:20:48	0
320	Да	SCHEDULED	2.3468461599999997	01.01.2024 02:20:48	0
321	Да	SCHEDULED	2.3468461599999997	01.01.2024 02:20:48	0
148	Нет	SCHEDULED	8.0	01.01.2024 08:00:00	2147483647
147	Нет	SCHEDULED	12.0	01.01.2024 12:00:00	0
1	Нет	SCHEDULED	24.0	02.01.2024 00:00:00	0

Для создания нескольких остановок можно воспользоваться техническим режимом **Управление событиями**, который вызывается нажатием на соответствующую кнопку.



В этом режиме остановки создаются нажатием на кнопку **Добавить остановку** и отображаются в таблице ниже, где можно увидеть как созданные остановки (значение в столбце **Остановка** — *Да*), так и другие системные события (значение в столбце **Остановка** — *Нет*).

Поле **Последовательность** определяет последовательность обработки системой событий, происходящих в одно и то же время.

Для выхода из режима создания остановок нужно нажать на кнопку **Закреть**.

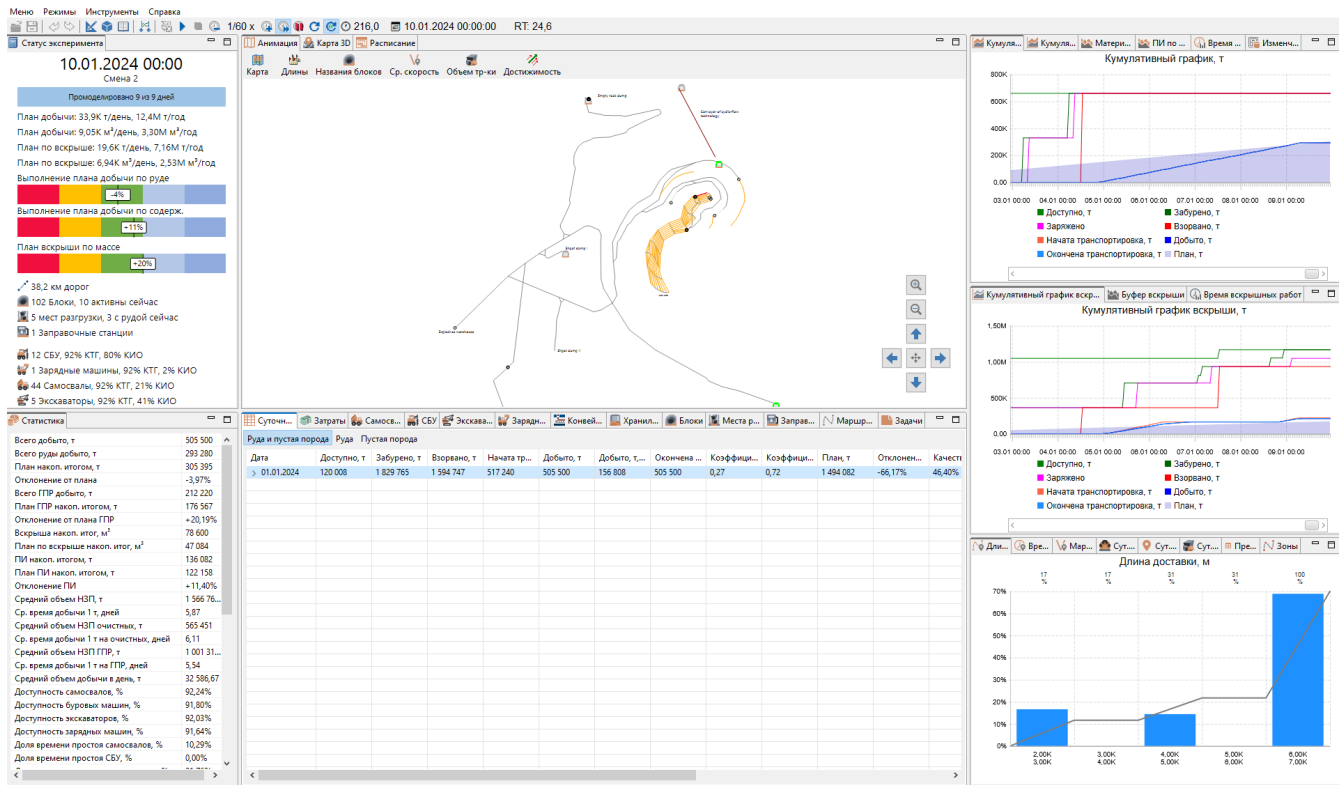
Для ускорения/ замедления моделирования используются кнопки  1.0x .

Для максимального ускорения – кнопка .

Кнопка  позволяет вручную обновить визуализацию моделирования, кнопка  включает автоматическое обновление визуализации. Для ускорения моделирования больших сценариев автоматическое обновление визуализации рекомендуется выключать.

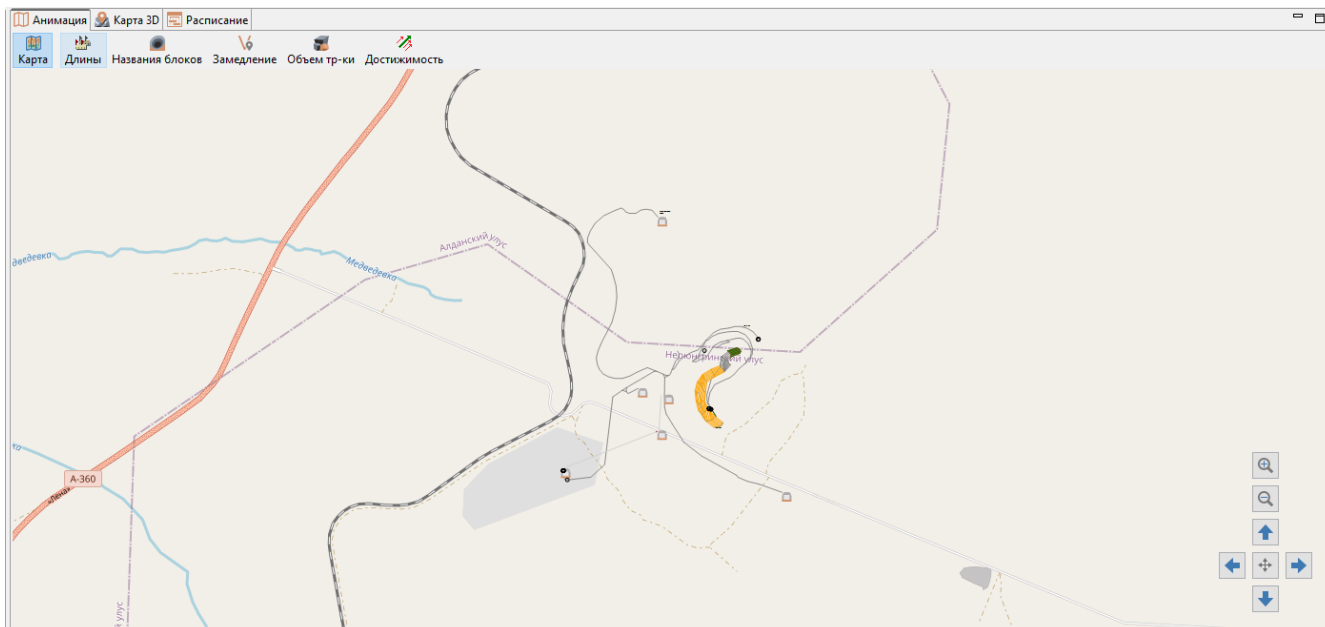
2.2. Визуализация результатов моделирования





Внешний вид окна модуля симуляции показан на рисунке ниже.






2.2.1. Анимация


В 2D-анимации динамически отображается процесс имитационного моделирования в двухмерном пространстве: моделирование движения и работы оборудования/ транспорта на карте карьера/ разреза.



В нижнем правом углу окна анимации находятся кнопки, облегчающие работу с картой. Кнопка  центрирует карту таким образом, чтобы одновременно был виден весь карьер/разрез. Кнопки   позволяют приближать/ отдалять карту, кнопки  позволяют перемещать карту.


На верхней панели инструментов окна анимации расположены кнопки, управляющие отображением дополнительной информации.


Кнопка  включает отображение географической карты местности. При нажатии на кнопку  включается отображение длин сегментов добычи, на кнопку  – на карте отображаются названия блоков.

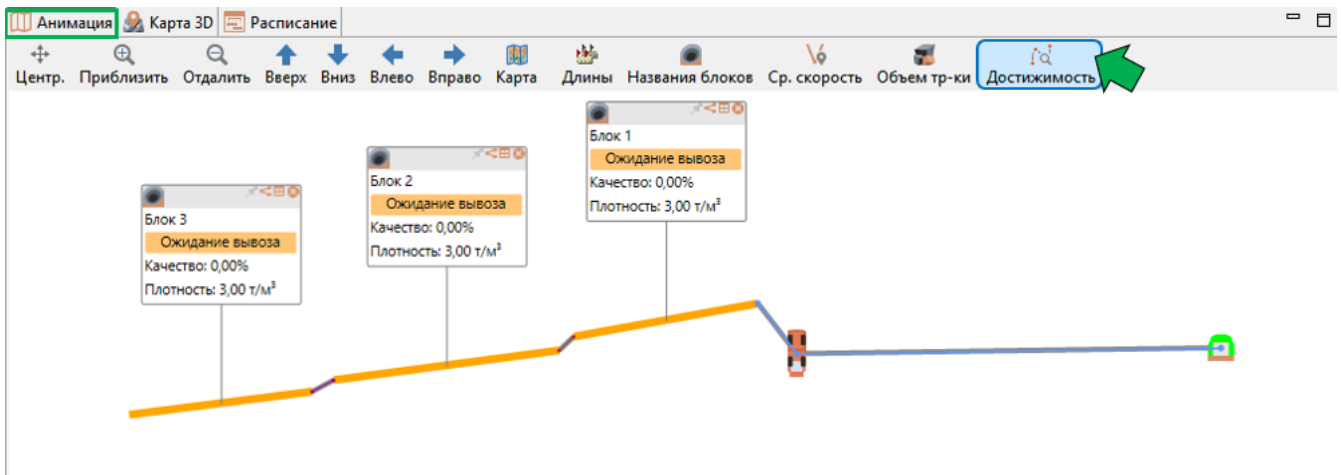
Кнопка  **Замедление** включает подсветку участков дорог, где транспорт движется медленнее своей потенциально максимальной скорости из-за загруженности, уклонов или состояния покрытия. Цвет варьируется на каждом участке:

- от красного — техника замедлена — участок перегружен или проблемный;
- до зелёного — техника движется свободно — участок работает нормально.

Серый цвет показывает, что нет данных (по этому участку никто не ездил за выбранный период).

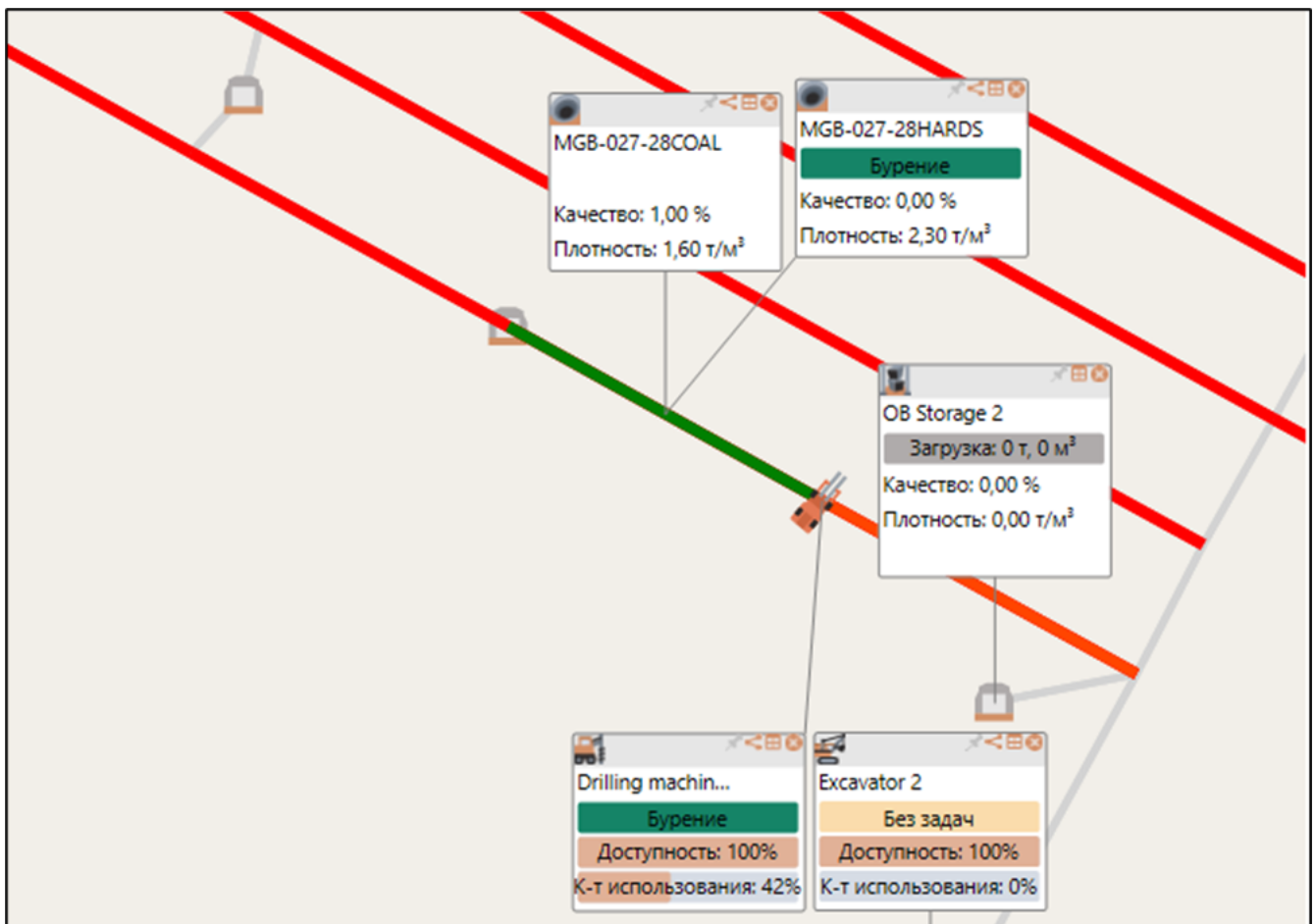
Кнопка  подсвечивает загруженность маршрутов по объему перевезенной ПДМ/самосвалами горной массы. Чем толще отображение ребра, тем больший объем по нему провезен за время моделирования.

Кнопка  подсвечивает связанные графы транспортной сети. Например, на рисунке ниже голубым цветом подсвечен маршрут от гаража техники до Блока 1 и до места разгрузки. Пути между блоками 1 и 2, 2 и 3 отображены другими цветами (красным и фиолетовым), это значит, что они не связаны с основным (голубым) маршрутом и проезда к блокам 2 и 3 нет.




По щелчку мыши на единице оборудования открывается окно с информацией о состоянии, в котором находится единица оборудования, ее доступность и КИО.

По щелчку мыши на блоке открывается окно с информацией о состоянии блока, качестве и плотности горной массы в блоке.

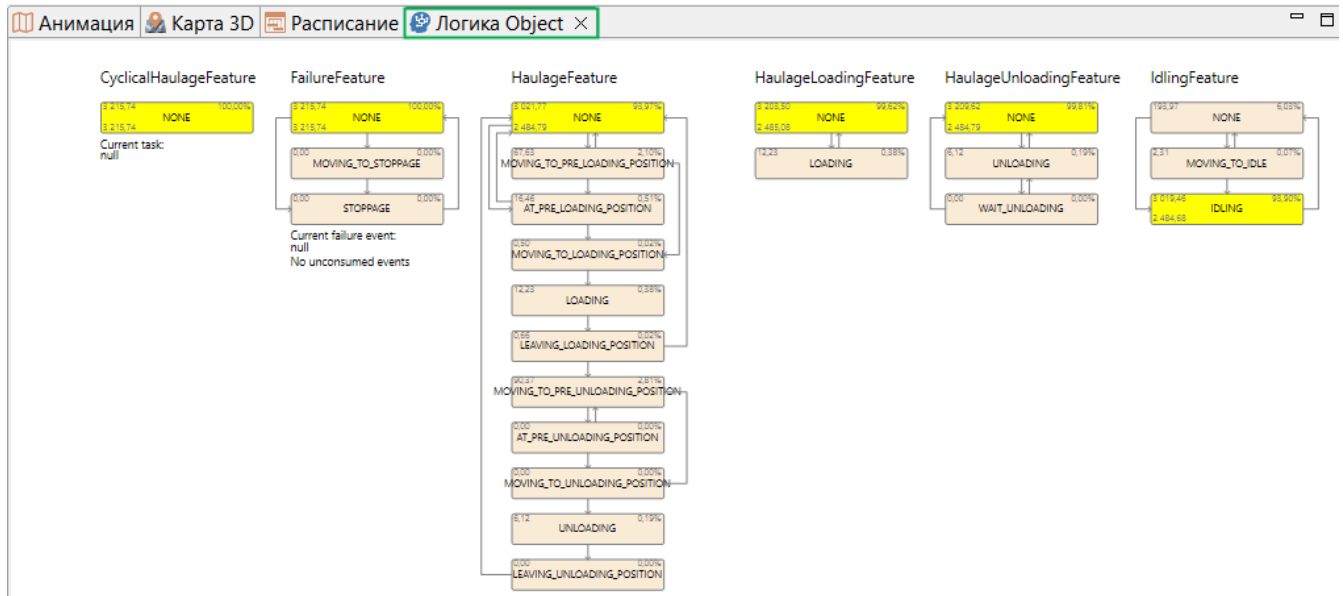



По щелчку мыши на месте разгрузки отображается его загрузка, качество и плотность горной массы в месте разгрузки.

Кнопка  в окне информации закрывает окно.

Кнопка  вызывает на вкладке снизу таблицу со списком единиц оборудования и выделяет выбранную единицу.

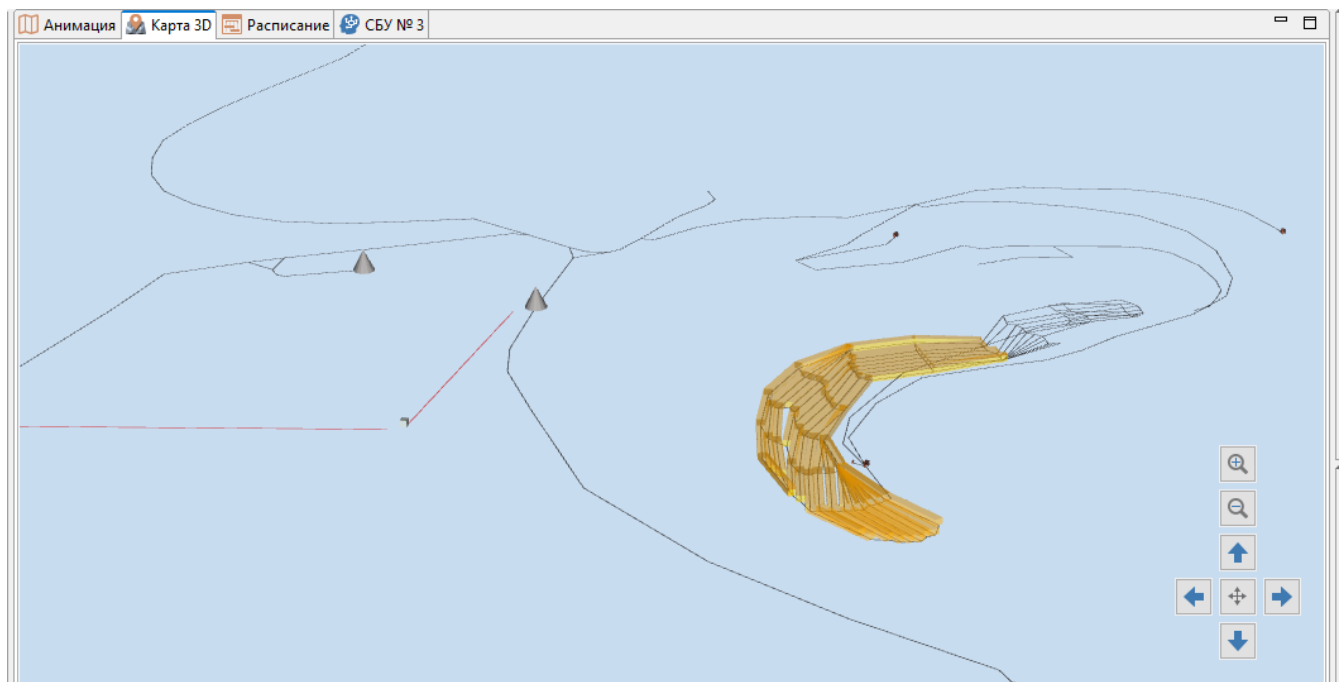
Кнопка  активирует техническую таблицу стейт-чартов, которая может использоваться для отладки работы модели.



