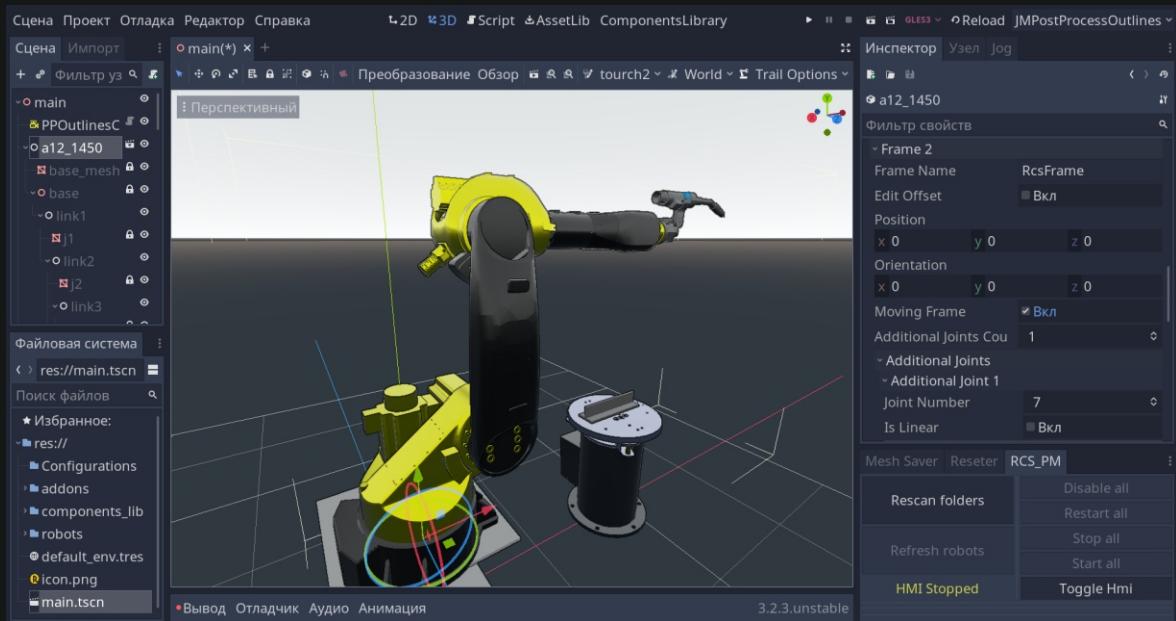




Инструкция по эксплуатации

RCS Simulator



© Авторские права ООО «Эйдос-Робототехника» 2016-2022.

Все права защищены, включая права на перевод.

ООО «Эйдос-Робототехника» является владельцем авторских прав на программное обеспечение RCS в целом, на оригинальные технические решения, примененные в данной системе. ООО «Эйдос-Робототехника» оставляет за собой право вносить изменения, улучшающие характеристики программного обеспечения. Ни одна часть настоящего документа не может быть скопирована или обработана в любой форме (печатной, фотокопии или иным образом) частично или полностью без письменного разрешения издателя.

Содержание

Общая информация	7
1 Терминология	8
2 Целевое назначение	10
3 Описание системы	11
3.1 Обзор компонентов программного обеспечения	11
3.2 Системные требования и характеристики	11
4 Установка ПО	12
4.1 Установка симулятора	12
4.2 Структура директории	13
5 Общие принципы работы в симуляторе	16
5.1 Иерархия наследования свойств типов объектов	16
5.2 Иерархия узлов в сцене	17
5.3 Иерархия сцен	18
5.4 Горячие клавиши	19
6 Работа с проектом	20
6.1 Переключение языка интерфейса симулятора	20
6.2 Импорт проекта	21
6.3 Создание нового проекта	21
6.4 Выбор сцены	22
6.5 Создание новой сцены	22
6.6 Создание и добавление дочерней сцены в основную	24
6.7 Редактирование дочерней сцены	25
6.8 Перезагрузка сцены	29
7 Окно просмотра сцены	30
7.1 Навигация камеры и инструменты в окне просмотра 3D-сцены	30
7.2 Панель инструментов окна просмотра 3D-сцены	31
7.3 Настройка окна просмотра	32
8 Работа с объектами	34
8.1 Создание и редактирование базовых форм	34
8.2 Классы объектов	36
8.3 Перемещение и поворот объекта	37