Кнопка  закрепляет информационное окно на карте, что позволяет сохранять его положение на экране при перемещении карты.

2.2.2. Карта 3D

В 3D-анимации динамически отображается процесс имитационного моделирования в трехмерном пространстве: моделирование движения и работы оборудования/ транспорта на объемной карте карьера/ разреза.



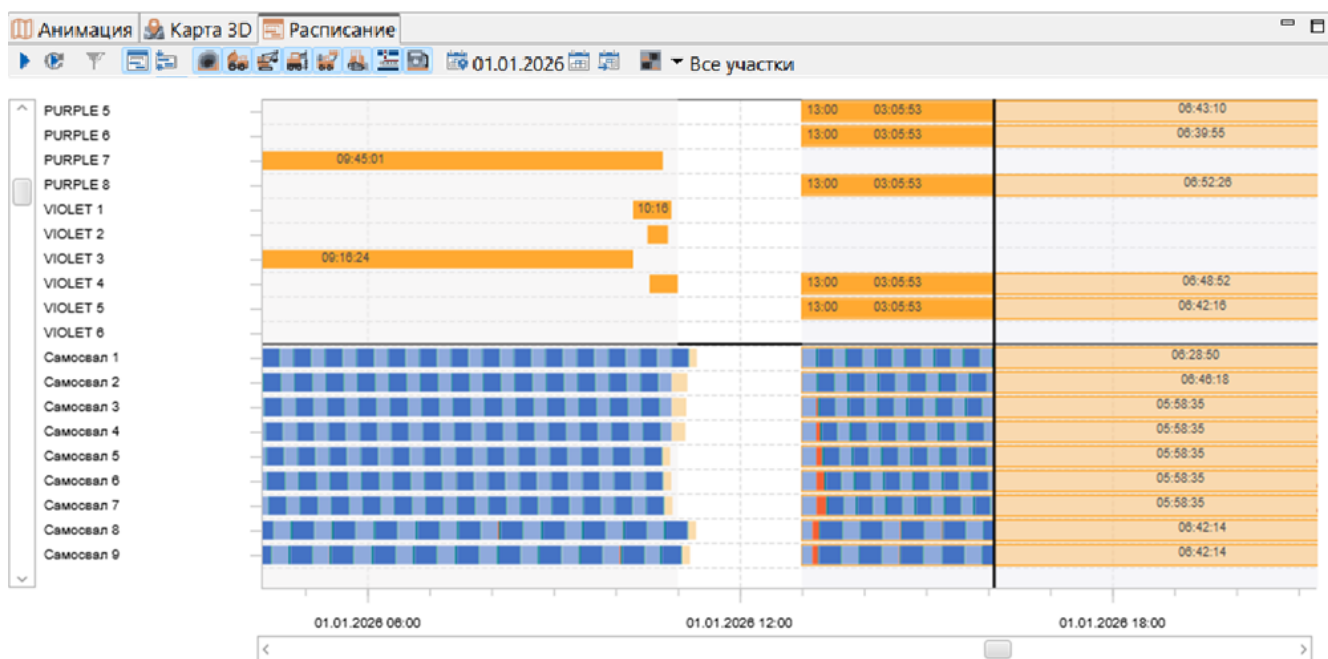
По щелчку мыши на единице оборудования отображается название единицы оборудования.

В нижнем правом углу окна 3D карты находятся кнопки, облегчающие работу с ней. Кнопка

☒ центрирует карту таким образом, чтобы одновременно был виден весь карьер/разрез. Кнопки 🔍 🔍 позволяют приближать/ отдалять карту, кнопки ⬆️ ⬆️ ⬆️ ⬆️ позволяют перемещать карту.

2.2.3. Расписание

В окне «Расписание» режима планирования на диаграмме Ганта для блоков отражаются запланированные состояния (бурение, зарядание, взрывание, вывоз горной массы и т.д.), для оборудования отражаются запланированные задачи. По ходу выполнения имитационного эксперимента динамически отображается выполнение плана: соответствие запланированному графику и отклонения от него.



Для запуска моделирования используется кнопка ▶ в верхней панели инструментов окна «Расписание». Моделирование можно перезапустить до желаемого модельного времени. Для этого нужно установить вертикальную черту, отображающую момент времени, на желаемой дате и нажать кнопку 🔄. Отображение плана можно сделать более укрупненным с помощью кнопки 📄 (режим «Нормальный») или более компактным с помощью кнопки 📄 (режим «Компактный»).

При нажатии на кнопки с изображением типов оборудования на диаграмме Ганта будет показываться только оборудование выбранных типов.

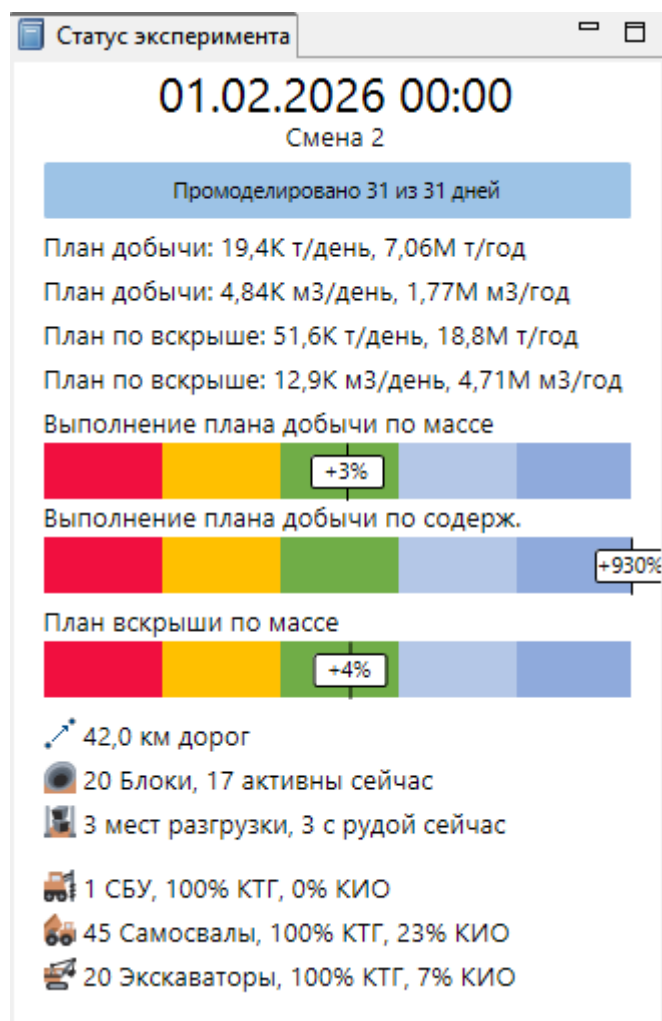


Кнопка 📄 позволяет отображать на диаграмме только выбранный участок.

Группа кнопок 📅 01.01.2026 📅 📅 позволяет отобразить расписание на определенную дату. Кнопка 📅 включает данный режим, кнопка 📅 позволяет задать дату для отображения, кнопка 📄 масштабирует диаграмму Ганта таким образом, чтобы отображалась только расписание на указанную дату.

2.3. Статистическая информация

2.3.1. Статус эксперимента



В левой части окна планировщика расположено окно **Статус эксперимента**, в котором отображается общая информация о течении имитационного эксперимента:

- текущая модельная дата и время
- номер текущей смены
- количество промоделированных дней
- суточный и годовой план добычи по руде по массе и объему (объем рассчитывается от массы с применением средневзвешенной плотности)
- суточный и годовой план добычи по вскрыше по массе и объему (объем рассчитывается от массы с применением средневзвешенной плотности)
- процент выполнения плана добычи по руде по массе
- процент выполнения плана добычи по содержанию полезного вещества
- процент выполнения плана добычи по вскрыше по массе
- километраж дорог
- количество блоков в сценарии всего и количество активных в текущий момент

- количество мест разгрузки, количество мест разгрузки с горной массой
- количество заправочных станций
- количество единиц оборудования, их коэффициент технической готовности (КТГ) и коэффициент использования (КИО)

2.3.2. Статистика

Всего добыто, т	1 200 960
Всего руды добыто, т	442 611
План накоп. итогом, т	699 454
Отклонение от плана	-36,72%
Всего ГПР добыто, т	758 349
План ГПР накоп. итогом, т	830 601
Отклонение от плана ГПР	-8,70%
Вскрыша накоп. итог, м ³	280 870
План по вскрыше накоп. итог, м ³	221 494
ПИ накоп. итогом, т	159 340
План ПИ накоп. итогом, т	251 803
Отклонение ПИ	-36,72%
Средний объем НЗП, т	1 155 36...
Ср. время добычи 1 т, дней	15,19
Средний объем НЗП очистных, т	798 103
Ср. время добычи 1 т на очистных, дней	19,46
Средний объем НЗП ГПР, т	357 258,...
Ср. время добычи 1 т на ГПР, дней	12,70
Средний объем добычи в день, т	14 277,77
Доступность самосвалов, %	86,81%
Доступность буровых машин, %	86,73%
Доступность экскаваторов, %	77,76%
Доступность зарядных машин, %	85,83%
Доля времени простоя самосвалов, %	6,17%
Доля времени простоя СБУ, %	0,00%
Доля времени простоя экскаваторов, %	47,20%
Доля времени простоя зарядных машин...	0,00%
КИО самосвалов, %	56,44%
КИО СБУ, %	10,19%
КИО экскаваторов, %	36,52%
КИО ЗМ, %	3,80%
Эффективный КИО самосвалов	52,95%
Эффективный КИО СБУ, %	10,19%
Эффективный КИО экскаваторов, %	19,28%
Эффективный КИО зарядных машин, %	3,80%
Ср. пробег всех самосвалов в день, км	1 532
Среднесут. объем транспортировки, т*км	289 585
Ср. объем добычи 1 самосвала в день, т	892
Среднесут. объем тр-ки 1 самосвала, т*км	18 099
Средняя дистанция отгрузки, м	6 927
Средний уклон отгрузки, м	304
Кол-во циклов отгрузки на самосвал/день	1 200 960
Всего затрат, руб	0,00
Постоянные затраты, руб	0,00
Переменные затраты, руб	0,00
Капитальные затраты, руб	0,00

В таблице **Статистика** отображаются основные статистические показатели результатов имитационного эксперимента:

- Фактическое количество всей добытой горной массы, поступившей в места разгрузки, и отдельно количество по руде и вскрыше
- План добычи всего и отдельно по руде и вскрыше
- Отклонение от плана добычи горной массы, в процентах
- Объем добычи полезного вещества (ПИ) накопительным итогом, т
- Плановый объем добычи полезного вещества (ПИ) накопительным итогом, т
- Отклонение от плана добычи полезного вещества, в процентах
- Средний объем незавершенного производства всего и отдельно по очистным и горно-подготовительным работам, т — среднее количество материала (руды, породы и т.п.) в тоннах, находящееся между некоторыми двумя стадиями добычи. Например, незавершенное производство бурения — это количество материала, для которого начато бурение, но не начато заряжание
- Среднее время добычи одной тонны горной массы всего и отдельно по очистным и горно-подготовительным работам, дней — время, необходимое для добычи условной тонны горной массы от бурения до конечного места разгрузки
- Средний объем добычи в день, в тоннах
- Доступность оборудования по типам, %
- Доля времени простоя по типам оборудования, %
- КИО и эффективный КИО оборудования по типам, %
- Средний пробег всех самосвалов в день, км
- Среднесуточный объем транспортировки, т*км
- Средний объем добычи на 1 самосвал в день, т
- Среднесуточный объем транспортировки 1 самосвалом, т*км
- Средняя дистанция отгрузки, м
- Средний уклон отгрузки, м
- Количество циклов отгрузки на самосвал в день
- Все затраты и отдельно постоянные, переменные и капитальные затраты, в рублях

2.3.3. Суточные объемы

В таблице **Суточные объемы** показываются суточные объемы общей горной массы, руды и породы по отдельности:

- количество горной массы, доступной для бурения (горной массы в блоках, проезд к которым открыт), в тоннах
- количество горной массы, подготовленной к взрыванию, в тоннах
- количество взорванной горной массы, в тоннах
- количество горной массы, погруженной в самосвалы, в тоннах
- количество горной массы, признанной добытой на основании соответствующих правил,

в тоннах и м³

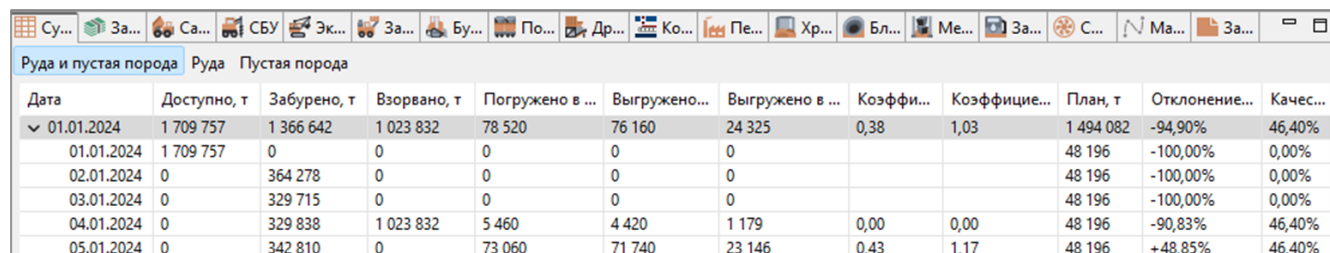
- количество горной массы, для которой окончена транспортировка, в тоннах

Также отображаются такие показатели добычи, как:

- коэффициент вскрыши, м³/т — отношение объема добытой вскрыши в м³ к массе добытой руды в тоннах
- коэффициент вскрыши, т/т — отношение массы добытой вскрыши в тоннах к массе добытой руды в тоннах
- суточный плановый объем добычи горной массы
- отклонение полученного в результате моделирования объема от планового
- смоделированное посуточное качество горной массы (процент содержания полезного вещества)
- плановое суточное качество горной массы (процент содержания полезного вещества)
- отклонение полученного в результате моделирования качества от планового

Также в разрезе суток отображаются общие статистические данные:

- количество забуренных скважин
- количество взрывов
- количество рейсов самосвалов
- объем транспортировки горной массы в тонно-километрах
- количество блоков, готовых к вывозу горной массы на начало периода.



Дата	Доступно, т	Забурено, т	Взорвано, т	Погружено в ...	Выгружено...	Выгружено в ...	Козфи...	Козфицие...	План, т	Отклонение...	Качес...
01.01.2024	1 709 757	1 366 642	1 023 832	78 520	76 160	24 325	0,38	1,03	1 494 082	-94,90%	46,40%
01.01.2024	1 709 757	0	0	0	0	0			48 196	-100,00%	0,00%
02.01.2024	0	364 278	0	0	0	0			48 196	-100,00%	0,00%
03.01.2024	0	329 715	0	0	0	0			48 196	-100,00%	0,00%
04.01.2024	0	329 838	1 023 832	5 460	4 420	1 179	0,00	0,00	48 196	-90,83%	46,40%
05.01.2024	0	342 810	0	73 060	71 740	23 146	0,43	1,17	48 196	+48,85%	46,40%

Суточные значения группируются по месяцам.

2.3.4. Статистика по затратам

Таблица «Затраты» содержит информацию о затратах в разрезе типов затрат и видов оборудования.

Категория затрат	Ед. измерения затрат	Кол-во ед. измерения ...	Суммарные ...	Средние...	Среднедневные...	Среднемесячные...	Среднегодовые
Сумма			0,00		0,00	0,00	0,00
Капитальные			0,00		0,00	0,00	0,00
Общие	Месяц	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Самосвалы	Оборудование-месяц	46,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Экскаваторы	Оборудование-месяц	20,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
СБУ	Оборудование-месяц	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Зарядные машины	Оборудование-месяц	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Бульдозеры	Оборудование-месяц	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Переменные			0,00		0,00	0,00	0,00
Самосвалы			0,00		0,00	0,00	0,00
Смены	Рабочие смены	672	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Наработка	Трудочасы	6,47K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Перемещение	Пройденная дистанция, км	95,7K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Топливо	Затраченное топливо, л	5,55K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Техобслуживание	События техобслуживания	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Внеплановые события	События поломок	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Перерыв по расписанию	События перерыва по расписан...	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ввод в эксплуатацию	События ввода в эксплуатацию	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Вывод из эксплуатации	События вывода из эксплуатации	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Экскаваторы			0,00		0,00	0,00	0,00
СБУ			0,00		0,00	0,00	0,00
Зарядные машины			0,00		0,00	0,00	0,00
Бульдозеры			0,00		0,00	0,00	0,00
Дробилки			0,00		0,00	0,00	0,00
Конвейеры			0,00		0,00	0,00	0,00
Капитальные			0,00		0,00	0,00	0,00
Самосвалы			0,00		0,00	0,00	0,00
Ввод в эксплуатацию	События ввода в эксплуатацию	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Вывод из эксплуатации	События вывода из эксплуатации	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Экскаваторы			0,00		0,00	0,00	0,00
СБУ			0,00		0,00	0,00	0,00
СБУ			0,00		0,00	0,00	0,00
Бульдозеры			0,00		0,00	0,00	0,00
Дробилки			0,00		0,00	0,00	0,00
Конвейеры			0,00		0,00	0,00	0,00

В таблице отображаются:

- Постоянные (фиксированные) затраты всего на карьер/разрез и по видам оборудования
- Количество отработавших оборудование-месяцев по видам оборудования
- Средние постоянные затраты на единицу техники по видам за весь период моделирования/ средние в день, среднемесячные/ среднегодовые
- Переменные затраты по видам оборудования и типам начисления затрат:
 - рабочим сменам
 - наработке по трудочасам
 - наработке по пройденной дистанции
 - по затраченному топливу
 - на техобслуживание
 - на устранение поломок
- Капитальные затраты (затраты на ввод и вывод техники из эксплуатации) всего и по видам оборудования

2.3.5. Статистика по блокам

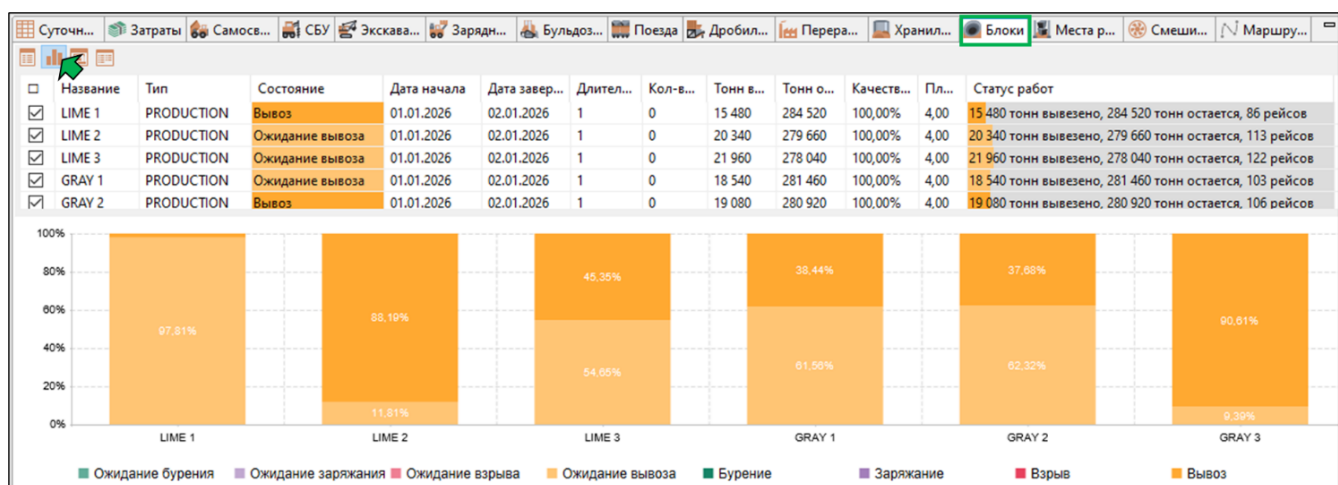
В таблице «Блоки» показаны данные о состоянии блоков в каждый момент времени.