8.4 Фиксация и разблокировка объектов	40
8.5 Удаление объектов	41
9 Добавление объектов в симулятор	42
9.1 Добавление объекта из библиотеки компонентов	42
9.2 Импорт модели	44
9.2.1 Конвертация модели в формат .glb	44
9.2.2 Упрощение модели	45
9.2.3 Добавление .glb - объекта в сцену	56
9.2.4 Сохранение сцены и мешей объекта	57
10 Захват и перемещение объектов	61
10.1 Захватываемые объекты	61
10.2 Симуляция захвата	62
10.3 Симуляция оснастки	63
10.4 Симуляция конвейера	64
11 Работа со скриптами	68
11.1 Добавление скрипта к узлу	68
11.2 Принципы работы со скриптами	68
11.3 Пример скрипта с функцией <i>ready</i>	69
11.4 Пример скрипта с функцией <i>process</i>	70
11.5 Пример скрипта с функцией <i>export</i>	71
12 Настройка робота	72
12.1 Настройка эмуляции	72
12.2 Настройка RCS	74
12.3 Настройка модуля безопасности	76
12.4 Настройка кинематики	78
12.5 Настройка шин сигналов	82
12.6 Редактирование программ робота	83
13 Управление положением осей	84
14 Управление процессами RCS	86
14.1 Окно управления процессами RCS	86
14.2 Запуск процессов RCS	88
15 Инструменты	89
15.1 Редактирование инструментов	90
15.1.1 Создание инструмента	90
15.1.2 Редактирование инструмента	91

15.1.3 Удаление инструмента	91
15.1.4 Загрузка данных об инструментах	91
15.1.5 Перемещение TCP за гизмо	92
15.1.6 Выбор инструмента	93
15.2 Включение и настройка визуализации траектории движения инструмента	93
16 Базовые системы координат	95
16.1 Редактирование систем координат	97
16.2 Управление системами координат в окне просмотра	99
16.3 Подвижные системы координат	99
16.4 Привязка системы координат к машине	101
17 Инструменты для отладки	102
17.1 Визуализация траектории движения объекта	102
17.1.1 Создание визуализации траектории движения объекта	102
17.1.2 Управление визуализациями	104
17.2 Управление скоростью движения	105
18 Управление сигналами	106
18.1 Входные сигналы	106
18.1.1 Симуляция входных сигналов	107
18.1.2 Управление датчиками	108
18.2 Выходные сигналы	110
18.2.1 Управление выходными сигналами	111
18.2.2 Управление исполнительными устройствами	112
18.3 Сигналы безопасности	114
19 Настройка Modbus TCP	116
19.1 Настройка Modbus TCP	116
19.2 Работа с датчиками	118
19.3 Работа с исполнительными устройствами	119
20 Настройка позиционера	121
20.1 Подключение позиционера в качестве дополнительной оси	121
20.2 Настройка позиционера	122
20.3 Удаление позиционера	123
21 Настройка подвижных элементов	124
21.1 Настройка осей	124
21.2 Настройка подвижных элементов	125
21.3 Настройка объекта RcsToggleJoint на примере схвата	126

22 Генератор заготовок	128
22.1 Генератор строк и столбцов заготовок	129
22.2 Генератор заготовок, расположенных по спирали	131
22.3 Сброс заготовок в сцене к начальному состоянию	134
23 Эмуляция сварки	135
23.1 Установка дополнения сварки	135
23.2 Настройка параметров и управление сваркой в HMI	136
23.3 Управление эмуляцией сварки	137
23.4 Настройка сигналов для работы с эмуляцией сварки	141
24 Устранение проблем	144
24.1 Запрос для сервисной службы	145
24.2 Сервисная служба	145
25 Алфавитный указатель	146

Общая информация

Производитель

ООО «Эйдос-Робототехника», 420107, Российская Федерация, Республика Татарстан, г.Казань, ул. Петербургская, д.50

Служба работы с клиентами

Российская Федерация:

Республика Татарстан, 420107, Казань, Петербургская, 50

Телефон: +7(843) 227-40-62

Web-сайт: www.eidos-robotics.ru

E-mail: mail@eidos-robotics.com

Важная информация

В настоящей инструкции по эксплуатации приводится описание работы с симулятором RCS Simulator с возможностью эмуляции управления промышленным оборудованием посредством программного обеспечения Eidos RCS Core и Eidos RCS HMI.

Целевая группа

Данное руководство предназначено для операторов, разработчиков программ и специалистов по техническому обслуживанию промышленного оборудования, управление которым осуществляется посредством RCS. Настоящий документ рассчитан на читателей, обладающих базовыми знаниями о промышленных роботах.