Название	Сво...	Участок	Тип	Состояние	Дата начала	Дата завер...	Длительн...	Кол-во взр...	Вывезено, т	Остается, т	Остается, м3	Качество, %	Плотность...	Статус работ
LIME 1		LIME Area	PRODUCTION	Ожидание вывоза	01.01.2026	01.02.2026	31	0	17 280	282 720	70 680	100,00%	4,00	17 280 тонн вывезено, 282 720 тонн остается, 96 рейсов
LIME 2		LIME Area	PRODUCTION	Ожидание вывоза	01.01.2026	01.02.2026	31	0	0	300 000	75 000	100,00%	4,00	0 тонн вывезено, 300 000 тонн остается, 0 рейсов
LIME 3		LIME Area	PRODUCTION	Ожидание вывоза	01.01.2026	01.02.2026	31	0	0	300 000	75 000	100,00%	4,00	0 тонн вывезено, 300 000 тонн остается, 0 рейсов
GRAY 1		GRAY Area	PRODUCTION	Ожидание вывоза	01.01.2026	01.02.2026	31	0	51 660	248 340	62 085	100,00%	4,00	51 660 тонн вывезено, 248 340 тонн остается, 287 рейсов
GRAY 2		GRAY Area	PRODUCTION	Ожидание вывоза	01.01.2026	01.02.2026	31	0	0	300 000	75 000	100,00%	4,00	0 тонн вывезено, 300 000 тонн остается, 0 рейсов
GRAY 3		GRAY Area	PRODUCTION	Ожидание вывоза	01.01.2026	01.02.2026	31	0	0	300 000	75 000	100,00%	4,00	0 тонн вывезено, 300 000 тонн остается, 0 рейсов
PURPLE 1		PURPLE Area	DEVELOPMENT	Ожидание вывоза	01.01.2026	01.02.2026	31	0	139 500	160 500	40 125	0,00%	4,00	139 500 тонн вывезено, 160 500 тонн остается, 775 рейсов
PURPLE 2		PURPLE Area	DEVELOPMENT	Ожидание вывоза	01.01.2026	01.02.2026	31	0	296 820	3 180	795	0,00%	4,00	296 820 тонн вывезено, 3 180 тонн остается, 1649 рейсов
PURPLE 3		PURPLE Area	DEVELOPMENT	Ожидание вывоза	01.01.2026	01.02.2026	31	0	0	300 000	75 000	0,00%	4,00	0 тонн вывезено, 300 000 тонн остается, 0 рейсов
PURPLE 4		PURPLE Area	DEVELOPMENT	Ожидание вывоза	01.01.2026	01.02.2026	31	0	0	300 000	75 000	0,00%	4,00	0 тонн вывезено, 300 000 тонн остается, 0 рейсов
PURPLE 5		PURPLE Area	DEVELOPMENT	Ожидание вывоза	01.01.2026	01.02.2026	31	0	0	300 000	75 000	0,00%	4,00	0 тонн вывезено, 300 000 тонн остается, 0 рейсов
PURPLE 6		PURPLE Area	DEVELOPMENT	Ожидание вывоза	01.01.2026	01.02.2026	31	0	0	300 000	75 000	0,00%	4,00	0 тонн вывезено, 300 000 тонн остается, 0 рейсов
PURPLE 7		PURPLE Area	DEVELOPMENT		01.01.2026	11.01.2026	11	0	300 000	0	0	0,00%	4,00	Отработан
PURPLE 8		PURPLE Area	DEVELOPMENT		01.01.2026	21.01.2026	21	0	300 000	0	0	0,00%	4,00	Отработан
VIOLET 1		VIOLET Area	DEVELOPMENT		01.01.2026	31.01.2026	30	0	300 000	0	0	0,00%	4,00	Отработан
VIOLET 2		VIOLET Area	DEVELOPMENT	Ожидание вывоза	01.01.2026	01.02.2026	31	0	297 900	2 100	525	0,00%	4,00	297 900 тонн вывезено, 2 100 тонн остается, 1655 рейсов
VIOLET 3		VIOLET Area	DEVELOPMENT	Ожидание вывоза	01.01.2026	01.02.2026	31	0	37 800	262 200	65 550	0,00%	4,00	37 800 тонн вывезено, 262 200 тонн остается, 210 рейсов
VIOLET 4		VIOLET Area	DEVELOPMENT	Ожидание вывоза	01.01.2026	01.02.2026	31	0	0	300 000	75 000	0,00%	4,00	0 тонн вывезено, 300 000 тонн остается, 0 рейсов
VIOLET 5		VIOLET Area	DEVELOPMENT	Ожидание вывоза	01.01.2026	01.02.2026	31	0	0	300 000	75 000	0,00%	4,00	0 тонн вывезено, 300 000 тонн остается, 0 рейсов
VIOLET 6		VIOLET Area	DEVELOPMENT	Ожидание вывоза	01.01.2026	01.02.2026	31	0	0	300 000	75 000	0,00%	4,00	0 тонн вывезено, 300 000 тонн остается, 0 рейсов

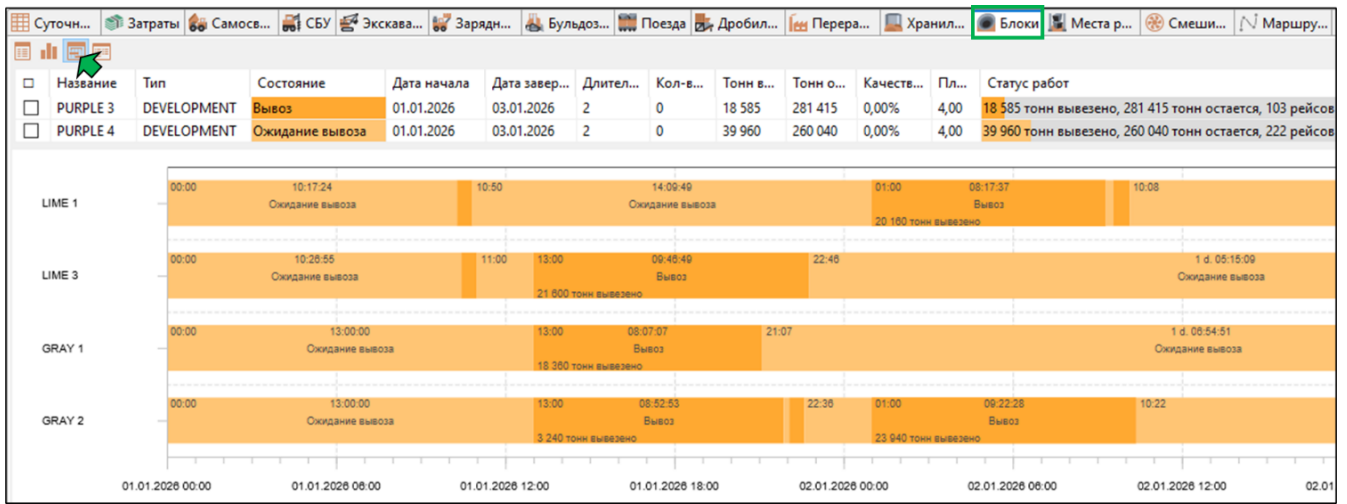
Для каждого блока показаны:


- Добычный участок, к которому относится блок
- Тип добычи (добыча или подготовка)
- Текущее состояние блока (ожидание вывоза, вывоз горной массы и т.д.)
- Дата и время начала и завершения состояния
- Длительность текущего состояния
- Количество взрывов
- Количество вывезенной горной массы в тоннах и м³
- Количество оставшейся в блоке горной массы в тоннах и м³
- Качество горной массы в блоке (содержание полезного вещества)
- Плотность горной массы в блоке
- Статус работ: объем заверченной и оставшейся работы в блоке (количество пробуренных и оставшихся для бурения шпуров, количество вывезенных и оставшихся тонн горной массы и т.д.)

Кнопка  в правом верхнем углу таблицы открывает бар-чарт статистики по блокам.



Кнопка  в правом верхнем углу таблицы открывает Гантт-чарт статистики по блокам.



Кнопка  в правом верхнем углу таблицы открывает детальную таблицу с данными по изменению состояния блоков.

Название	Участок	Состояние	Время начала	Время оконча...	Длительность	Описание	Конечное сме...	Оборудование
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Ожидание бурения	01.01.2041 00:00	02.01.2041 08:35	1 d 08:35:32		0.0	
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Бурение	02.01.2041 08:35	02.01.2041 19:06	10:30:43	66 скважин	139.159023789...	СБУ № 4
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Ожидание бурения	02.01.2041 19:06	02.01.2041 20:00	00:53:44		0.0	
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Бурение	02.01.2041 20:00	03.01.2041 07:15	11:15:12	72 скважин	139.159023789...	СБУ № 4
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Ожидание бурения	03.01.2041 07:15	03.01.2041 08:00	00:44:47		0.0	
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Бурение	03.01.2041 08:00	03.01.2041 09:51	01:51:31	8 скважин	139.159023789...	СБУ № 4
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Ожидание зарядания	03.01.2041 09:51	03.01.2041 12:24	02:33:02		0.0	
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Зарядание	03.01.2041 12:24	03.01.2041 14:37	02:13:17	146 скважин	139.159023789...	МАЗ МЗ-3Б-1...
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Ожидание взрыва	03.01.2041 14:37	08.01.2041 12:00	4 d 21:22:09		0.0	
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Взрыв	08.01.2041 12:00	08.01.2041 13:00	01:00:00		139.159023789...	
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Ожидание вывоза	08.01.2041 13:00	08.01.2041 20:58	07:58:02		0.0	
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Вывоз	08.01.2041 20:58	08.01.2041 21:00	00:01:57	0 тонн вывезено	139.159023789...	БалАЗ 220т №1
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Ожидание вывоза	08.01.2041 21:00	08.01.2041 22:00	01:00:00		0.0	
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Вывоз	08.01.2041 22:00	09.01.2041 03:02	05:02:04	11 000 тонн вывезено	139.159023789...	БалАЗ 220т №...
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Ожидание вывоза	09.01.2041 03:02	09.01.2041 22:00	18:57:55		0.0	
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Вывоз	09.01.2041 22:00	10.01.2041 07:30	09:30:00	12 320 тонн вывезено	139.159023789...	БалАЗ 220т №1
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Ожидание вывоза	10.01.2041 07:30	10.01.2041 08:00	00:30:00		0.0	
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Вывоз	10.01.2041 08:00	10.01.2041 09:28	01:28:19	1 980 тонн вывезено	139.159023789...	БалАЗ 220т №1
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Ожидание вывоза	10.01.2041 09:28	10.01.2041 10:01	00:32:44		0.0	
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Вывоз	10.01.2041 10:01	10.01.2041 19:30	09:28:55	19 800 тонн вывезено	139.159023789...	БалАЗ 220т №...
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Ожидание вывоза	10.01.2041 19:30	10.01.2041 20:00	00:30:00		0.0	
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Вывоз	10.01.2041 20:00	10.01.2041 21:28	01:28:58	1 980 тонн вывезено	139.159023789...	БалАЗ 220т №1
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Ожидание вывоза	10.01.2041 21:28	10.01.2041 22:01	00:32:39		0.0	
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Вывоз	10.01.2041 22:01	11.01.2041 07:30	09:28:21	21 560 тонн вывезено	139.159023789...	БалАЗ 220т №...
Траншея 1 985...	Отвал вскры...	Ожидание вывоза	11.01.2041 07:30	11.01.2041 08:00	00:30:00		0.0	

2.3.6. Работа оборудования

В отдельных таблицах для каждого вида оборудования отображается состояние и общая информация о всех единицах оборудования, такая как:

- Добычной участок, за которым закреплена единица оборудования
- Текущее состояние (движение, выполнение работы, без задач и т.п.)
- Фонд рабочего времени
- Доступность оборудования, в % – отношение времени, когда оборудование было доступно для работы (в соответствии с расписанием и плановыми периодами недоступности), ко всему внутрисменному времени. Например, самосвал работает в две смены по 10 часов. Его внутрисменное время равно 20 часам. Внутри каждой смены у него есть перерыв на обед в течение 0,5 часа и в начале первой смены у него запланировано ТО длительностью 2 часа. Таким образом, доступное время самосвала для работы в эти сутки, составляет $20 - 0,5 * 2 = 17$ часов, а доступность $17/20 = 85\%$

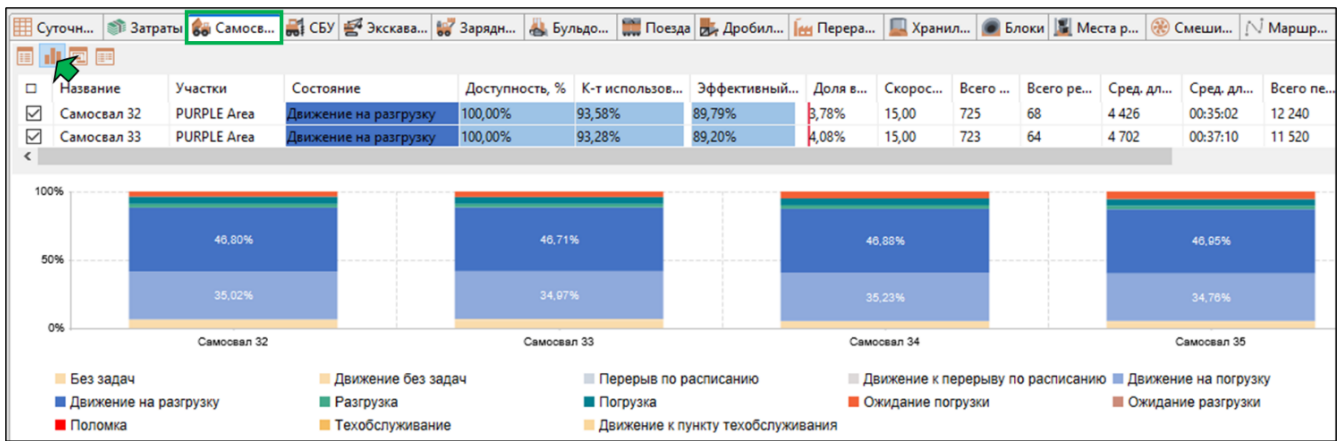
- Коэффициент использования оборудования, в % – отношение времени, когда оборудование выполняло задачи, ко всему внутрисменному времени. Например, самосвал работает в две смены по 10 часов. Его внутрисменное время равно 20 часам. Самосвал находился в движении 5 часов, в состоянии погрузки 3 часа, в состоянии разгрузки 2 часа и в очереди на погрузку перед экскаватором 1 час. Таким образом, суммарное время, потраченное самосвалом на выполнение работы в эти сутки, составляет 5+3+2+1=11 часов, а КИО =11/20=55%
- Эффективный коэффициент использования оборудования, в % - коэффициент использования оборудования без учета непроизводительно потраченного времени. Для предыдущего примера суммарное время, потраченное самосвалом на выполнение работы за вычетом времени ожидания в очереди, составляет 11-1=10 часов, а эффективный КИО =10/20=50%
- Доля времени простоя, в % – отношение непроизводительно потраченного времени ко всему времени выполнения задач. Для предыдущего примера суммарное время, потраченное самосвалом на выполнение работы, составляет 11 часов, «потерянное» в очереди время составляет 1 час. Таким образом, доля простоя составит 1/11=9%
- Затраты на данную единицу оборудования, руб.
- Список участков, на котором данная единица оборудования работала в течение моделирования.

Таблица данных о работе оборудования на примере самосвалов приведена на рисунке.

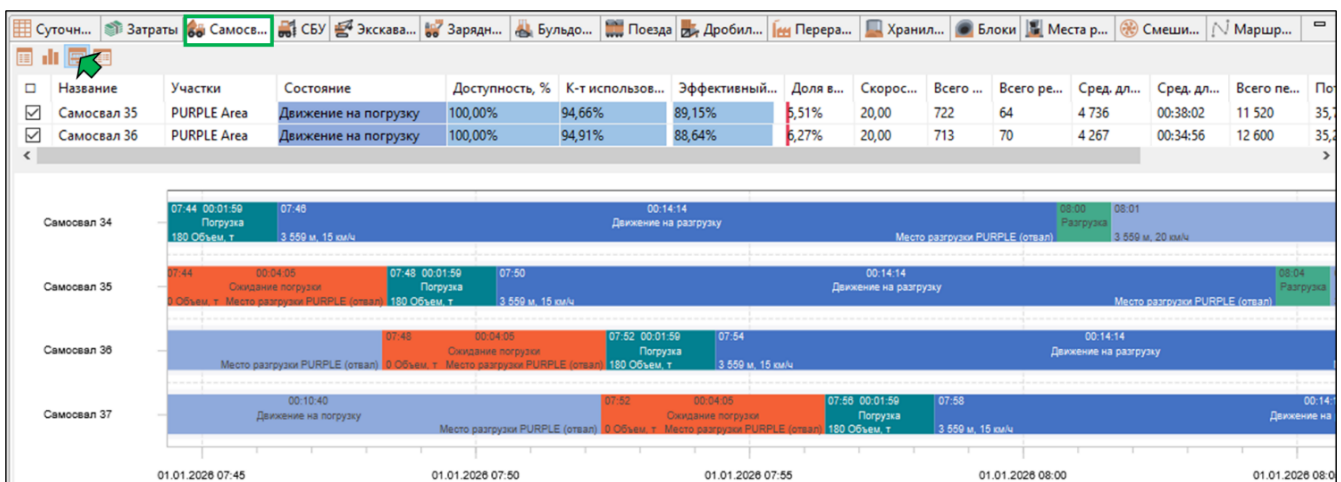
Суточн... Затраты Самосв... СБУ Экскава... Зарядн... Бульдоз... Поезда Дробил... Перера... Хранил... Блоки										
<input checked="" type="checkbox"/>	Название	Участки	Состояние	Доступность, %	К-т использов...	Эффективный...	Доля в...	Скорос...	Всего ...	Всего ре.
<input checked="" type="checkbox"/>	Самосвал 32	PURPLE Area	Движение на разгрузку	100,00%	93,58%	89,79%	3,78%	15,00	725	68
<input checked="" type="checkbox"/>	Самосвал 33	PURPLE Area	Движение на разгрузку	100,00%	93,28%	89,20%	4,08%	15,00	723	64
<input checked="" type="checkbox"/>	Самосвал 34	PURPLE Area	Погрузка	100,00%	94,74%	89,68%	5,06%	0,00	727	65
<input checked="" type="checkbox"/>	Самосвал 35	PURPLE Area	Движение на погрузку	100,00%	94,66%	89,15%	5,51%	20,00	722	64
<input checked="" type="checkbox"/>	Самосвал 36	PURPLE Area	Движение на погрузку	100,00%	94,91%	88,64%	5,27%	20,00	713	70
<input checked="" type="checkbox"/>	Самосвал 37	PURPLE Area	Движение на погрузку	100,00%	95,53%	88,08%	7,45%	20,00	712	68
<input checked="" type="checkbox"/>	Самосвал 38	PURPLE Area	Движение на разгрузку	100,00%	96,16%	87,79%	8,36%	15,00	711	67
<input checked="" type="checkbox"/>	Самосвал 39	PURPLE Area	Движение на разгрузку	100,00%	96,47%	87,65%	8,82%	15,00	711	67
<input checked="" type="checkbox"/>	Самосвал 40	PURPLE Area	Разгрузка	100,00%	95,85%	87,94%	7,91%	0,00	712	67
<input checked="" type="checkbox"/>	Самосвал 41	PURPLE Area	Движение на погрузку	100,00%	95,14%	88,15%	6,99%	20,00	712	68

Кроме того, для отдельных видов оборудования отображается дополнительная специфичная статистика, такая как количество рейсов для самосвалов, количество пробуренных скважин для СБУ и т.д.

По кнопке  в правом верхнем углу таблицы открывается отображение статистики по работе оборудования в виде бар-чарта.



По кнопке в правом верхнем углу таблицы открывается Гантт-чарт статистики работы оборудования.



По кнопке в правом верхнем углу таблицы открывается таблица с детальной информацией о состояниях оборудования за весь период моделирования.