1 Терминология

В документе используется следующая терминология:

- **Гизмо** - инструмент отображения осей координат, привязанных к объекту путем вписывания его в куб.
 - **Инструмент** - объект, который может быть смонтирован непосредственно через связующее звено на фланец робота или закреплен в стационарной позиции в пределах рабочего пространства робота.
 - **Манипулятор** - механизм для управления пространственным положением орудий, объектов труда и конструкционных узлов и элементов.
 - **Меш** - совокупность вершин, рёбер и полигонов, которые составляют один 3D объект.
 - **Плагин** - модуль, подключаемый к основной программе и предназначенный для расширения её возможностей.
 - **ПЛК** - программируемый логический контроллер, управляющий работой промышленного оборудования в режиме Guided.
 - **Полигон** - основная часть любого объекта, создающаяся на основе точек и ребер, которые ограничивают данную плоскость. Образует форму и формирует сетку объекта.
 - **Программа** — комбинация инструкций и данных, позволяющая аппаратному обеспечению вычислительной системы выполнять вычисления или функции управления.
 - **Проект** - совокупность узлов, сцен и их настроек с зависимостями, позволяющая визуализировать и эмулировать работу промышленного оборудования под управлением ПЛК.
 - **Робот** - программируемый, управляемый программой манипулятор.
 - **Сцена** - совокупность узлов и настроек, используемая в основном для редактирования и отладки работы отдельных объектов.
 - **Узел** - совокупность составляющих, образующих объект.
 - **Фланец** - плоская деталь круглой формы с равномерно расположенными отверстиями для болтов и шпилек, служащая для установки инструмента на робота.
-

- **Эмуляция** - максимально точная имитация функционирования одного устройства посредством другого, позволяющая не только визуализировать, но и отладить работу промышленного оборудования.
 - **API** - Application Programming Interface - интерфейс прикладного программирования. Используется для сообщения RCS Core и RCS HMI.
 - **Auto** - автоматический режим работы робота.
 - **Guided** - режим работы робота под управлением внешней автоматики (ПЛК).
 - **Joint-позиция** - это позиция робота или позиционера, описанная как угол отклонения каждой оси от нулевого положения.
 - **Manual** - ручной режим работы робота без ограничения скорости.
 - **TCP** - Tool Center Point — центральная точка инструмента.
 - **Teach** - ручной режим работы робота с ограничением скорости.
-

2 Целевое назначение

Симулятор с системой управления RCS может быть использован для:

- визуализации элементов промышленного оборудования;
- проверки траекторий движений осей в целях подбора оптимальной компоновки оборудования;
- эмуляции движения кинематических звеньев;
- написания и отладки программ;
- эмуляции работы шин ввода-вывода;
- эмуляции модуля безопасности;
- настройки и отладки работы промышленного оборудования по сигналам ПЛК.

В данном руководстве описываются принципы работы с симуляцией работы промышленного оборудования, произведенного Eidos Robotics, однако возможна также интеграция в симулятор моделей оборудования других производителей, управление которым может осуществляться посредством RCS.

Для управления машинами посредством RCS необходимо также ознакомиться с руководством пользователя RCS Core и RCS HMI.

3 Описание системы

3.1 Обзор компонентов программного обеспечения

Программное обеспечение состоит из следующих компонентов:

1. Симулятор Eidos RCS Simulator.
2. Системное программное обеспечение Eidos RCS Core.
3. Графический интерфейс системы управления Eidos RCS HMI.

3.2 Системные требования и характеристики

Таблица 3.1. Системные требования.

Параметр	Значение
Операционная система	Windows 10 x64, Windows 11 x64
Количество ядер процессора	не менее 2
Частота процессора	не ниже 2,8 ГГц
Объем оперативной памяти	не менее 4 Гб
Свободное место на жестком диске	не менее 400 Мб
Видеокарта	поддержка OpenGL 2.1

Таблица 3.2. Основные характеристики ПО.

Параметр	Значение
Читаемые форматы файлов	BMP, DirectDraw Surface, OpenEXR, RGBE image format, JPEG, PNG, Truevision TGA, SVG, WebP, WAV, Vorbis, glTF, FBX, COLLADA и Obj
Язык скриптов для симулятора	GDScript
Язык программирования машин RCS	Python 3.5

4 Установка ПО

4.1 Установка симулятора

Для установки и запуска симулятора необходимо:

1. Убедиться в соответствии компьютера системным требованиям (см. раздел 3.2).
2. Запустить установочный файл с расширением .exe.
3. Выбрать язык установки и нажать **OK**.
4. Установить флаг в поле *Я принимаю условия соглашения* и нажать **Далее**.
5. Выбрать директорию для установки программы и нажать **Далее**.
6. Выбрать тип установки (кроме самого симулятора предлагается установка Microsoft Visual C++, а также пользовательской документации) и нажать **Далее**.
7. Для удобства дальнейшей работы с симулятором установить флаг *Создать значок на Рабочем столе* и нажать **Далее**.
8. Нажать **Установить**.