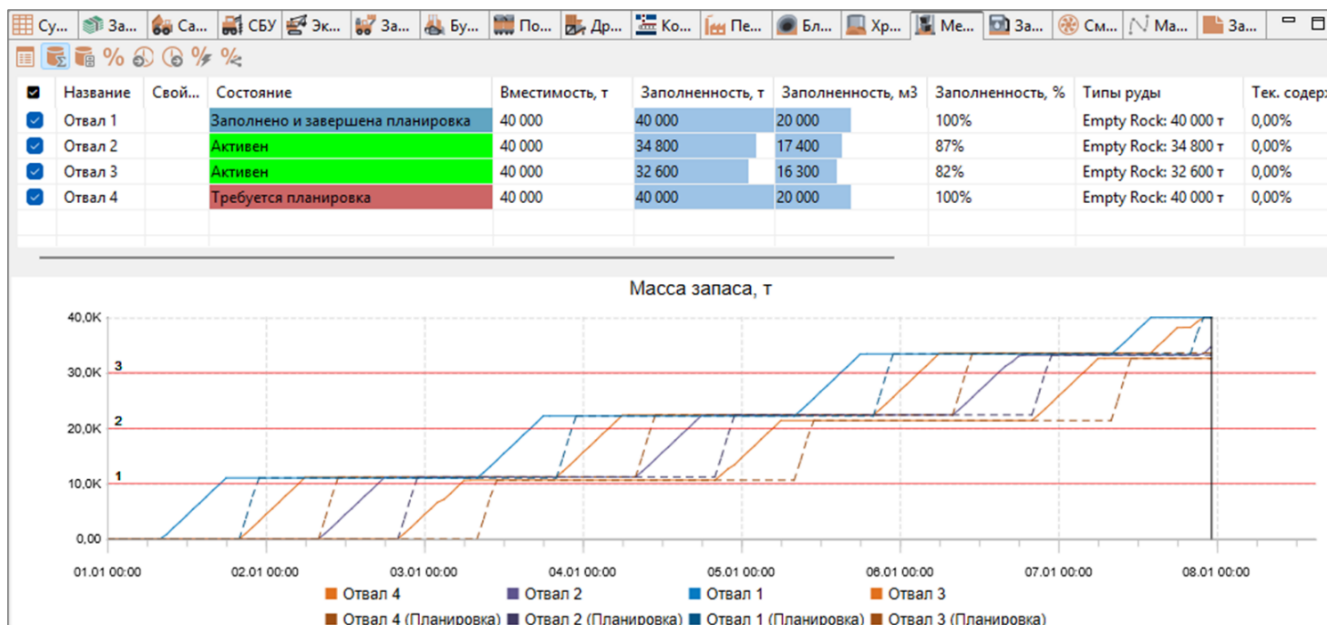
Название	Участки	Состояние	Доступность, %	К-т использов...	Эффективный...	Доля в...	Скорос...	Всего ...	Всего ре...	Сред. дл...	Сред. дл...	Всего пе...
Самосвал 38	PURPLE Area	Движение на разгрузку	100,00%	96,16%	87,79%	3,36%	15,00	711	67	4 386	00:36:40	12 060
Самосвал 39	PURPLE Area	Движение на разгрузку	100,00%	96,47%	87,65%	3,82%	15,00	711	67	4 386	00:36:51	12 060
Самосвал 40	PURPLE Area	Разгрузка	100,00%	95,85%	87,94%	7,91%	0,00	712	67	4 382	00:36:30	12 060
Самосвал 41	PURPLE Area	Движение на погрузку	100,00%	95,14%	88,15%	6,99%	20,00	712	68	4 382	00:36:04	12 240

Самосвал	Тип	Время начала	Время окончания	Длительность	Скорость, км/ч	Пройденное расстояни...	Место погрузки	Место выгрузки
Самосвал 1	Движение на погрузку	01.01.2026 01:00:35	01.01.2026 01:15:33	00:14:57	20	4 984	GRAY 3	Место разгрузки GRAY, LIME (ПИ)
Самосвал 1	Погрузка	01.01.2026 01:15:33	01.01.2026 01:16:33	00:00:59			GRAY 3	Место разгрузки GRAY, LIME (ПИ)
Самосвал 1	Движение на разгрузку	01.01.2026 01:16:33	01.01.2026 01:32:47	00:16:13	15	4 058	GRAY 3	Место разгрузки GRAY, LIME (ПИ)
Самосвал 1	Разгрузка	01.01.2026 01:32:47	01.01.2026 01:33:47	00:00:59			GRAY 3	Место разгрузки GRAY, LIME (ПИ)
Самосвал 1	Движение на погрузку	01.01.2026 01:33:47	01.01.2026 01:45:57	00:12:10	20	4 058	GRAY 3	Место разгрузки GRAY, LIME (ПИ)
Самосвал 1	Погрузка	01.01.2026 01:45:57	01.01.2026 01:46:57	00:00:59			GRAY 3	Место разгрузки GRAY, LIME (ПИ)
Самосвал 1	Движение на разгрузку	01.01.2026 01:46:57	01.01.2026 02:03:11	00:16:13	15	4 058	GRAY 3	Место разгрузки GRAY, LIME (ПИ)
Самосвал 1	Разгрузка	01.01.2026 02:03:11	01.01.2026 02:04:11	00:00:59			GRAY 3	Место разгрузки GRAY, LIME (ПИ)

2.3.7. Места хранения руды

В отдельных таблицах для мест разгрузки и хранилищ отображается информация об их текущих состояниях, такая как заполненность, типы и качество руды и т.д.

Таблица данных о состояниях мест разгрузки приведена на рисунке.



Для каждого места разгрузки отображается:

- Состояние (не активно (не доступно), активно, требуется планировка, планировка бульдозеров, заполнено и завершена планировка)
- Вместимость, в т
- Заполненность, в тоннах, м³ и % от вместимости
- Количество содержащейся в месте разгрузки горной массы по типам
- Текущее содержание полезного вещества в горной массе в месте разгрузки, в %
- Среднеквадратичное отклонение качества (СКО) горной массы, %
- Средняя длительность ожидания разгрузки в данном месте разгрузки, в минутах
- Текущий темп наполнения места разгрузки горной массой, т/мин
- Текущий темп опустошения места разгрузки, т/мин.

По кнопкам в верхней панели инструментов окна **Места разгрузки** открываются отдельные графики, отображающие

- Массу запаса горной массы в местах разгрузки, в тоннах

На этом графике отображается не только заполнение мест разгрузки, но и выравнивание (планировка) мест разгрузки бульдозерами при моделировании планировочных работ

- Объем запаса горной массы в местах разгрузки, в м³
- Изменение качества горной массы, в %
- Темп поступления горной массы в места разгрузки, т/м
- Темп отгрузки горной массы из мест разгрузки, т/м
- Изменения качества фрагментов руды, %
- Изменчивость содержания полезного вещества по переделам, %.

2.3.8. Статистика по маршрутам

В таблице «Маршруты» показаны такие данные о каждом маршруте, как:

- Средняя длина доставки грузным/ порожним, м
- Подъем с грузом/ без груза, м
- Спуск с грузом/ без груза, м
- Кол-во рейсов с грузом/ возвратных рейсов
- Суммарная длина пробега
- Количество перевезенных тонн
- Количество тонно-километров
- Среднее время в пути грузным/ порожним, мин
- Средняя скорость движения грузным/ порожним, км/ч
- Длительность полного цикла погрузки-разгрузки на маршруте, мин
- Процент времени в погрузке/ в разгрузке/ в ожидании
- Качество горной массы, перевезенной по маршруту, %
- Перечень типов и единиц оборудования, выполнявших рейсы по маршруту

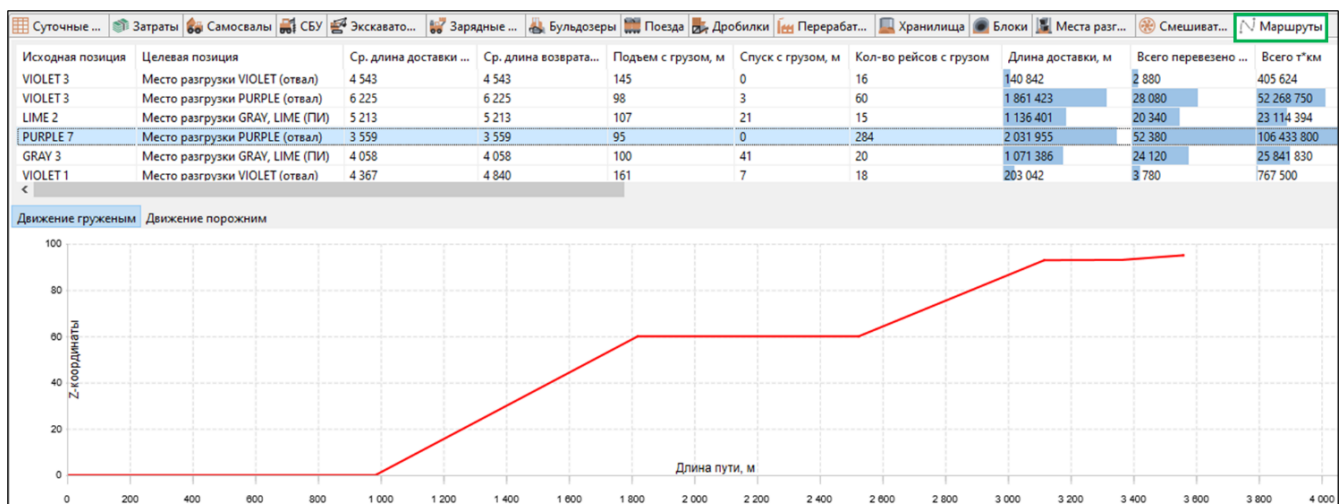
Исходная позиция	Тип начала транспортировки	Целевая позиция	Тип окончания транспортировки	Ср. длина доставки грузным, м	Ср. длина возврата порожним, м	Подъем с грузом, м	Спуск с грузом, м	Подъем без груза, м
LIME 3	Блок	Dump area GRAY, LIME (substance)	Место разгрузки	5 293	5 293	106	0	47
GRAY 3	Блок	Dump area GRAY, LIME (substance)	Место разгрузки	4 058	4 058	92	33	80
PURPLE 7								
VIOLET 4								
PURPLE 8								
VIOLET 5								
LIME 1								
GRAY 1								
PURPLE 2								
VIOLET 6								
GRAY 2								

Спуск без груза, м	Кол-во рейсов с грузом	Кол-во возвратных рейсов	Длина доставки, м	Всего перевезено...	Всего т*км	Среднее время в пути грузным, мин	Средняя скорость движения грузным, км/ч
106	72	64	719 854	12 960	9 329 308	21	15
92	78	77	629 033	14 040	8 831 629	16	15
95	1 667	1 591	11 593 887	300 000	3 478 165 964	14	15
75	1 667	1 601	8 868 369	300 000	2 660 510 562	11	15
95	1 667	1 593	11 636 401	300 000	3 490 920 210	14	15
93	1 659	1 597	10 586 425	298 620	3 161 318 244	13	15
76	1 578	1 529	14 471 676	284 040	4 110 534 964	19	15
92	1 638	1 500	11 704 532	295 000	3 453 071 129	14	15

Среднее время в пути порожним, мин	Средняя скорость движения порожним, км/ч	Длит-сть полного цикла, м...	% времени в погрузке	% времени в разгрузке	% времени в ожидании погрузки
132	20	39	3%	3%	1%
16	20	30	3%	3%	1%
12	20	30	3%	3%	1%
92	20	30	7%	3%	8%
11	20	24	8%	4%	7%
8	20	29	7%	3%	5%
11	20	27			
10	20	36			
14	20				

% времени в ожидании разгрузки	Качество, %	Оборудование	Типы оборудования
0%	100,00%	Truck 14, Truck 13, Truck ...	CAT
0%	100,00%	Truck 1, Truck 2, Truck 3, ...	CAT
0%	0,00%	Truck 30, Truck 31, Truck ...	CAT
0%	0,00%	Truck 16, Truck 27, Truck ...	CAT
0%	0,00%	Truck 45, Truck 30, Truck ...	CAT

Для каждого маршрута отображается профиль маршрута по оси Z.



2.4. Графики и диаграммы

Визуализация MineTwin OpenPit включает различные графики и диаграммы для анализа результатов моделирования. По умолчанию они сгруппированы в три окна в правой части экрана.

2.4.1. Графики для анализа очистных работ и добыче полезного вещества

Несколько графиков в верхнем правом окне посвящены анализу хода добычных работ:

1. Кумулятивный график добычи руды

Кумулятивный график добычи руды показывает накопленный прогресс горных работ во времени, отображая общий объём горной массы (в тоннах), прошедшей через каждую стадию горного цикла.

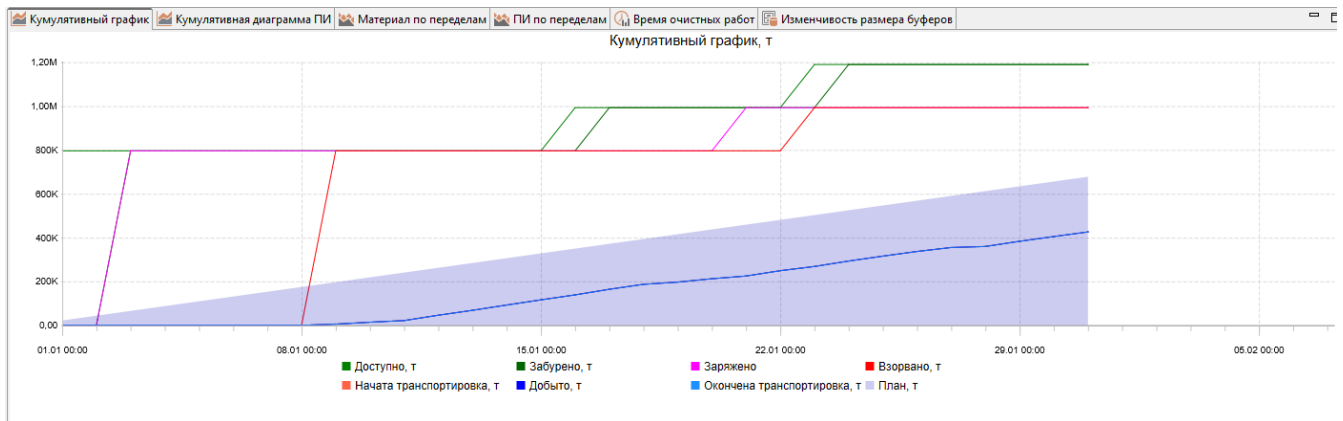


График позволяет отследить, сколько горной массы было достигнуто, пробурено, заряжено, взорвано, вывезено и признано добытой по сравнению с производственным планом. Он позволяет наглядно сравнивать фактический прогресс с запланированными целями.

Элементы графика:

- Ось X (горизонтальная): временная шкала (даты и время моделирования)
- Ось Y (вертикальная): накопленный объём горной массы, т

Линии и области:

- **Доступно, т** — масса руды в блоках, к которым обеспечен доступ для бурения
- **Забурено, т** — масса руды в блоках, где завершено бурение
- **Заряжено, т** — масса руды в блоках, где завершено заряжание
- **Взорвано, т** — масса руды в блоках, которые были взорваны и готовы к вывозке
- **Начата транспортировка, т** — масса руды, которая начали вывозить
- **Добыто, т** — масса руды, признанная добытой
- **Окончена транспортировка, т** — масса руды, доставленная на места разгрузки

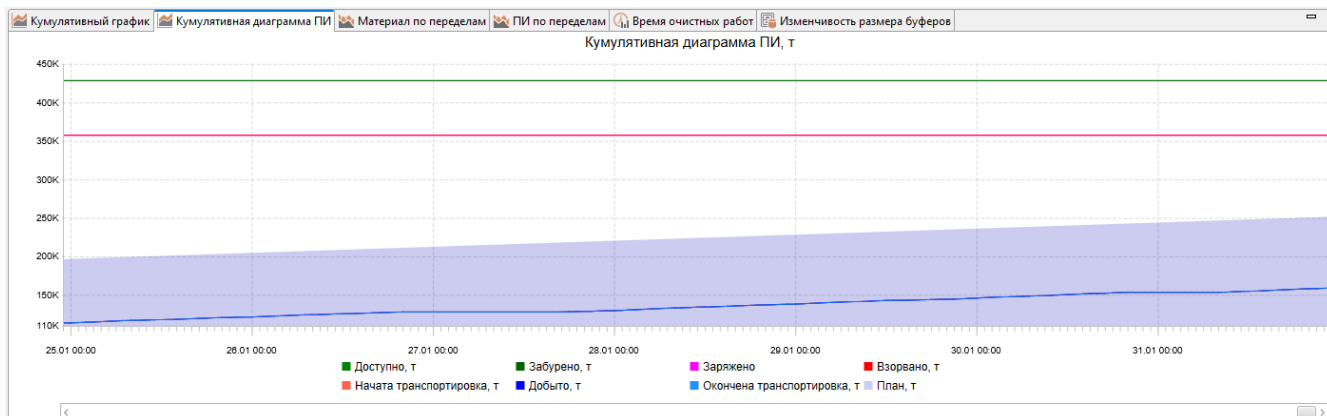
- **План, т** (залитая область) — накопленная плановая цель добычи

Как использовать:

- Следить за продвижением горной массы по стадиям производственного цикла.
- Проверять, насколько фактическая добыча (Добыто / Окончена транспортировка) соответствует плану.
- Выявлять узкие места: горизонтальные участки линий показывают стадии без прогресса.
- Обнаруживать отставания: если линия Добыто существенно отстаёт от плановой области, значит добыча отстаёт от графика.

2. Кумулятивная диаграмма ПИ

Кумулятивная диаграмма ПИ отображает накопленный объём **полезного вещества**, содержащегося в рудной массе, по тому же принципу, что и **Кумулятивный график добычи руды**.



3. Материал по переделам

График **Материал по переделам** показывает объём горной массы (в тоннах), находящейся в работе на каждой стадии производственного цикла во времени.

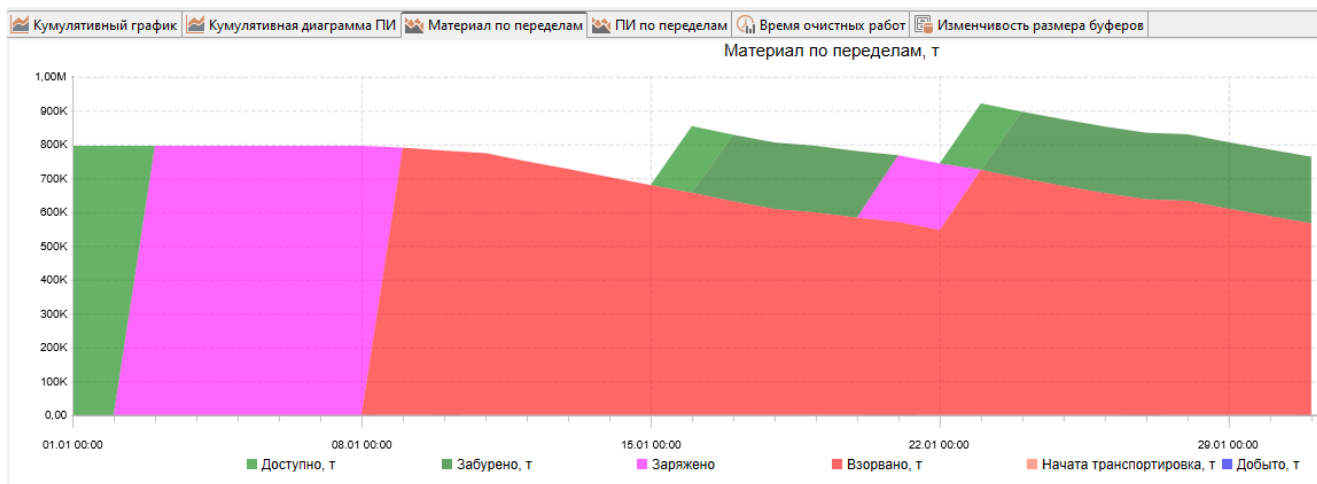


График позволяет анализировать, на какой стадии в текущий момент накапливается горная масса, выявлять узкие места процесса.

Элементы графика:

- Ось X: временная шкала (даты и время моделирования)
- Ось Y: объём горной массы, находящейся в работе, т

Составные области:

- **Доступно, т** — масса руды в блоках, доступных, но ещё не пробурённых
- **Забурено, т** — масса руды пробурена, но ещё не заряжена
- **Заряжено, т** — масса руды заряжена, но ещё не взорвана
- **Взорвано, т** — масса руды взорвана, но ждёт вывоза
- **Начата транспортировка, т** — масса руды вывозится, но ещё не признана добытой
- **Добыто, т** — масса руды признана добытой, но её вывоз ещё не завершён

Как использовать:

- Наблюдать поток материала через стадии и места его накопления.
- Выявлять узкие места — накопление на какой-то стадии указывает на нехватку ресурсов следующего этапа.
- Проверять сбалансированность процесса — устойчивые уровни материала говорят о ровном потоке, резкие скачки — о сбоях.
- Отслеживать истощение запасов взорванного материала по мере его вывоза.