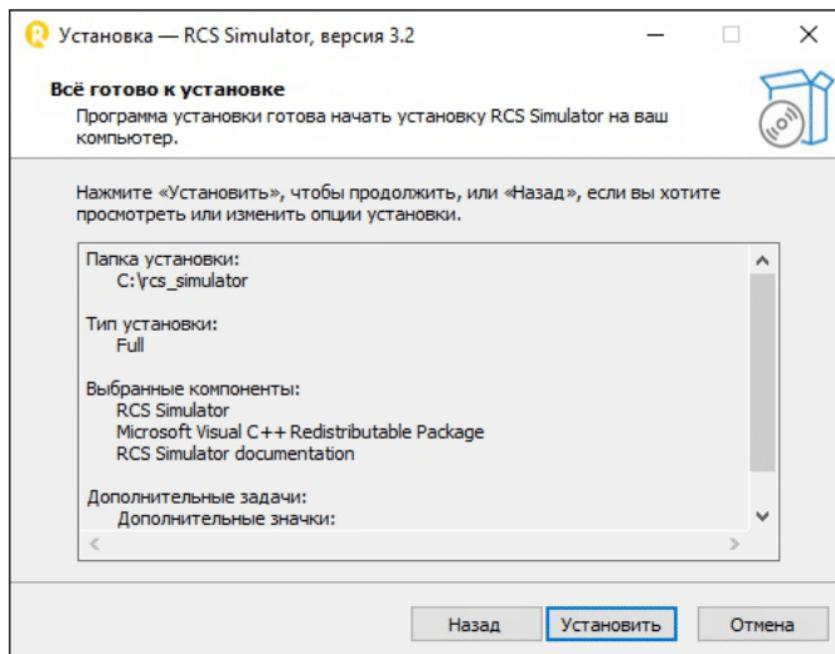


Рис. 1. Установка симулятора

9. По завершении установки нажать *Завершить*.
10. При первом запуске выйдет окно запроса лицензии. Для получения и загрузки файла лицензии:

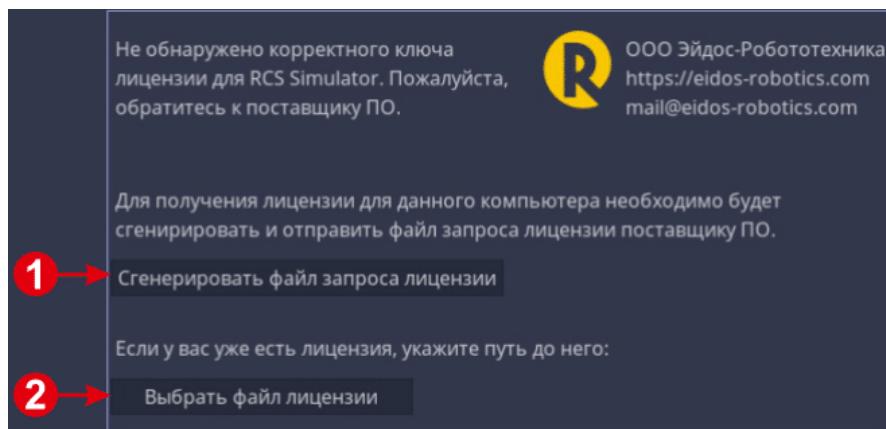


Рис. 2. Окно запроса лицензии

- 10.1 Нажмите кнопку *Сгенерировать файл запроса лицензии* (1).
- 10.2 Укажите путь, в который необходимо сохранить файл для запроса лицензии и нажмите *OK*.
- 10.3 Перейдите в указанную директорию, скопируйте файл с расширением *.dat* и отправьте его поставщику ПО.
- 10.4 Сохраните на компьютере полученный от поставщика *.lic*-файл с ключом.
- 10.5 Запустите приложение *rcs_simulator.exe* и нажмите кнопку *Выбрать файл лицензии* (2).
- 10.6 Укажите путь к файлу ключа.

4.2 Структура директории

После установки симулятора создается директория, содержащая следующие элементы:

- Приложение *rcs_simulator.exe*.
- Папка *doc*, содержащая настоящее руководство пользователя.
- Папка *components_lib*, содержащая папки с данными для каждого объекта.

- В папке *materials* содержатся файлы материалов в форматах *material* и *tres*.
 - В папке *meshes* содержатся файлы в формате в форматах *mesh* и *tres*.
 - В папке *rcs_data* хранятся папки *configurations*, *RcProgramFolder* и *RcsData*. Данная папка создается для машины, для которой необходимо установить подключение к RCS.
 - В папке *scripts* хранятся скрипты.
- Папка *hmi_bin*, содержащая файлы и настройки RCS HMI.
 - Папка *projects*, содержащая сохраненные проекты.
 - Папка *robot_bin*, содержащая файлы и настройки RCS Core.