4. Полезные вещества по переделам

График **Полезные вещества по переделам** аналогичен графику **Материал по переделам**,

но отображает **полезное вещество** в горной массе.

5. Время очистных работ

График **Время очистных работ** показывает, сколько времени (в днях) горная масса проводит на каждой стадии производственного процесса.

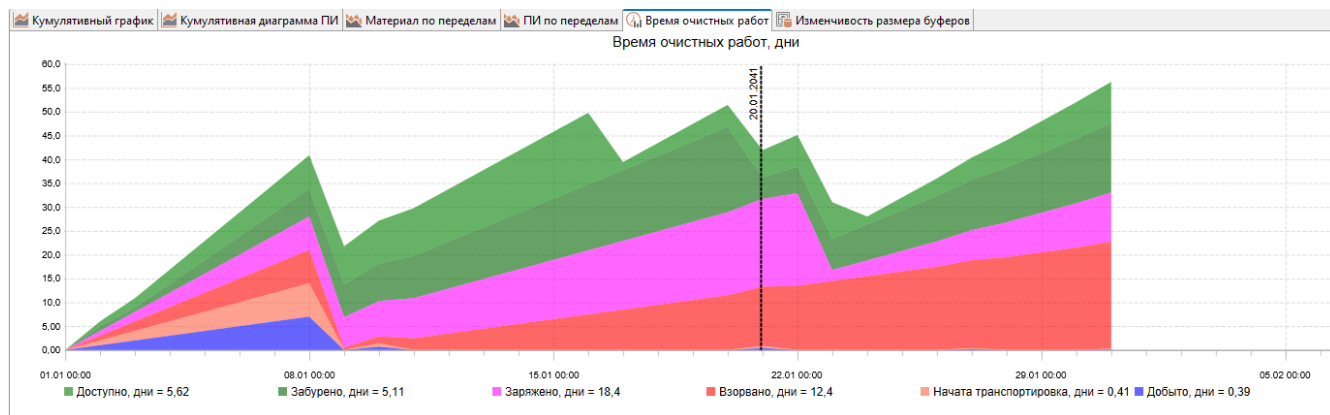


График позволяет оценить эффективность производственной цепочки и выявлять задержки или узкие места, увеличивающие общее время прохождения цикла.

Элементы графика:

- Ось X: временная шкала
- Ось Y: время пребывания горной массы в стадии, дни

Составные области:

- **Доступно, дни** — время от момента обеспечения доступа до начала бурения
- **Забурено, дни** — время от бурения до начала заряжания
- **Заряжено, дни** — время от заряжания до взрыва
- **Взорвано, дни** — время от взрыва до начала вывоза
- **Начата транспортировка, дни** — время от начала вывоза до признания горной массы добытой
- **Добыто, дни** — время от признания добытой до доставки в пункт назначения

Как использовать:

- Оценивать общую продолжительность производственного цикла: чем выше значения, тем медленнее процесс.
- Выявлять стадии с наибольшими задержками — самые толстые цветные полосы.
- Отслеживать динамику: растущая кривая означает увеличение задержек, падающая — улучшение пропускной способности.
- Анализировать совместно с графиками **Материал по переделам** и **Кумулятивный график добычи руды**, чтобы понять, где задержки вызывают накопления.

6. Изменчивость размера буферов

График **Изменчивость размера буферов** показывает, сколько времени (в днях) горная масса в среднем ожидает на каждой стадии процесса перед переходом на следующую.

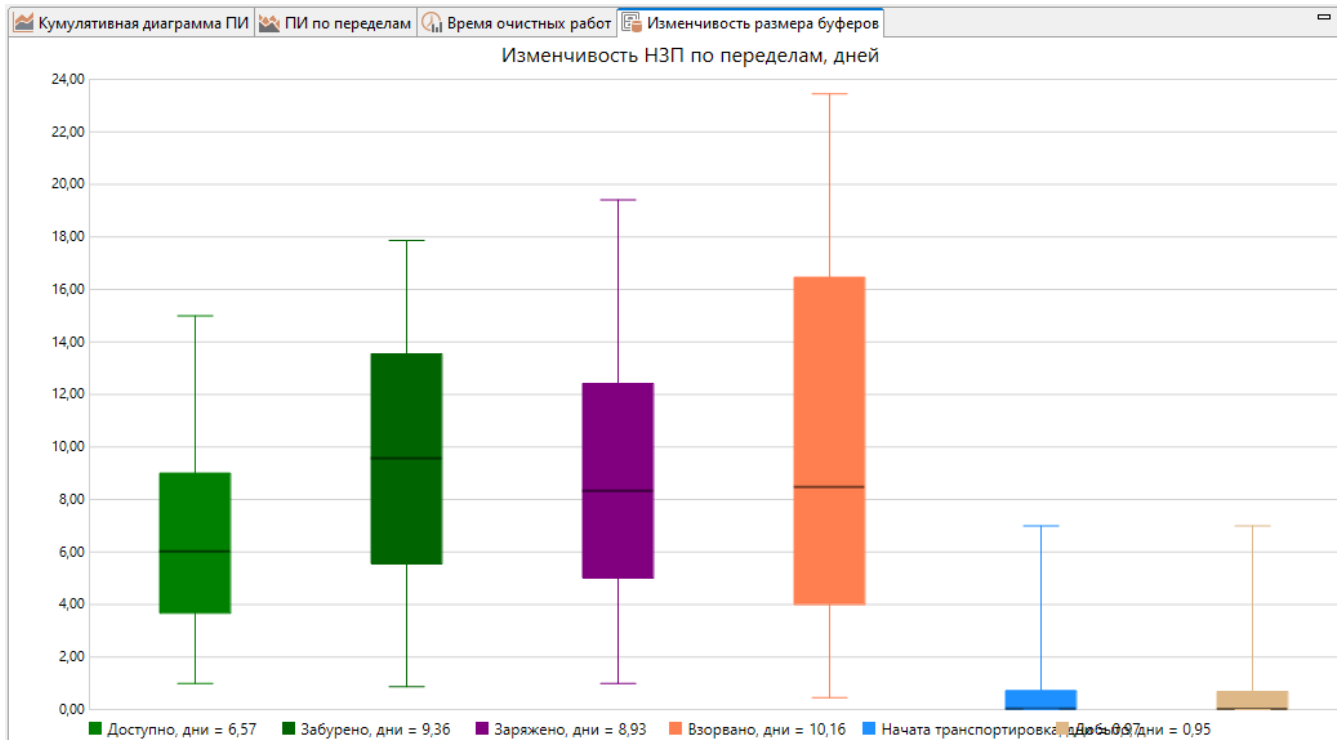


График позволяет оценить стабильность производственного потока и выявить места чрезмерных накоплений или задержек.

Элементы графика:

- Ось X: стадии горного цикла
- Ось Y: размер буфера, выраженный во времени ожидания (дни)

Элементы диаграммы для каждой стадии:

- **Доступно, дни** — ожидание до начала бурения
- **Забурено, дни** — ожидание до начала заряжания
- **Заряжено, дни** — ожидание до взрыва
- **Взорвано, дни** — ожидание до вывоза
- **Начата транспортировка, дни** — время в процессе вывоза до признания добытой
- **Добыто, дни** — время после признания добытой до доставки в пункт назначения

Компоненты диаграммы:

- **Чёрная линия внутри прямоугольника** — медиана
- **Прямоугольник** — диапазон от 25-го до 75-го перцентилей
- **«Усы»** — минимальные и максимальные значения

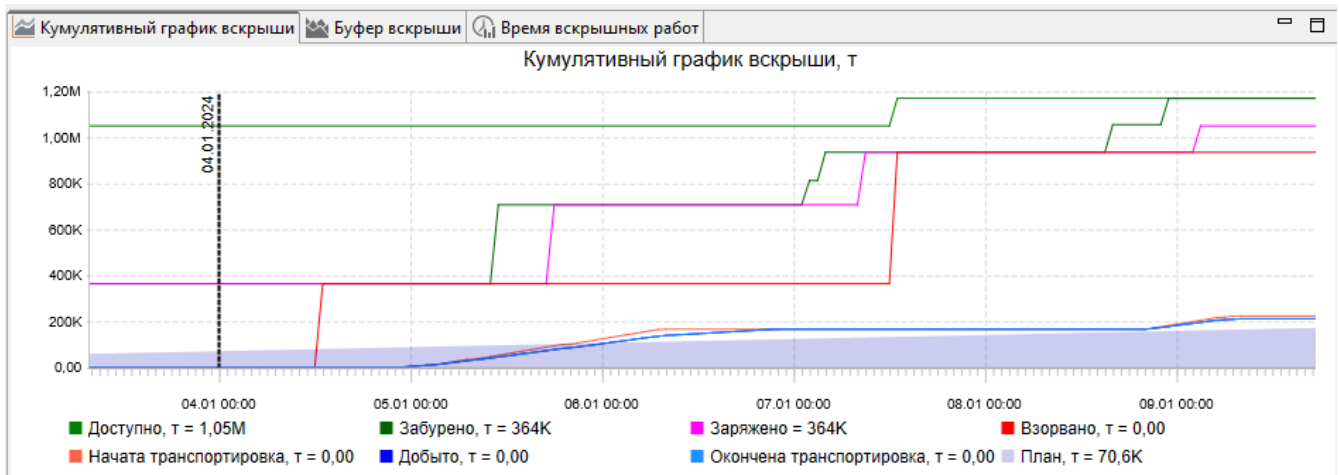
Как использовать:

- Выявлять стадии с наибольшими буферами (высокие прямоугольники) — возможные узкие места.
- Анализировать устойчивость потока — высокие прямоугольники и длинные усы означают колебания и нестабильность.
- Стремиться к сбалансированным буферам для ровного производственного потока.
- Использовать совместно с графиками **Материалы по переделам** и **Время очистных работ** для изучения связи буферов с задержками.


2.4.2. Графики для анализа добычи по вскрышным породам

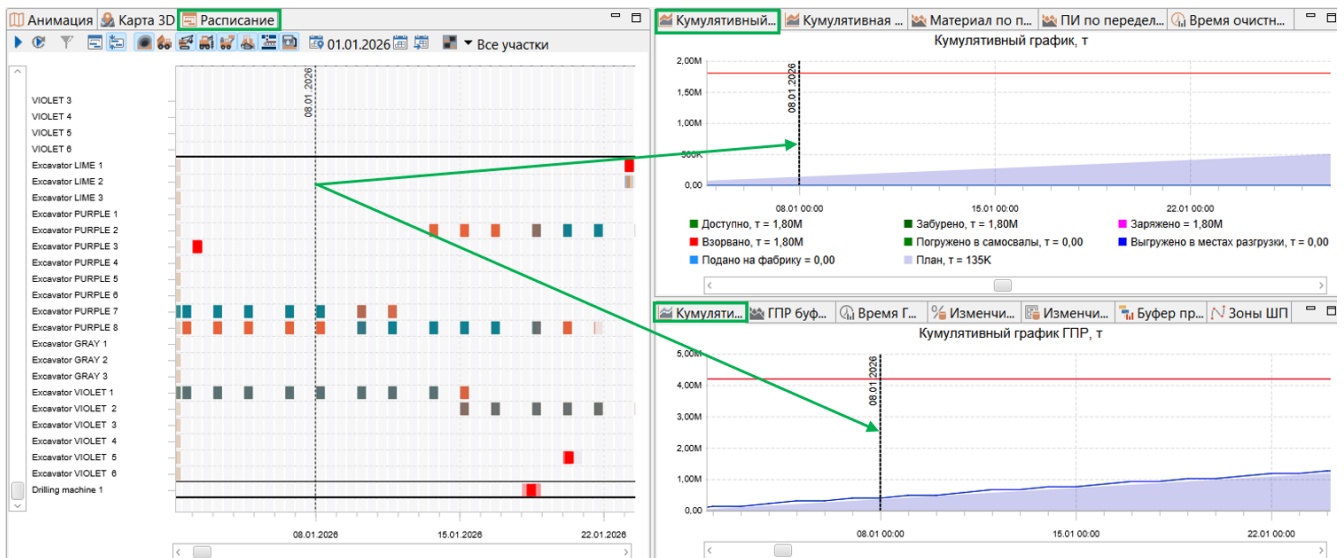
В среднем правом окне расположены 3 графика для вскрышных работ:

- Кумулятивный график вскрыши
- Буфер вскрыши
- Время вскрышных работ



Логика этих графиков аналогична соответствующим графикам для добычных работ.

Примечание: на всех графиках (кроме box-plot) можно щёлкать по элементам легенды, чтобы включить или выключать отображение соответствующих рядов данных. Щёлчок внутри области графика показывает значения всех видимых рядов в выбранный момент времени. При нажатии на кнопку  в верхней панели инструментов кумулятивные графики синхронизируются с расписанием и графиками работы оборудования.

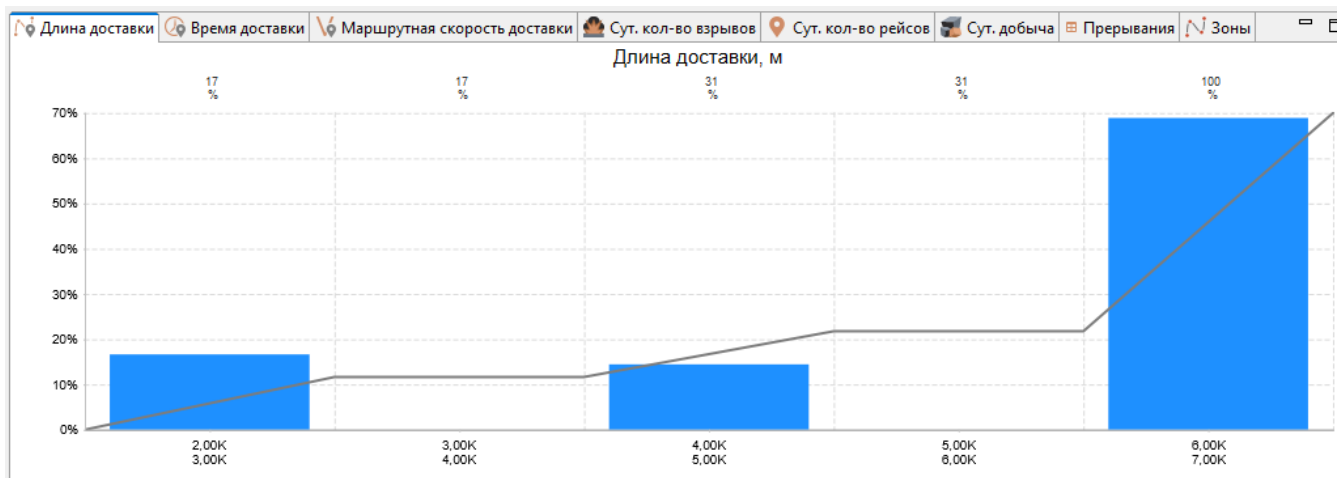


2.4.3. Прочие графики и таблицы

В нижнем правом окне расположены дополнительные графики и таблицы, в основном для анализа статистики транспортировки руды и других событий.

1. Длина доставки

График **Длина доставки** показывает распределение дистанции перевозки (в метрах) для всех рейсов, выполненных в ходе моделирования.



Этот график помогает анализировать, на какие расстояния в среднем перемещаются самосвалы или ПДМ, выявлять типичные расстояния перевозки и обнаруживать чрезмерно длинные или неэффективные маршруты, которые могут снижать производительность.

Элементы графика:

- Ось X: интервалы расстояния перевозки (м)
- Левая ось Y: доля рейсов в каждом интервале (%)
- Правая ось Y: накопленная доля всех рейсов (%)

Компоненты:

- **Синие столбцы** — доля рейсов в интервале (гистограмма)
- **Серая линия** — накопленная доля рейсов
- **Подписи над столбцами** — точное накопленное значение включая текущий интервал

Как использовать:

- Определять наиболее распространённые расстояния перевозки — они отображаются как пики гистограммы.
- Анализировать баланс распределения — если большинство рейсов сосредоточено на очень коротких или очень длинных расстояниях, стоит рассмотреть оптимизацию дорожной сети или назначений точек разгрузки.
- Отслеживать дальние рейсы — высокий процент дальних перевозок может указывать на потенциальные узкие места или неэффективные маршруты.
- Использовать совместно с графиками **Время доставки** и **Маршрутная скорость движения** для оценки эффективности транспортировки.

2. Время доставки

График **Время доставки** показывает распределение длительности рейсов перевозки (в минутах).

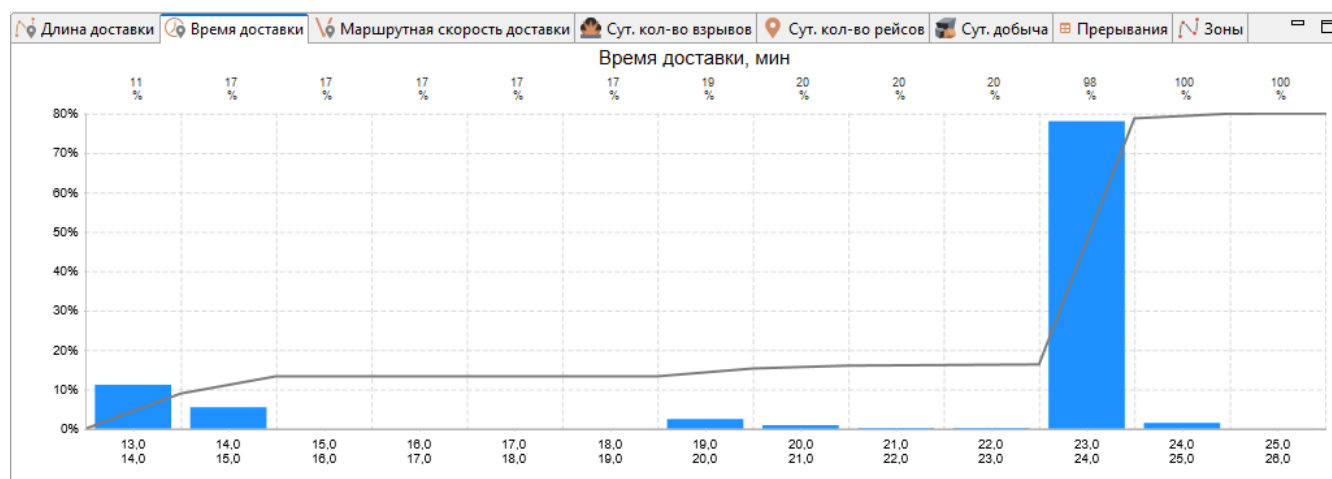


График помогает оценить эффективность транспортных операций, показывая, сколько времени занимают типичные рейсы перевозки, выявлять необычно длинные или короткие рейсы, а также задержки, снижающие производительность парка техники.

Элементы графика:

- Ось X (горизонтальная) — интервалы времени перевозки (мин)
- Левая ось Y (вертикальная) — процент рейсов в каждом интервале времени
- Правая ось Y (вертикальная, кумулятивная линия) — накопленный процент всех рейсов

Компоненты графика:

- Синие столбцы — доля рейсов в каждом интервале времени (гистограмма)
- Серая кумулятивная линия — накопленный процент всех рейсов по мере увеличения

времени

- Подписи над столбцами — точный накопленный процент всех рейсов до текущего интервала

Как использовать:

- Определять наиболее распространённые длительности перевозки — пики гистограммы.
- Выявлять аномально длительные рейсы, которые могут указывать на задержки, заторы или поломки.
- Оценивать стабильность работы парка техники — узкий диапазон (сжатый кластер столбцов) означает устойчивую работу, широкий диапазон — колебания производительности.
- Сравнить с графиками **Время доставки** и **Маршрутная скорость движения**, чтобы понять, вызваны ли длинные времена перевозки увеличенными расстояниями или сниженной скоростью движения.

3. Маршрутная скорость движения

График **Маршрутная скорость движения** показывает распределение средних скоростей перевозки (в км/ч).



График помогает оценить эффективность транспортировки, показывая, с какой скоростью в среднем осуществляется перевозка горной массы, а также выявлять случаи низких скоростей, которые могут указывать на заторы, крутые уклоны, плохое состояние дорог или технические неисправности.

Элементы графика:

- Ось X (горизонтальная) — интервалы средних скоростей перевозки (км/ч)
- Левая ось Y (вертикальная) — процент рейсов в каждом интервале скоростей
- Правая ось Y (вертикальная, кумулятивная линия) — накопленный процент всех рейсов

Компоненты графика:

- Синие столбцы — доля рейсов в каждом диапазоне скоростей (гистограмма)

- Серая кумулятивная линия — накопленный процент всех рейсов по мере увеличения скорости
- Подписи над столбцами — точный накопленный процент всех рейсов до текущего интервала

Как использовать:

- Определять наиболее распространённые скорости движения — пики гистограммы.
- Выявлять низкие скорости, которые могут указывать на плохие дорожные условия, пробки или задержки.
- Оценивать стабильность скоростей — узкий кластер скоростей означает стабильную работу, широкий — наличие значительных колебаний.
- Использовать совместно с графиками **Время доставки** и **Длина доставки** для понимания, вызваны ли длительные времена перевозки большими расстояниями или низкими скоростями.

4. Суточное количество взрывов

График **Суточное количество взрывов** показывает распределение количества взорванных блоков в день.



График помогает оценить интенсивность и регулярность взрывных работ, показывая, как часто происходят взрывы и равномерно ли они распределены во времени или выполняются крупными партиями.

Элементы графика:

- Ось X (горизонтальная) — количество взорванных блоков в день
- Левая ось Y (вертикальная) — процент дней моделирования с таким количеством взорванных блоков
- Правая ось Y (вертикальная, кумулятивная линия) — накопленный процент всех дней, в которые было столько же или меньше взорванных блоков

Компоненты графика:

- Синие столбцы — доля дней с указанным количеством взорванных блоков
- Серая кумулятивная линия — накопленный процент всех дней с таким или меньшим числом взрывов
- Подписи над столбцами — точный накопленный процент всех дней с таким или меньшим числом взрывов

Как использовать:

- Определять типичную частоту взрывных работ — самая высокая колонка.
- Выявлять режим «рывков» или стабильных взрывов:
 - Одна высокая колонка возле нуля означает редкие взрывы.
 - Более широкий диапазон колонок означает более равномерную ежедневную работу.
- Использовать совместно с графиками **Суточное количество рейсов** и **Суточная добыча**, чтобы понять, как взрывные работы влияют на производственный цикл.

5. Суточное количество рейсов

График **Суточное количество рейсов** показывает распределение количества рейсов с горной массой за день в ходе моделирования.

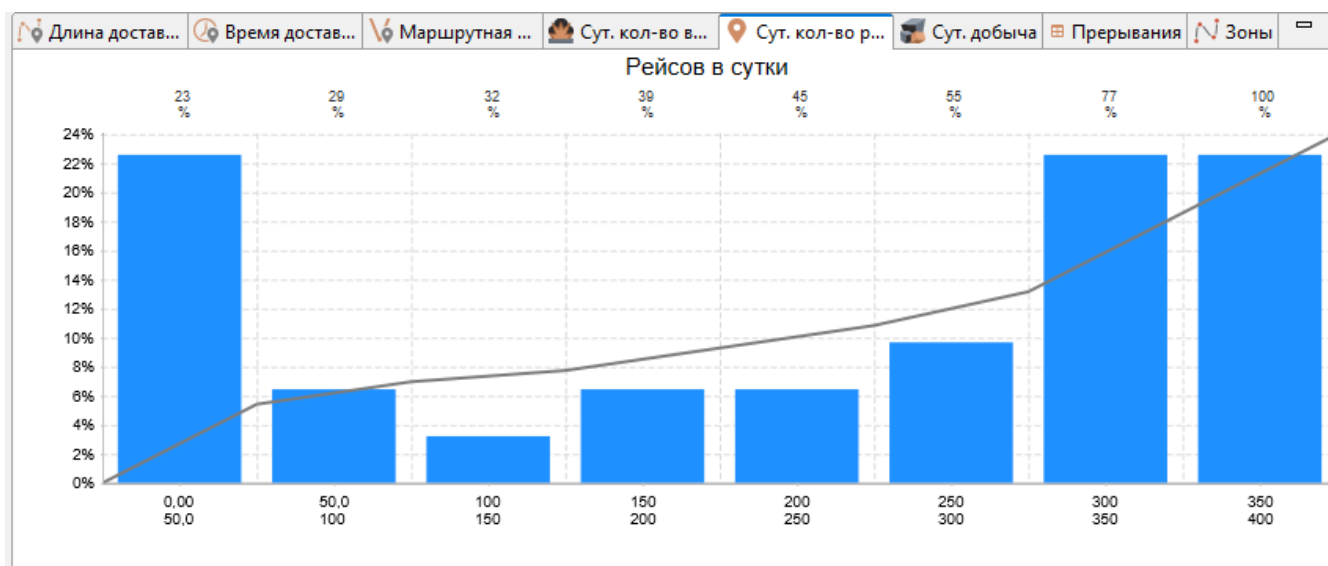


График помогает анализировать интенсивность и регулярность транспортных операций, показывая, сколько рейсов с грузом обычно выполняется в день, и выявлять стабильность или изменчивость этой активности.

Элементы графика:

- Ось X (горизонтальная) — количество рейсов с грузом за день
- Левая ось Y (вертикальная) — процент дней с таким количеством рейсов
- Правая ось Y (вертикальная, кумулятивная линия) — накопленный процент всех дней с таким или меньшим количеством рейсов

Компоненты графика:

- Синие столбцы — доля дней с указанным количеством рейсов с грузом
- Серая кумулятивная линия — накопленный процент всех дней с таким или меньшим числом рейсов
- Подписи над столбцами — точный накопленный процент всех дней с таким или меньшим числом рейсов

Как использовать:

- Определять типичную дневную нагрузку на парк самосвалов или ПДМ (самая высокая колонка).
- Выявлять нестабильность количества выполняемых рейсов — широкий диапазон колонок означает большие колебания.
- Выявлять наличие низкой активности — высокие колонки возле нуля.
- Использовать совместно с графиками **Суточное количество взрывов** и **Суточная добыча**, чтобы понять, как перевозки соотносятся с взрывными и объемом добычи.

6. Суточная добыча

График **Суточная добыча** показывает распределение общего количества горной массы (в тоннах), добываемой в день за период моделирования.

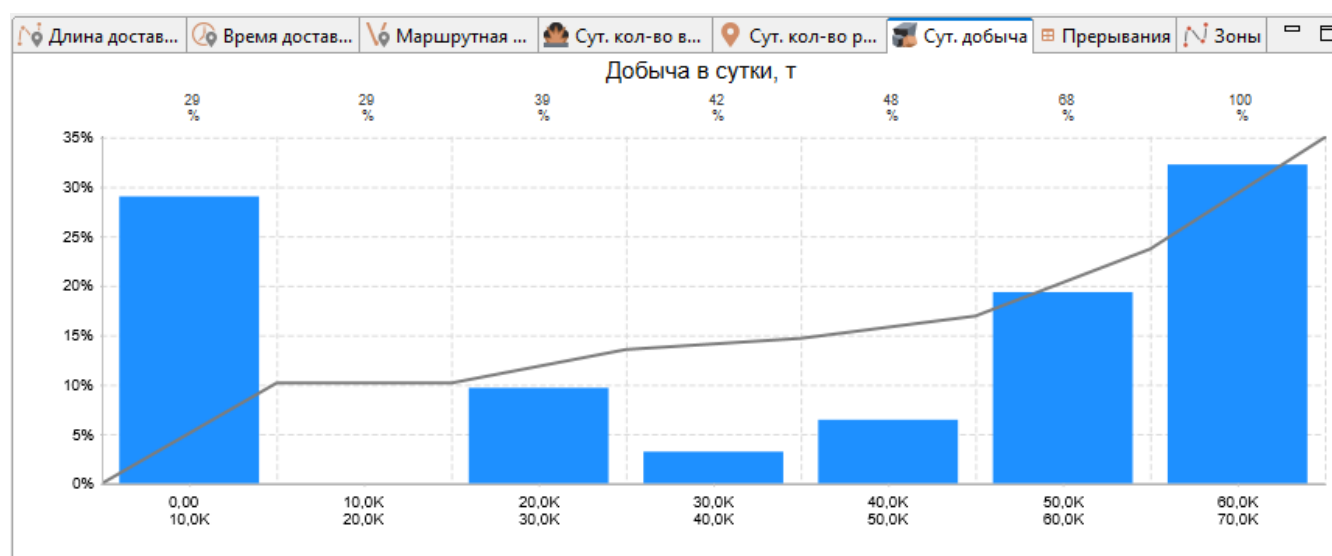


График помогает оценить производительность горных работ по дням, показывает, сколько руды обычно добывается за день и насколько стабильна производительность.

Элементы графика:

- Ось X (горизонтальная) — общий добытый тоннаж за день
- Левая ось Y (вертикальная) — процент дней с таким количеством добытой руды
- Правая ось Y (вертикальная, кумулятивная линия) — накопленный процент всех дней с таким или меньшим тоннажем

Компоненты графика:

- Синие столбцы — доля дней с указанным добытым тоннажем
- Серая кумулятивная линия — накопленный процент всех дней по мере увеличения тоннажа
- Подписи над столбцами — точный накопленный процент всех дней до текущего интервала

Как использовать:

- Определять типичный дневной объём добычи — самая высокая колонка.
- Выявлять простои — высокие колонки возле нуля могут указывать на простои или сбои в работе.
- Проверять стабильность добычи — узкий диапазон колонок означает устойчивый объём суточной добычи, широкий — колебания.
- Использовать совместно с графиками **Суточное количество рейсов** и **Суточное количество взрывов**, чтобы понять, как добыча соотносится с активностью перевозки и взрывных работ.

Примечание: во всех гистограммах левая граница диапазона включается, а правая — исключается. Например, диапазон 0–1 (для целых значений числа взрывов) включает только дни с 0 взрывов.

7. Таблица Прерывания

Таблица **Прерывания** суммирует все события простоев, произошедшие в ходе моделирования, сгруппированные по типам техники и видам простоев. Она даёт обзор того, сколько времени техника была недоступна из-за плановых или внеплановых простоев.

Тип оборудов...	Тип пере...	Описание пер...	Кол-...	Кол-...	Длительн...	Длительн...	Затраты
ЭКГ-12	Период ...	Подчистка бу...	2	124	124,00	8,33%	0
ЭКГ-12	Период ...	Взрыв	2	10	10,00	0,67%	0
ЭКГ-12	Техобсл...	СР	2	3	36,00	2,42%	0
ЭКГ-12	Техобсл...	ТО	2	8	48,00	3,23%	0
ЭКГ-12	Внеплан...	Метеоусловия	2	6	72,00	4,84%	0
ЭКГ-12	Техобсл...	ТР	2	4	36,00	2,42%	0
ЭКГ-20	Период ...	Подчистка бу...	3	186	186,00	8,33%	0
ЭКГ-20	Период ...	Взрыв	3	15	15,00	0,67%	0
ЭКГ-20	Техобсл...	ТО	3	12	72,00	3,23%	0
ЭКГ-20	Техобсл...	ТР	3	7	63,00	2,82%	0
ЭКГ-20	Внеплан...	Метеоусловия	3	9	108,00	4,84%	0
ЭКГ-20	Техобсл...	СР	3	3	36,00	1,61%	0
БелАЗ 75131(1...	Период ...	Взрыв	6	50	50,00	1,12%	0
БелАЗ 75131(1...	Техобсл...	ТО	6	24	144,00	3,23%	0
БелАЗ 75131(1...	Внеплан...	Метеоусловия	6	18	216,00	4,84%	0
БелАЗ 75131(1...	Техобсл...	ТР	6	12	108,00	2,42%	0
БелАЗ 75131(1...	Техобсл...	СР	6	6	72,00	1,61%	0
БелАЗ 75306(2...	Период ...	Взрыв	10	50	50,00	0,67%	0
БелАЗ 75306(2...	Техобсл...	ТО	10	40	240,00	3,23%	0
БелАЗ 75306(2...	Техобсл...	ТР	10	20	180,00	2,42%	0

Таблица помогает анализировать влияние различных причин простоев (например, погодные условия, техническое обслуживание, взрывы) на доступность и производительность техники.

Столбцы таблицы:

- **Тип оборудования** — тип техники, на которую повлияли простои
- **Тип перерыва** — категория простоя
- **Описание перерыва** — конкретное название простоя (например, *Взрыв* или *Метеоусловия*)
- **Кол-во ед. оборудования** — количество единиц техники данного типа, на которые повлиял этот простой
- **Кол-во событий** — общее количество событий простоев этого типа за период моделирования
- **Длительность, ч** — общее время (в часах), в течение которого техника была недоступна из-за этого простоя
- **Длительность на ед. оборудования, %** — доля запланированного рабочего времени, проведённая каждым затронутым агрегатом в состоянии простоя (в процентах)
- **Затраты** — общие затраты, связанные с этим простоем (если заданы параметры стоимости)

Как использовать:

- Определять, какие типы простоев вызывают наибольшие потери времени (смотреть на **Длительность, ч** и **Длительность на ед. оборудования, %**).
- Выявлять плановые и внеплановые простои для оценки надёжности эксплуатации.
- Использовать данные для корректировки графиков (например, улучшения планирования ТО или снижения влияния погодных факторов) и повышения доступности техники.
- Если учёт затрат включён, сравнивать стоимость простоев для разных типов техники.

8. Таблица Зоны

Таблица **Зоны** предоставляет разбивку показателей работы транспорта по зонам. Зоны — это определённые пользователем области транспортной сети, используемые для группировки ребер транспортной сети при анализе.

Зона	Длина, км	Средняя скорость...	Средняя скорость...	Отгружено, т*км
(none)	27,44	18,44	24,09	2 073 589
Дороги	12,39	18,42	24,12	6 791 017
Железная руда	0,88	17,12	22,60	46 779
Боросодержа...	0,00	0,00	0,00	0
Вскрыша	0,31	19,47	25,41	70 860
ЦПТ	0,00	0,00	0,00	0

Таблица помогает оценивать эффективность транспортной работы в различных частях карьера, сравнивая расстояния перевозки, скорости движения и объёмы перевезённой массы по зонами.

Столбцы таблицы:

- **Зона** — название зоны, присвоенной дорожным сегментам (или (none), для сегментов,

которым не назначена зона)

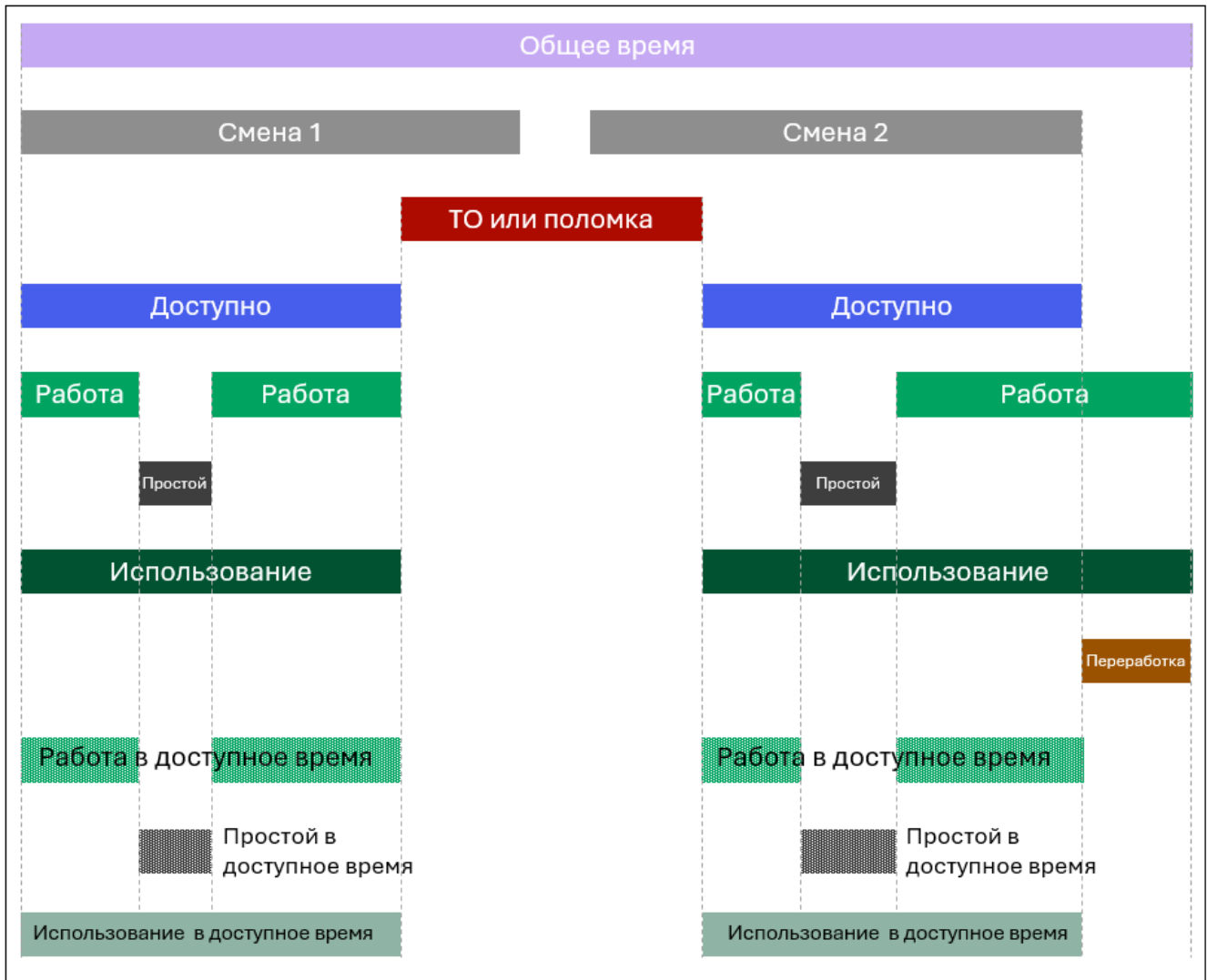
- **Длина, км** — общая длина всех сегментов в этой зоне
- **Ср. скорость с грузом, км/ч** — средняя скорость техники при движении с грузом внутри этой зоны
- **Ср. скорость без груза, км/ч** — средняя скорость техники при движении порожняком внутри этой зоны
- **Отгружено, т * км** — общий объём транспортной работы, выполненной в этой зоне, измеряемый как тонны × километры

Как использовать:

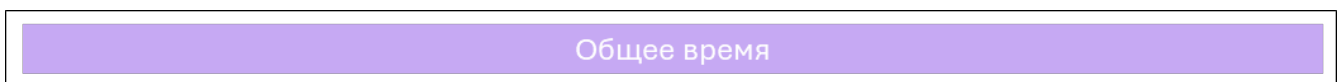
- Определять зоны с наибольшей транспортной нагрузкой — большие значения в **Отгружено, т * км** указывают на области, где сосредоточена основная работа по перевозке.
- Анализировать различия в скоростях между зонами для выявления возможных узких мест (низкие скорости могут свидетельствовать о крутых уклонах, заторах или плохом состоянии дорог).
- Оценивать структуру сети дорог — смотреть на **Длина, км**, чтобы понять, какие зоны преобладают в дорожной сети.
- Использовать данные для оптимизации организации движения и приоритетов обслуживания дорог.

2.5. Расчет доступности и использования оборудования

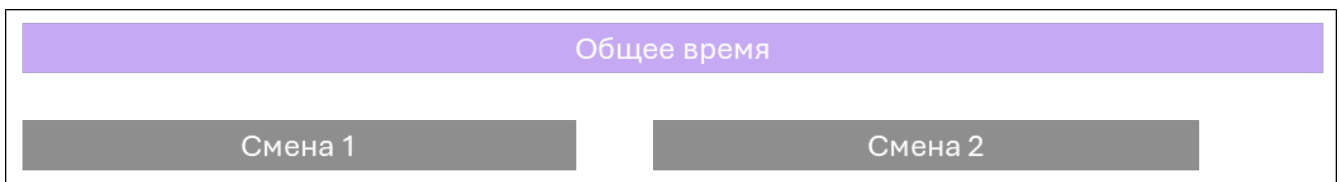
Понимание показателей доступности и использования оборудования имеет решающее значение для оптимизации горных операций и минимизации простоев. **MineTwin** предоставляет возможность отслеживания ключевых показателей, таких как общее время, плановое время и время фактического использования, что помогает выявлять неэффективность и повышать производительность техники. Эти данные способствуют лучшему пониманию результатов моделирования.