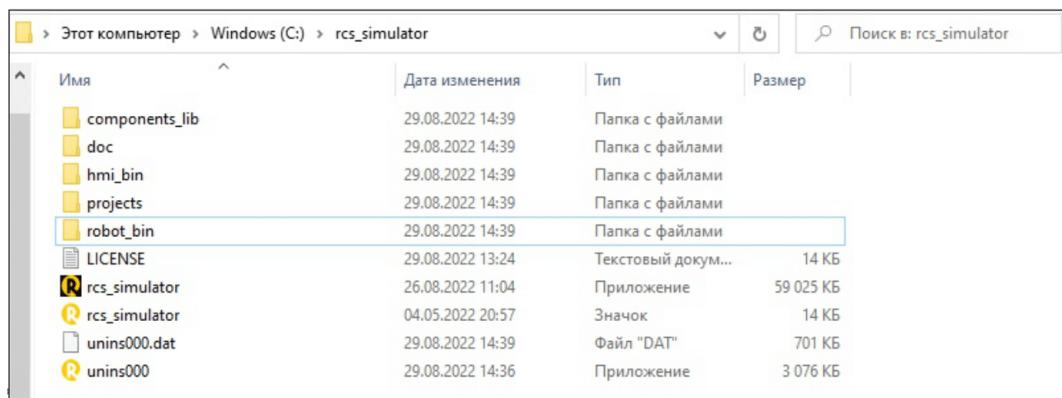


Рис. 3. Директория с системными файлами

Директория с файлами проекта (*projects*) содержит следующие элементы:

- Папка *.import*, создается автоматически при создании проекта.
- Файл проекта с расширением *.godot*, создается автоматически при создании проекта.
- Папка *addons*, создается при необходимости подключения расширений (см. раздел 9.2.4).
- Папка *components_lib*, создается автоматически при загрузке объектов из библиотеки компонентов.
- Папка *robots*, содержащая папки с файлами RCS для каждой машины (папки *configurations*, *RcProgramFolder* и *RcsData*).

Папка > Этот компьютер > Windows (C:) > rcs_simulator > projects >			
Имя	Дата изменения	Тип	Размер
.import	29.08.2022 14:57	Папка с файлами	
addons	29.08.2022 14:57	Папка с файлами	
components_lib	29.08.2022 14:57	Папка с файлами	
robots	29.08.2022 14:57	Папка с файлами	
default_env.tres	28.07.2022 13:16	Файл "TRES"	1 КБ
icon	04.05.2022 20:53	Файл "PNG"	4 КБ
icon.png.import	23.05.2022 10:08	Файл "IMPORT"	1 КБ
main.tscn	28.07.2022 13:16	Файл "TSCN"	2 КБ
project.godot	25.08.2022 8:20	Файл "GODOT"	1 КБ

Рис. 4. Директория с файлами проекта

5 Общие принципы работы в симуляторе

5.1 Иерархия наследования свойств типов объектов

Параметры объекта определяются типом объекта. В симуляторе Godot типы объектов представляются в виде иерархии. При этом каждый потомок наследует все свойства объекта-родителя. Например, объект типа *MeshInstance* наследует свойства объектов *Node*, *Spatial*, *VisualInstance*, *GeometryInstance* с добавлением собственных параметров.