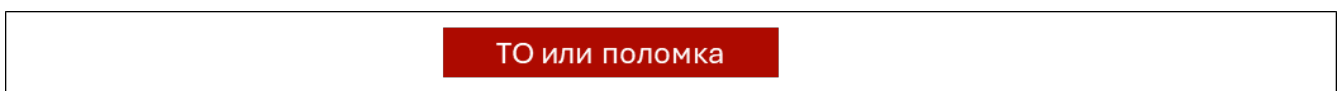
На приведённой выше схеме показаны основные категории временных интервалов и типов использования времени:



Общее время — общее время, прошедшее с начала моделирования.



Плановое время — время, когда для оборудования была запланирована смена. Для оборудования, работающего без смен, **плановое время** = **общее время** (или время между вводом и выводом из эксплуатации, если они указаны для этого оборудования).



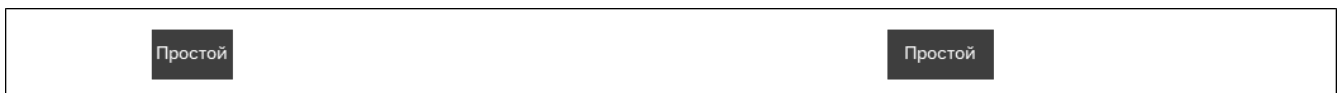
Периоды недоступности — продолжительность интервалов, классифицированных как *UNAVAILABLE*. Обычно сюда относятся периоды поломок и технического обслуживания.



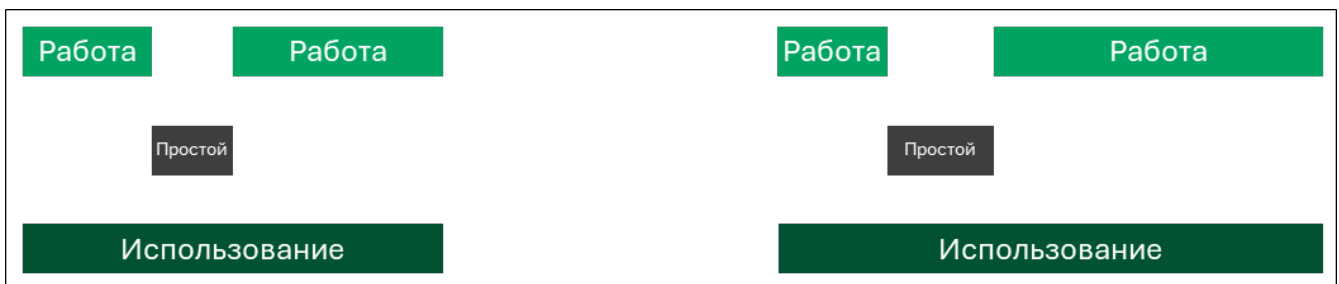
Доступное время вычисляется как **плановое время** за вычетом **периодов недоступности**.



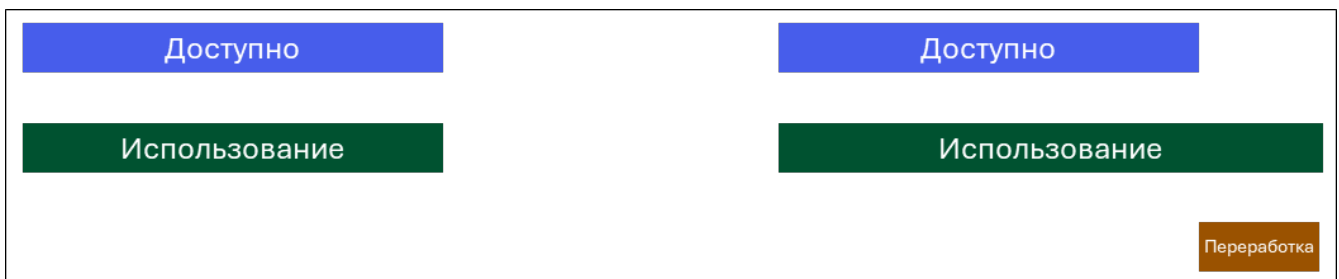
Рабочее время — продолжительность интервалов, классифицированных как *ACTUAL_WORKING*, в течение которых выполняется фактическая полезная работа. Например, для самосвалов это включает движение к месту погрузки, погрузку, движение с грузом к месту разгрузки и разгрузку.



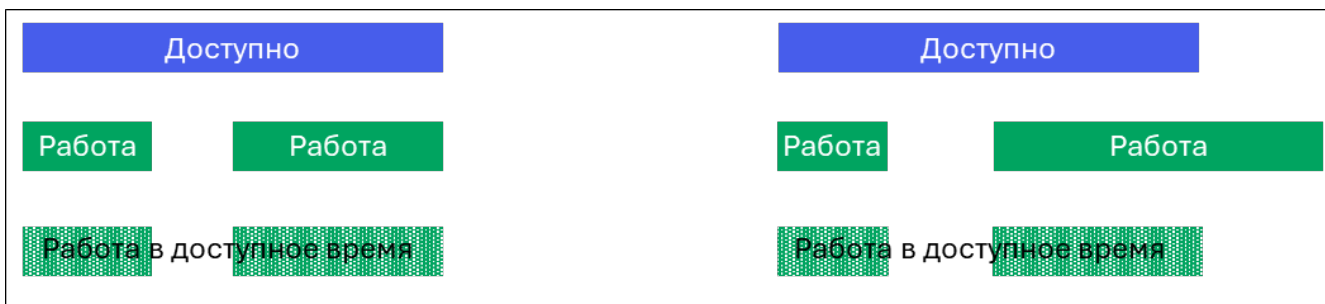
Потерянное время (также может называться **время ожидания**) — продолжительность интервалов, классифицированных как *LOST_TIME*, в течение которых оборудование чего-то ожидает или заблокировано. Например, для самосвалов это может быть ожидание перед пунктом разгрузки или в очереди.



Время использования рассчитывается как объединение **рабочего времени** и **времени ожидания**.



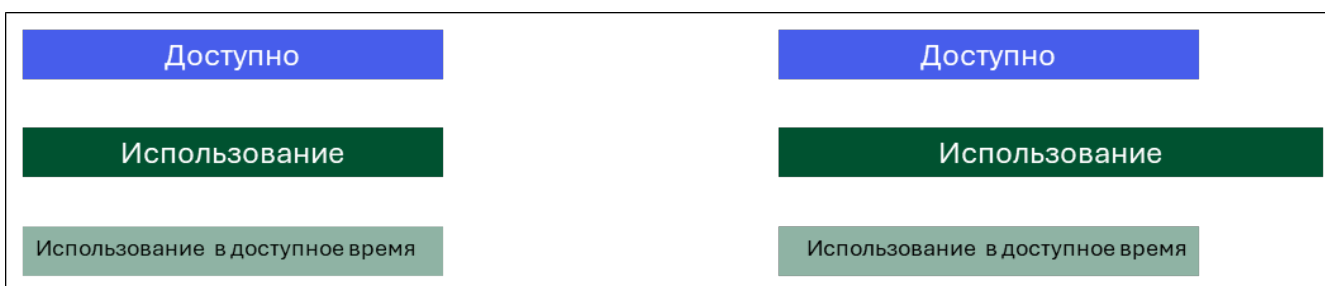
Сверхурочное время вычисляется как **время использования** за вычетом **доступного времени** и в большинстве сценариев пренебрежимо мало.



Рабочее доступное время — это пересечение **рабочего времени** и **доступного времени**.



Потерянное доступное время — это пересечение **времени ожидания** и **доступного времени**.



Используемое доступное время — это пересечение **времени использования** и **доступного времени**.

Перечисленные категории использования времени применяются для расчета показателей доступности, использования, эффективного использования и доли потерянного времени для отдельных единиц оборудования и их групп:

КТГ (коэффициент технической готовности) рассчитывается как доля **планового времени**, в течение которого оборудование было доступно:

$$\text{КТГ} = \frac{\text{Доступное время}}{\text{Плановое время}}$$

КИО (коэффициент использования оборудования) рассчитывается как доля доступного времени, в течение которого оборудование использовалось (т.е. работало или активно ожидало):

$$\text{КИО} = \frac{\text{Используемое доступное время}}{\text{Доступное время}}$$

Эффективный КИО (коэффициент эффективного использования оборудования) рассчитывается как доля доступного времени, в течение которого оборудование выполняло полезную работу:

$$\text{КЭИО} = \frac{\text{Рабочее доступное время}}{\text{Доступное время}}$$

Доля потерянного времени рассчитывается как доля **используемого доступного времени**, в течение которого оборудование ожидало или было заблокировано:

$$\text{Доля времени простоя} = \frac{\text{Потерянное доступное время}}{\text{Используемое доступное время}}$$

3. Режим "Исследование"

3.1. Введение

Режим «Исследование» предназначен для проведения структурированных имитационных экспериментов на основе сценариев MineTwin. Он позволяет анализировать ограничения, подбирать конфигурацию парка техники и оценивать чувствительность результатов к изменению параметров модели.

Режим помогает отвечать на вопросы, например:

- какое ограничение сильнее всего влияет на достижение плана;
- какое изменение состава парка позволит приблизиться к целевому плану;
- как изменятся результаты при изменении количества оборудования;
- какие факторы оказывают наибольшее влияние на итоговые показатели.

Исследование создаётся на основе открытого сценария. После создания можно добавлять шаги, запускать автоматические режимы исследования, выполнять расчёты локально или на сервере, сравнивать результаты и формировать отчёты.

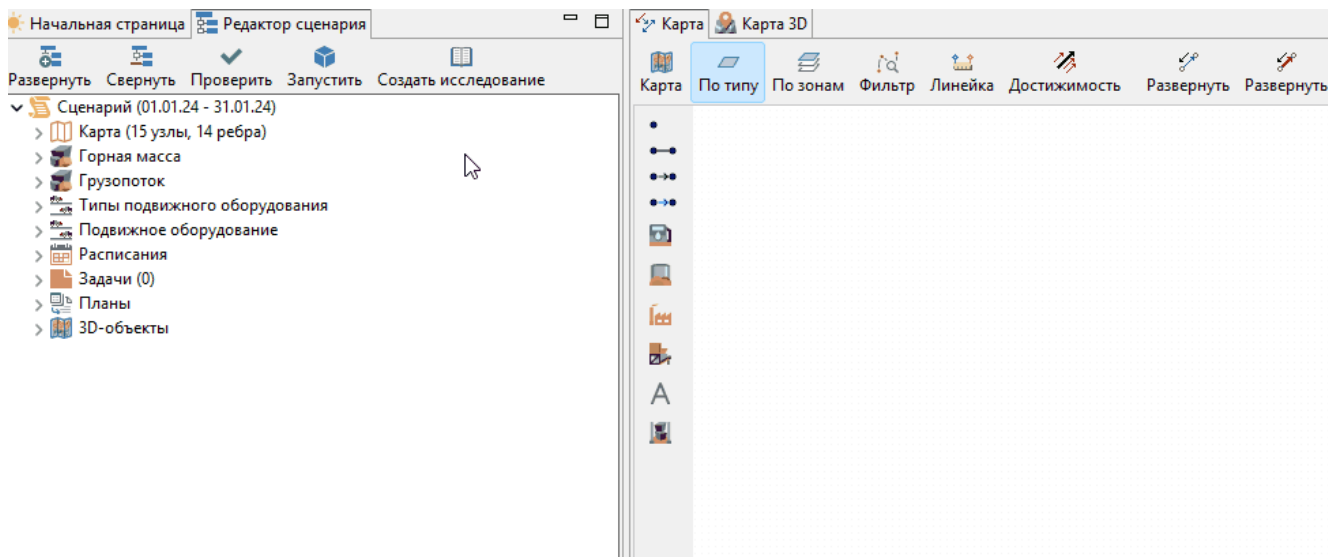
Такой структурированный подход повышает эффективность аналитической работы, позволяя формулировать и проверять гипотезы и быстро получать обоснованные, достоверные ответы.

3.2. Создание нового исследования

1. Откройте нужный сценарий.
2. Нажмите **Создать исследование** на панели инструментов.
3. Исследование откроется в новой вкладке.
4. Текущий сценарий становится **корневым шагом** исследования. К нему можно добавлять дочерние шаги.

Для управления исследованием доступны команды:

- **Переименовать** — отдельная кнопка на панели инструментов исследования;
- **Сохранить** и **Сохранить как** — сохранение исследования в zip-архив;
- **Открыть эксперимент** — открытие ранее сохранённого исследования через верхнее меню в группе «Меню».



3.3. Шаги и модификации

Исследование строится как дерево шагов. Базовый шаг содержит исходный сценарий без изменений. Последующие шаги могут:

- наследовать сценарий от предыдущего шага и содержать одну или несколько модификаций;
- выполняться с несколькими репликациями;
- использоваться как основа для дальнейших экспериментов.

Пользователь может:

- применить модификацию к любому шагу исследования;
- запустить автоматизированное исследование для любого шага;
- создать новое исследование от промежуточного шага через правый клик и всплывающее меню;
- сохранить любой шаг как отдельный сценарий через правый клик и команду сохранения сценария;

3.3.1. Ручное добавление модификаций

1. Выберите существующий шаг.
2. Щелкните правой кнопкой мыши по шагу и выберите **"XX модификаций доступно"** из контекстного меню. Общее количество доступных модификаций зависит от версии MineTwin.

Шаг	Репликации	Статус	Всего руды до...	Всего добыто ...	Всего добыто, т	Отклонение о...	Отклонение о...	Кол-во самос...	Доступность с...
demo Fleet	1	100% завершено	36 680	184 547	221 227	-74.99%	±0.66%	51	88.99%

Далее мы более детально коснемся этих режимов.

Любой шаг можно удалить через контекстное меню или нажав на клавиатуре **Delete**:

Шаг	Репликации	Статус	Отклонение о...	Отклонение о...	Кол-во самос...	Доступность с...	КИО самосв...	Эффективный...	Кол-во экскав...	Доступность э...	КИО экскав...	Эффект
OpenPit simple fleet sizing scenario	1	100% завершено	-83.54%	-73.69%	2	96.37%	97.46%	91.26%	2	91.30%	99.64%	6.79%
Fleet sizing study	1	100% завершено	-83.54%	-73.69%	2	96.18%	97.51%	91.56%	2	91.30%	99.71%	9.32%
No modifications	1	100% завершено	-83.54%	-48.19%	3	96.13%	96.62%	90.19%	2	91.31%	99.61%	12.16%
Duplicate truck Caterpillar 793F NR 1	1	100% завершено	-66.46%	-37.50%	4	96.13%	96.62%	90.19%	2	91.31%	99.61%	12.16%
Duplicate truck Caterpillar 793F NR 1	1	100% завершено	-35.37%	-37.50%	5	96.18%	96.53%	89.35%	2	91.31%	99.52%	15.26%
Duplicate truck Caterpillar 793F NR 1	1	100% завершено	-21.04%	-37.50%	6	95.79%	88.36%	81.39%	2	91.32%	94.00%	16.69%
Duplicate truck Caterpillar 793F NR 1	1	100% завершено	-21.04%	-37.50%	7	95.21%	76.54%	70.15%	2	91.33%	86.75%	16.69%
Duplicate truck Komatsu HD1500-7 NR1	1	100% завершено	-5.53%	-37.50%	8	95.16%	79.16%	72.49%	2	91.33%	86.80%	20.61%
Duplicate truck Komatsu HD1500-7 NR1	1	100% завершено	+1.32%	-37.50%	9	95.00%	76.49%	69.93%	2	91.33%	80.03%	22.84%
Duplicate truck Komatsu HD1500-7 NR1	1	100% завершено	+2.52%	-37.50%	10	94.79%	72.79%	66.44%	2	91.33%	75.16%	24.58%
Duplicate truck Komatsu HD1500-7 NR1	1	100% завершено	+2.18%	-37.50%	11	94.57%	68.95%	62.80%	2	91.33%	70.26%	25.93%
Duplicate excavator Caterpillar 994 NR1	1	100% завершено	+2.52%	-29.04%	10	95.25%	79.02%	72.28%	3	91.32%	55.51%	18.30%
Duplicate excavator Caterpillar 994 NR1	1	100% завершено	+2.52%	-29.04%	10	95.25%	79.02%	72.28%	4	91.32%	41.64%	13.73%
Duplicate excavator Komatsu P844100 NR7	1	100% завершено	-3.41%	-16.41%	10	95.62%	80.88%	74.23%	4	91.32%	42.05%	14.13%
Duplicate excavator Komatsu P844100 NR7	1	100% завершено	-3.41%	-16.41%	10	95.62%	80.88%	74.23%	5	91.31%	33.64%	11.30%
Duplicate truck Caterpillar 793F NR 1	1	100% завершено	-4.46%	-19.16%	11	94.99%	71.75%	65.56%	4	91.32%	38.36%	13.53%
Duplicate excavator Caterpillar 994 NR1	1	100% завершено	-3.41%	-16.41%	10	95.62%	80.88%	74.23%	5	91.31%	33.64%	11.30%
Duplicate truck Komatsu HD1500-7 NR1	1	100% завершено	+0.21%	-10.82%	11	95.53%	79.99%	73.54%	4	91.35%	40.87%	15.52%
Duplicate truck Komatsu HD1500-7 NR1	1	100% завершено	+1.17%	-4.39%	12	95.78%	78.47%	71.54%	4	91.35%	39.93%	16.73%
Duplicate truck Komatsu HD1500-7 NR1	1	100% завершено	+0.49%	+0.52%	13	95.54%	75.74%	68.68%	4	91.35%	37.91%	17.47%
Exclude Caterpillar 793F NR 1	1	100% завершено	+1.97%	+1.39%	12	96.25%	84.03%	76.39%	4	91.35%	42.39%	18.20%
Exclude Caterpillar 994 NR1	1	100% завершено	+1.47%	-37.50%	12	93.87%	58.05%	52.91%	3	91.32%	41.31%	15.17%
Exclude Komatsu HD1500-7 NR1	1	100% завершено	+1.14%	+0.63%	11	96.51%	80.53%	80.95%	4	91.35%	44.80%	17.57%
Exclude Caterpillar 994 NR1	1	100% завершено	+0.89%	-37.50%	11	93.83%	62.30%	56.99%	3	91.32%	43.04%	14.83%
Exclude Komatsu P844100 NR7	1	100% завершено	+2.94%	-2.01%	13	95.87%	80.56%	72.88%	3	91.37%	53.50%	25.39%
Exclude Caterpillar 994 NR1	1	100% завершено	+0.21%	-37.50%	13	93.54%	52.74%	47.40%	3	91.32%	36.03%	14.70%
Exclude Komatsu HD1500-7 NR1	1	100% завершено	+1.12%	-4.56%	12	95.74%	78.36%	71.38%	4	91.35%	39.63%	16.69%

Также любой шаг может быть сохранён как отдельный сценарий для дальнейшего использования.

Шаг	Репликации	Статус	Отклонение о...	Отклонение о...	Кол-во самос...	Доступность с...	КИО самосва...	Эффективный...	Кол-во экскав...	Доступность э...	КИО экскават...	Эффект
OpenPit simple fleet sizing scenario	1	100% завершено	-83,54%	-73,69%	2	96,37%	97,46%	91,26%	2	91,30%	99,64%	6,79%
Fleet sizing study	1	100% завершено	-83,54%	-73,69%	2	96,37%	97,46%	91,26%	2	91,30%	99,64%	6,79%
No modifications	1	100% завершено	-83,54%	-73,69%	2	96,37%	97,46%	91,26%	2	91,30%	99,64%	6,79%
Duplicate truck Caterpillar 793F NR1	1	100% завершено	-83,54%	-48,19%	3	96,18%	97,51%	91,56%	2	91,30%	99,71%	9,32%
Duplicate truck Caterpillar 793F NR1	1	100% завершено	-66,46%	-37,50%	4	96,13%	96,62%	90,19%	2	91,31%	99,61%	12,16%
Duplicate truck Caterpillar 793F NR1	1	100% завершено	-35,37%	-37,50%	5	96,18%	96,53%	89,35%	2	91,31%	99,52%	15,26%
Duplicate truck Caterpillar 793F NR1	1	100% завершено	-21,04%	-37,50%	6	95,79%	88,36%	81,39%	2	91,32%	94,00%	16,69%
Duplicate truck Caterpillar 793F NR1	1	100% завершено	-21,04%	-37,50%	7	95,21%	76,54%	70,15%	2	91,33%	86,75%	16,69%
Duplicate truck Komatsu HD1500-7 NR1	1	100% завершено	-5,53%	-37,50%	8	95,16%	79,16%	72,49%	2	91,33%	86,80%	20,61%
Duplicate truck Komatsu HD1500-7 NR1	1	100% завершено	+1,52%	-37,50%	9	95,00%	76,49%	69,93%	2	91,33%	80,03%	22,84%
Duplicate truck Komatsu HD1500-7 NR1	1	100% завершено	+2,52%	-37,50%	10	94,79%	72,79%	66,44%	2	91,33%	75,16%	24,58%
Duplicate truck Komatsu HD1500-7 NR1	1	100% завершено	+2,18%	-37,50%	11	94,57%	68,95%	62,80%	2	91,33%	70,26%	25,93%
Duplicate excavator Caterpillar 994 NR1	1	100% завершено	+2,52%	-29,04%	10	95,25%	79,02%	72,28%	3	91,32%	55,51%	18,30%
Duplicate excavator Caterpillar 994 NR1	1	100% завершено	+2,52%	-29,04%	10	95,25%	79,02%	72,28%	4	91,32%	41,64%	13,73%
Duplicate excavator Komatsu PB44100 NR7	1	100% завершено	-3,41%	-16,41%	10	95,62%	80,88%	74,23%	4	91,32%	42,05%	14,13%
Duplicate excavator Komatsu PB44100 NR7	1	100% завершено	-3,41%	-16,41%	10	95,62%	80,88%	74,23%	5	91,31%	33,64%	11,30%
Duplicate truck Caterpillar 793F NR1	1	100% завершено	-4,46%	-19,16%	11	94,99%	71,75%	65,56%	4	91,32%	38,36%	13,53%
Duplicate excavator Caterpillar 994 NR1	1	100% завершено	-3,41%	-16,41%	10	95,62%	80,88%	74,23%	5	91,31%	33,64%	11,30%
Duplicate truck Komatsu HD1500-7 NR1	1	100% завершено	+0,21%	-10,82%	11	95,53%	79,99%	73,25%	4	91,35%	40,87%	15,52%
Duplicate truck Komatsu HD1500-7 NR1	1	100% завершено	+1,17%	-4,39%	12	95,78%	78,47%	71,54%	4	91,35%	39,93%	16,73%
Duplicate truck Komatsu HD1500-7 NR1	1	100% завершено	+0,49%	+0,52%	13	95,54%	75,74%	68,68%	4	91,35%	37,91%	17,47%
Exclude Caterpillar 793F NR1	1	100% завершено	+1,97%	+1,39%	12	96,25%	76,39%	76,39%	4	91,35%	42,39%	18,20%
Exclude Komatsu HD1500-7 NR1	1	100% завершено	+1,14%	+0,63%	11	96,51%	88,53%	80,95%	4	91,35%	44,80%	17,57%
Exclude Caterpillar 994 NR1	1	100% завершено	+0,99%	-37,50%	11	93,83%	62,30%	56,89%	3	91,32%	43,04%	14,83%
Exclude Komatsu PB44100 NR7	1	100% завершено	+2,94%	-2,01%	13	95,97%	80,56%	72,88%	3	91,37%	53,50%	25,39%
Exclude Caterpillar 994 NR1	1	100% завершено	+0,21%	-37,50%	13	93,54%	52,74%	47,90%	3	91,32%	36,03%	14,70%
Exclude Komatsu HD1500-7 NR1	1	100% завершено	+1,12%	-4,56%	12	95,74%	78,36%	71,38%	4	91,35%	39,63%	16,69%

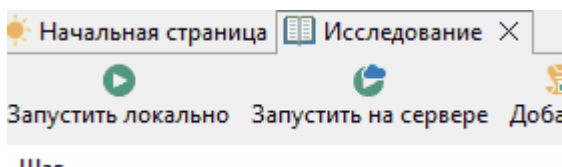
3.4. Настройка количества репликаций

1. Укажите количество репликаций (запусков) для выбранного шага.
2. Каждая репликация использует собственную случайную последовательность чисел.
3. Включите опцию **Показать репликации**, чтобы видеть значения всех отдельных репликаций.

Шаг	Репликации	Статус	Отклонение о...	Отклоне
OpenPit simple fleet sizing scenario	10	100% завершено	-83,57%	-73,73%

3.5. Запуск расчётов

Выберите способ выполнения расчётов:



- **Запустить локально** — запуск на локальной машине
- **Запустить на сервере** — расчёты на сервере MineTwin

Серверный режим существенно снижает нагрузку на компьютер пользователя при большом объеме задач.

1. Нажмите **Запустить локально** или **Запустить на сервере**.
2. Отслеживайте статус выполнения в соответствующей колонке таблицы.
3. Можно переключиться в другой режим (например, редактирование сценария), не дожидаясь завершения расчётов. Они продолжатся в фоновом режиме, а результаты будут доступны при возвращении.

Шаг	Репликации	Статус
OpenPit simple fleet sizing scenario	10	Не запущен
Seed 0, id AAA-000-AAA	1	Не запущен
Seed 1, id AAA-000-AAA	1	Не запущен
Seed 2, id AAA-000-AAA	1	Не запущен
Seed 3, id AAA-000-AAA	1	Не запущен
Seed 4, id AAA-000-AAA	1	Не запущен
Seed 5, id AAA-000-AAA	1	Не запущен
Seed 6, id AAA-000-AAA	1	Не запущен
Seed 7, id AAA-000-AAA	1	Не запущен
Seed 8, id AAA-000-AAA	1	Не запущен
Seed 9, id AAA-000-AAA	1	Не запущен

Любое исследование можно сохранить и открыть позднее. Если расчёты производятся на сервере, исследование можно сохранить даже до завершения всех расчётов по шагам. После открытия уже рассчитанные результаты будут автоматически загружены с сервера.

Шаг	Репликации	Статус	Всего руды до...	Всего ГПП доб...	Всего добыто, т	Отклонение о...	Отклонение о...	Кол-во самос...	Доступност
OpenPit simple fleet sizing scenario	10	100% завершено	131 416	210 191	341 608	-83,57%	-73,73%	2	96,21%
Seed 0, id BLV-863-XFQ	1	100% завершено	131 651	210 463	342 114	-83,54%	-73,69%	2	96,37%
Seed 1, id GQT-451-AWC	1	100% завершено	131 651	210 463	342 114	-83,54%	-73,69%	2	96,37%
Seed 2, id CQA-921-NQP	1	100% завершено	131 280	210 463	341 743	-83,59%	-73,69%	2	96,23%
Seed 3, id GBV-249-UHN	1	100% завершено	131 280	209 836	341 116	-83,59%	-73,77%	2	96,09%
Seed 4, id QGS-437-STM	1	100% завершено	131 404	210 463	341 867	-83,57%	-73,69%	2	96,26%
Seed 5, id LWM-562-QAD	1	100% завершено	131 157	209 836	340 993	-83,61%	-73,77%	2	96,05%
Seed 6, id 488-EDH-942	1	100% завершено	131 527	209 627	341 154	-83,56%	-73,80%	2	96,13%
Seed 7, id AJO-806-PFG	1	100% завершено	131 280	210 463	341 743	-83,59%	-73,69%	2	96,23%
Seed 8, id MSV-454-QIX	1	100% завершено	131 527	209 836	341 363	-83,56%	-73,77%	2	96,17%
Seed 9, id QZF-520-VMJ	1	100% завершено	131 404	210 463	341 867	-83,57%	-73,69%	2	96,26%

3.6. Просмотр и анализ результатов

Результаты отображаются в таблице шагов. Для настройки отображаемых колонок нажмите кнопку **Показатели**:

Шаг	Репликации	Статус	Всего руды до...	Всего ГПР доб...	Всего добыто, т	Отклонение о...	Отклонение о...	Кол-во самос...	Доступность с...	КИО самосва...	Эффективный...	Кол-во экскав...	Доступност
OpenPit simple fleet sizing scenario	5	100% завершено	131 453	210 338	341 791	-83,57%	-73,71%	2	96,26%	97,45%	91,26%	2	91,30%

Колонки показателей, включая добавленные через кнопку **Показатели**, можно перетаскивать мышью за заголовок, меняя их последовательность.

Щёлкните правой кнопкой мыши по шагу и выберите **Показать результаты детально**:

Шаг	Репликации	Статус	Всего руды до...	Всего ГПР доб...	Всего добыто, т	Отклонение о...	Отклонение о...	Кол-во самос...	Кол-во экскав...
OpenPit simple fleet sizing scenario	5	100% завершено	131 453	210 338	341 791	-83,57%	-73,71%	2	2

Откроется вкладка сравнения результатов.

Если вкладка сравнения уже существует, используется команда:

- **Добавить результаты в сравнение.**

Можно добавить другие сценарии и выбрать один из них как базовый. Система автоматически рассчитает отличия:

Начальная страница		Исследование		Сравнение результатов	
+	=	≡	≡	≡	×
МО	МО ± σ	МО ± 95%ДИ	Диапазон	95% дов. инт.	
Показатели			OpenPit simpl...		
Модельное время			732		
Длительность в миллисекундах			2,70K		
Ошибки			0		
Завершено, %			1,00		
Сценарий			OpenPit simple...		
Описание модификации			, , , ,		
Случайное начальное значение			2,00		
Всего времени			732		
Дни			30		
Месяцы			1		
Всего руды добыто, т			131 453		
Всего ГПР добыто, т			210 338		
Вскрыша накоп. итог, м ³			73 803		
Добыча накоп. итогом, т			73 803		
Всего добыто, т			341 791		
План, т			1 600 000		
План по руде, т			800 000		
План по вскрыше, т			800 000		
План объем накоп. итогом, м ³			228 571		
План объем вскрыши накоп. итогом, м ³			228 571		
Отклонение от плана			-83,57%		
Отклонение от плана ГПР			-73,71%		
Отклонение от плана ГПР, %			-73,71%		
Отклонение объема от плана ГПР, %			-73,71%		
Отклонение от плана, %			-83,57%		
Отклонение объема от плана, %			-67,71%		
Доля времени работы фабрики, %			+16,43%		
ПИ ГПР накоп. итогом, т			0		
ПИ накоп. итогом, т			52 581		
Отклонение от плана ГПР			-1		
Отклонение ПИ			-83,57%		
План ПИ накоп. итогом, т			320 000		
Средний размер буфера, т			1 829 299		
Средний объем НЗП очистных, т			934 415		
Ср. время добычи 1 т на очистных, дней			15,28		
Средний объем добычи в день, т			4 309,95		
Ср. время добычи 1 т, дней			15,27		
Средний объем НЗП ГПР, т			894 884		
Ср. время добычи 1 т на ГПР, дней			15,26		
> Затраты			18,7M		
Сред. длина доставки, м			6 532		
..			--		

Если у шага есть несколько репликаций, то на панели инструментов можно выбрать режим отображения результатов:

Начальная страница Исследование Сравнение результатов			
MO ± σ MO ± 95%ДИ Диапазон 95% дов. инт.			
Показатели	OpenPit simpl...	Duplicate num...	
Модельное время	732	732 (+0%)	
Длительность в миллисекундах	2,70K	2,37K (-12%)	
Ошибки	0	0 (+0%)	
Завершено, %	1,00	1,00 (+0%)	
Сценарий	OpenPit simple file	OpenPit simple...	
Описание модификации	****	****	
Случайное начальное значение	2,00	2,00 (+0%)	
Всего времени	732	732 (+0%)	
Дни	30	30 (+0%)	
Месяцы	1	1 (+0%)	
Всего руды добыто, т	131 453	255 744 (+95%)	
Всего ГПР добыто, т	210 338	413 987 (+97%)	
Вскрыша накоп. итог, м ³	73 803	145 259 (+97%)	
Добыча накоп. итогом, т	73 803	145 259 (+97%)	
Всего добыто, т	341 791	669 731 (+96%)	
План, т	1 600 000	1 600 000 (+0%)	
План по руде, т	800 000	800 000 (+0%)	
План по вскрыше, т	800 000	800 000 (+0%)	
План объем накоп. итогом, м ³	228 571	228 571 (+0%)	
План объем вскрыши накоп. итогом, м ³	228 571	228 571 (+0%)	
Отклонение от плана	-83,57%	-68,03% (-19%)	
Отклонение от плана ГПР	-73,71%	-48,25% (-35%)	
Отклонение от плана ГПР, %	-73,71%	-48,25% (-35%)	
Отклонение объема от плана ГПР, %	-73,71%	-48,25% (-35%)	
Отклонение от плана, %	-83,57%	-68,03% (-19%)	
Отклонение объема от плана, %	-67,71%	-36,45% (-46%)	
Доля времени работы фабрики, %	+16,43%	+31,97% (+95%)	
ПИ ГПР накоп. итогом, т	0	0 (+0%)	
ПИ накоп. итогом, т	52 581	102 298 (+95%)	
Отклонение от плана ГПР	-1	-1 (-0%)	
Отклонение ПИ	-83,57%	-68,03% (-19%)	
План ПИ накоп. итогом, т	320 000	320 000 (+0%)	
Средний размер буфера, т	1 829 299	1 665 474 (-9%)	
Средний объем НЗП очистных, т	934 415	872 296 (-7%)	
Ср. время добычи 1 т на очистных, дней	15,28	15,27 (-0%)	
Средний объем добычи в день, т	4 309,95	8 385,04 (+95%)	
Ср. время добычи 1 т, дней	15,27	15,27 (-0%)	
Средний объем НЗП ГПР, т	894 884	793 178 (-11%)	
Ср. время добычи 1 т на ГПР, дней	15,26	15,26 (+0%)	
Затраты	18,7M	21,7M (+16%)	
Сред. длина доставки, м	6 532	6 561 (+0%)	

Доступные режимы отображения:

- Только среднее значение
- Среднее ± стандартное отклонение
- Среднее ± 95%-ый доверительный интервал
- Диапазон значений
- Только границы доверительного интервала

Как рассчитывается доверительный интервал:

Доверительный интервал позволяет определить диапазон, в котором с вероятностью 95% (уровень доверия) находится истинное среднее значение показателя, основанное на выборке. Для вычислений используется специальное статистическое распределение (t-распределение Стьюдента), которое учитывает объём выборки. Это особенно важно при небольшом числе наблюдений. Формула доверительного интервала выглядит так:

$$\text{Доверительный интервал} = \left[\bar{x} - t^* \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}, \bar{x} + t^* \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \right]$$

где:

- \bar{x} — среднее значение по выборке,
- s — стандартное отклонение,
- n — количество наблюдений,
- t^* — коэффициент, зависящий от уровня доверия и объема выборки.

3.7. Отчёты

Каждый шаг также поддерживает генерацию отчета **Итоговый отчет по сценарию** через контекстное меню.

Шаг	Репликации	Статус	Всего руды до...	Всего ГТР до...	Всего добыто, т	Отклонение о...	Отклонение о...	Кол-во самос...	Кол-во экска...
OpenPit simple fleet sizing scenario	5	100% завершено	131 453	210 338	341 791	-83,97%	-73,71%	2	2
Duplicate number of trucks	5	100% завершено	255 744	413 987	699 731	-88,03%	-48,25%	4	2

Отчет создается как HTML-страница и может быть просмотрен в MineTwin. Также можно открыть отчёт в любом браузере (кнопка **Открыть в браузере** на панели инструментов). Это позволит распечатать его в PDF средствами браузера.

Для перевода отчета с английского на русский язык нажмите кнопку **Перевести** на панели инструментов.

Каждое автоматизированное исследование дополнительно создает свой отчет. Для его просмотра необходимо выбрать соответствующий пункт контекстного меню исследования.

На панели инструментов исследования есть кнопка **Excel-отчет**.

При её нажатии таблица исследования сохраняется в Excel-файл и сразу открывается в соответствующем приложении.

Отчёт содержит:

- раздел **Методика** с описанием методологии исследования;
- раздел **Результаты**;
- таблицу с колонками:
 - **Модификация**;
 - **Общий объём добычи и вскрыши**;
 - **Отклонение относительно базового сценария**;
 - **Описание модификации**.

Во вкладке отчёта доступны кнопки:

- **Открыть в браузере**;
- **Перевести**.

Подобные теоретические эксперименты позволяют проверить ключевые допущения модели. Исследование **Анализ ограничений** обычно является первым шагом к формированию реальных стратегий по повышению производительности. Оно обеспечивает целостное представление об ограничениях системы и выявляет сложные взаимосвязи в горных работах.

3.8.2. Исследование: Определение оптимального размера парка техники

Режим предназначен для подбора конфигурации мобильного оборудования, минимально необходимой для достижения целевого производственного плана.

После запуска:

1. рассчитывается сценарий **Без изменений**;
2. определяются **кластеры оборудования** — комбинации вида и типа оборудования, а также участков, на которые оно назначено;
3. выполняется первый **Кластерный анализ оборудования**;
4. в рамках кластерного анализа создаются сценарии:
 - **Дублирование единиц оборудования во всех кластерах**;
 - вариации этого сценария, где оборудование дублируется во всех кластерах, кроме одного;
5. система определяет, увеличение какого кластера даёт наибольший эффект;
6. вычисляет, сколько единиц оборудования нужно добавить;
7. генерирует новый сценарий с добавлением оборудования;
8. затем повторяет кластерный анализ.

Цикл продолжается до тех пор, пока не будет найдена конфигурация, позволяющая

выполнить план как по руде, так и по вскрыше.

После достижения плана начинается этап исключения наименее загруженных единиц оборудования:

- после каждого исключения генерируется новый сценарий;
- если план перестаёт выполняться, такая ветка отбрасывается;
- если план сохраняется, исследование продолжается вглубь ветки с дальнейшим исключением оборудования;
- процесс продолжается до достижения тупика.

Весь процесс отображается в виде иерархической таблицы с ветвлением шагов исследования.

Каждый **Кластерный анализ оборудования** формирует отдельный HTML-отчёт. Отчёт содержит:

- базовое значение ограничивающего выполнения плана;
- теоретический максимум, достигаемый при дублировании оборудования во всех кластерах;
- список кластеров;
- количество единиц в кластере;
- оценку абсолютного потенциала улучшения;
- оценку потенциала улучшения на одну единицу;
- итоговую рекомендацию по изменению парка.

Всё исследование определения оптимального размера парка техники также формирует отдельный итоговый HTML-отчёт.

Итоговый отчёт содержит:

- сравнение **Базового сценария** и **Лучшей найденной конфигурации парка**;
- статус достижения целевых показателей;
- **Общий объём добычи**;
- **Объём руды**;
- **Объём вскрыши или пустой породы**;
- **Общие затраты**;
- **Стоимость на тонну**;
- **Количество самосвалов**;
- **Количество экскаваторов**;
- waterfall-диаграммы, показывающие пошаговое влияние изменений парка на общий объём добычи и стоимость на тонну.

- общее количество экспериментов и репликаций;
- таблицу корреляций с колонками:
 - **Независимый параметр;**
 - **Зависимый показатель;**
 - **Достаточно ли данных;**
 - **Характер корреляции;**
 - **Коэффициент корреляции Спирмена;**
- текстовые выводы по найденным зависимостям;
- графики зависимостей для показателей, по которым найдена корреляция или подтверждено её отсутствие.

Двухосевой отчёт содержит:

- описание двух варьируемых параметров;
- общее количество экспериментов и репликаций;
- таблицы и визуализации в виде тепловой карты влияния параметров на ключевые показатели.

В двухосевых отчётах анализируются:

- **общий объём добычи;**
- **объём добычи руды;**
- **объём вскрыши;**
- **выполнение плана по добыче;**
- **выполнение плана по вскрыше;**
- **ограничивающее выполнение плана.**

3.9. Заключение

Режим "**Исследование**" предоставляет мощный инструмент для оценки стратегий, выявления ограничений и принятия обоснованных решений.

Благодаря структурированным экспериментам и визуальному сравнению сценариев, режим служит полноценной системой поддержки принятия решений. Он помогает инженерам и аналитикам проверять гипотезы, измерять результаты и определять действия, оказывающие наибольшее влияние на эффективность.

Это ускоряет аналитический цикл и повышает уверенность в управленческих решениях.

3.9.1. Ключевые рабочие процессы

- **Создание исследований** на основе сценариев
- **Добавление ручных или автоматических модификаций** для анализа вариантов

- **Запуск расчётов локально или на сервере с фоновым выполнением**
- **Просмотр индивидуальных и агрегированных результатов**, включая статистические метрики
- **Сравнение сценариев**, в т.ч. с использованием базового режима
- **Создание отчётов** для шагов и всего исследования
- **Сохранение любого шага как отдельного сценария** и продолжение анализа с любого шага

Эти процессы направлены на максимальную аналитическую гибкость при минимизации ручных усилий.