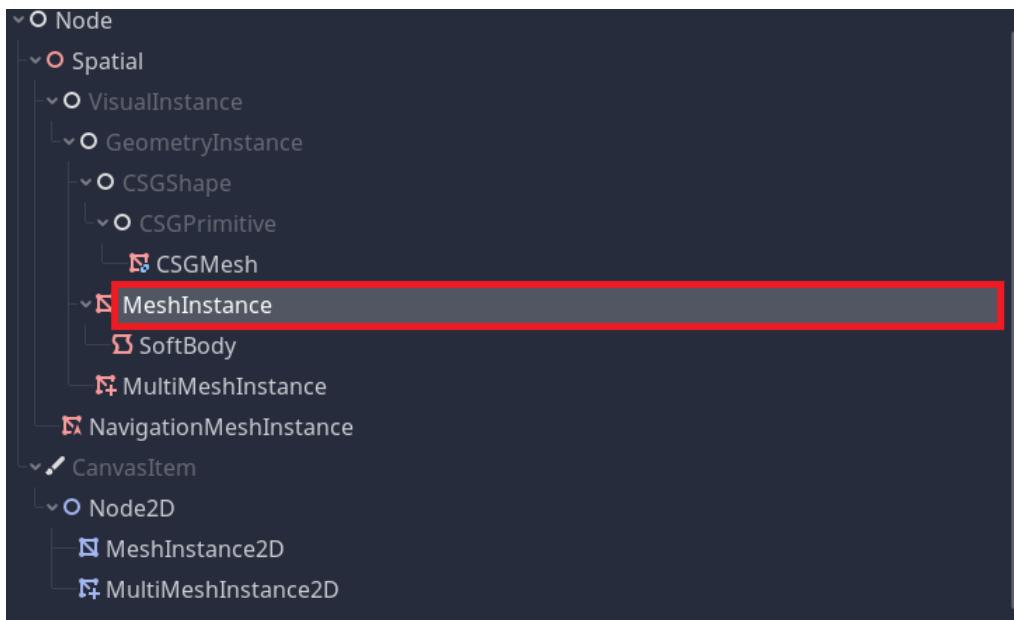


Рис. 5. Иерархия наследования свойств типов объектов

5.2 Иерархия узлов в сцене

Объекты в симуляторе Godot представляются в виде дерева. При этом дочерние объекты связываются с родительскими. Так, например, на рисунке ниже объекты *MeshInstance* являются дочерними для объекта *pedestal*.

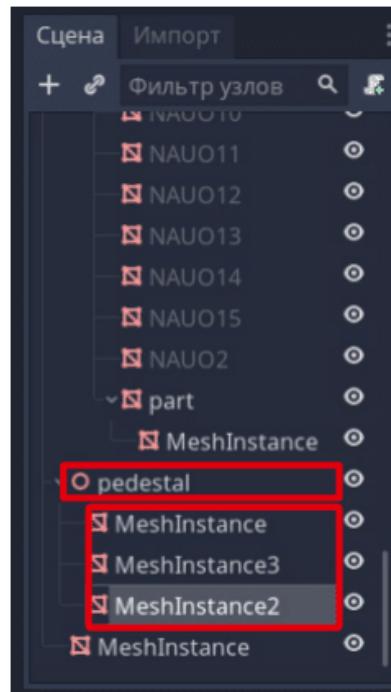


Рис. 6. Иерархия узлов в дереве сцены



При изменении положения или размера родительского объекта его дочерние объекты изменяются вместе с ним.

5.3 Иерархия сцен

Основная сцена может включать в себя не только непосредственно узлы, но и дочерние сцены. Они создаются отдельно с последующим прикреплением к родительскому узлу основной сцены.

Создание дочерних сцен полезно в случаях, когда необходимо создать в основной сцене несколько одинаковых объектов. В таком случае для редактирования всех объектов потребуется лишь внести изменения в дочернюю сцену: все такие объекты основной сцены будут изменены автоматически.

Для хранения дочерних сцен рекомендуется создать отдельную папку (*scenes*). Основной проект (*main*) будет содержаться директорией выше.

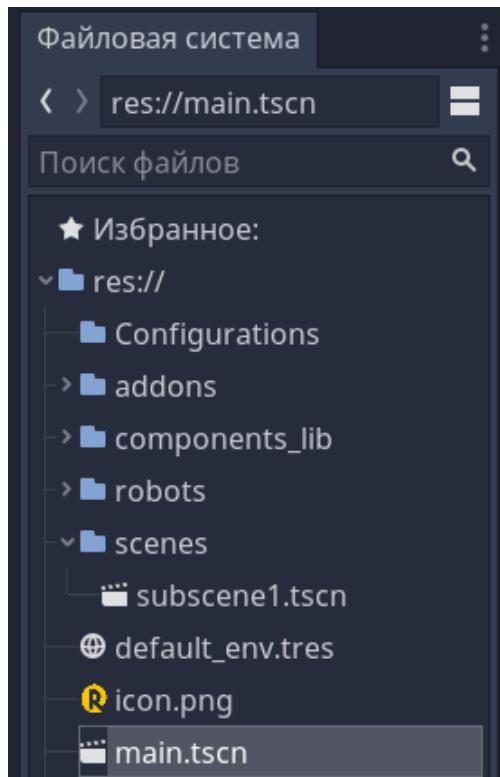


Рис. 7. Директория сохранения основной и дочерней сцены

5.4 Горячие клавиши

В таблице ниже представлен список основных горячих клавиш, позволяющих существенно ускорить процесс работы с симуляцией.

Таблица 5.3. Основные горячие клавиши

Клавиши	Действие
Общие действия	
Ctrl + Z	Отмена последней операции
Ctrl + Shift + Z	Возврат отмененной операции
Ctrl + S	Сохранить сцену
Редактирование объектов в дереве сцены	
Ctrl + D	Дублировать объект
Ctrl + A	Создать новый узел
Управление камерой	
Num 7	Вид сверху
Alt + Num 7	Вид снизу
Num 1	Вид справа
Alt + Num 1	Вид слева
Ctrl + F - переход в режим перемещения камеры по кнопкам клавиатуры	При включении данного режима управляйте камерой при помощи кнопок W / S / A / D / Q / E для перемещения камеры вперед / назад / влево / вправо / вверх / вниз соответственно. Для ускорения или замедления движения прокрутите колесо мыши
Скрипт	
Ctrl + ПКМ	Показать описание объекта

6 Работа с проектом

6.1 Переключение языка интерфейса симулятора

Для переключения языка интерфейса симулятора необходимо:

1. Запустить приложение *rcs_simulator.exe*.
2. На верхней панели открывшегося окна выбора проекта нажать на значок выбора языка.

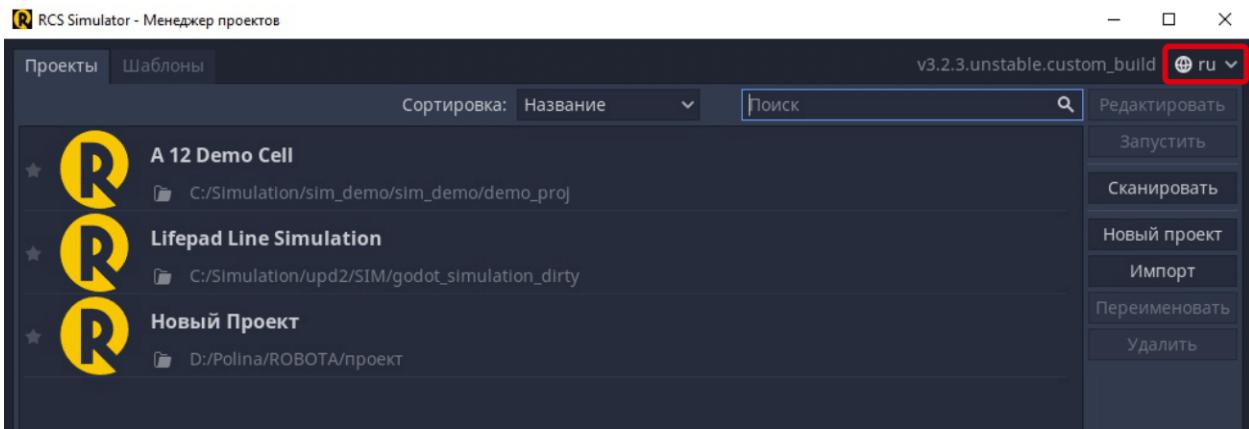


Рис. 8. Выбор языка интерфейса

3. Выбрать язык из списка.
4. Подтвердить перезапуск симулятора для изменения интерфейса.

6.2 Импорт проекта

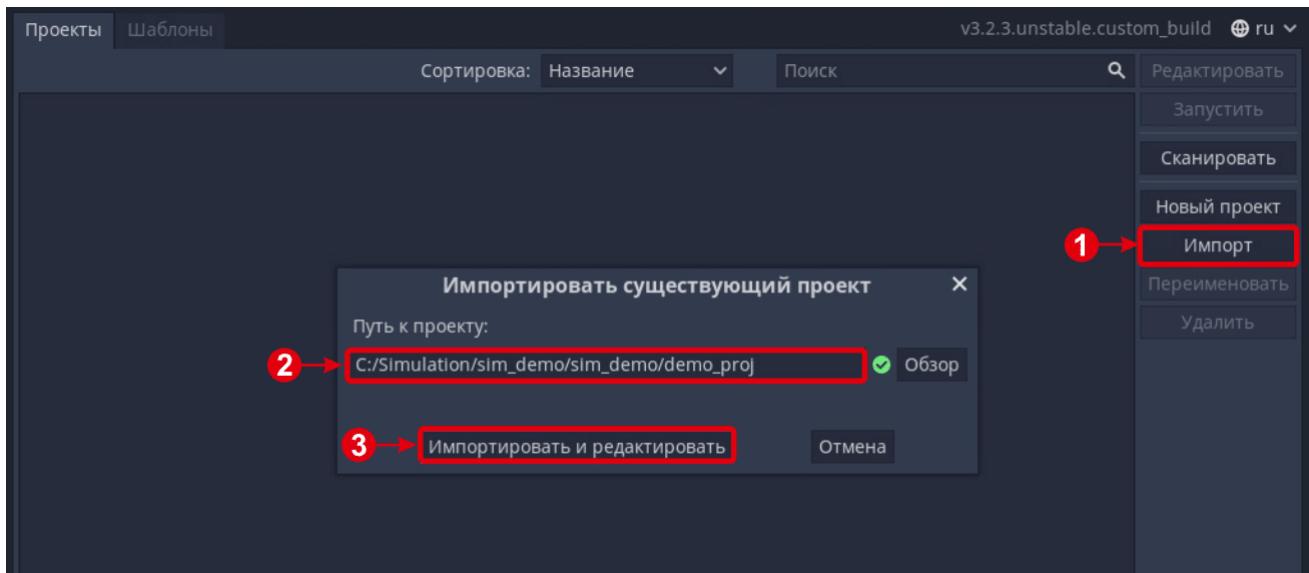


Рис. 9. Импорт проекта

Для того чтобы открыть уже существующий проект необходимо:

1. Нажать кнопку *Импорт*.
2. Указать путь к файлу с расширением *.proj*.
3. Нажать кнопку *Импортировать и редактировать*.

6.3 Создание нового проекта

Для создания нового проекта:

1. Нажмите кнопку *Новый проект*.
2. Введите название проекта.
3. Укажите путь для сохранения проекта.

6.4 Выбор сцены

Для работы со сценой выбрать файл с расширением *.tscn* в меню *Файловая система*.

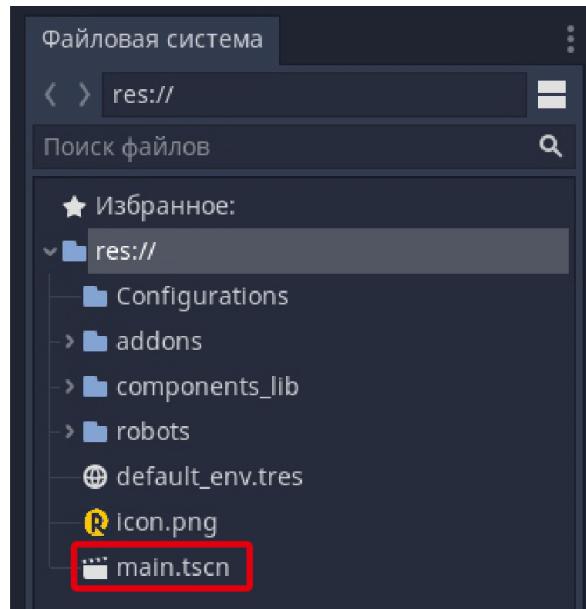


Рис. 10. Выбор сцены

По умолчанию на экране будет отображаться начало системы координат. Используйте колесо мыши для уменьшения масштаба.

6.5 Создание новой сцены

Для создания новой сцены:

1. Нажмите на кнопку «+» на панели вкладок окна просмотра или выберите в меню *Сцена* пункт *Новая сцена*.

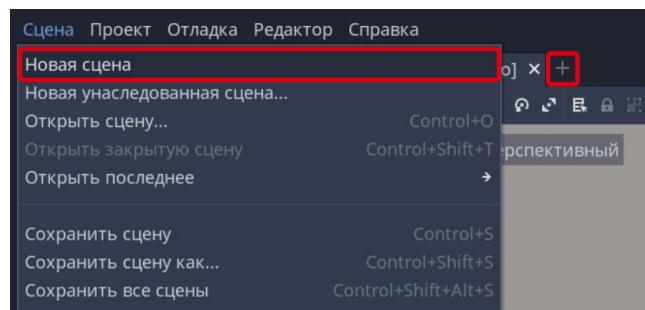


Рис. 11. Создание новой сцены

2. Создайте корневой узел для 3D сцены нажатием на кнопку *3D сцена*.

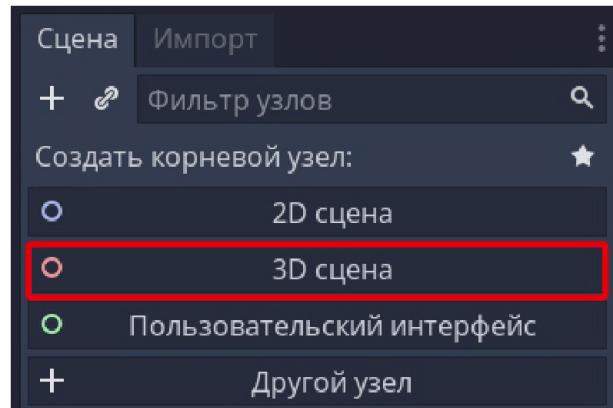


Рис. 12. Создание корневого узла 3D сцены

3. Сохраните сцену.

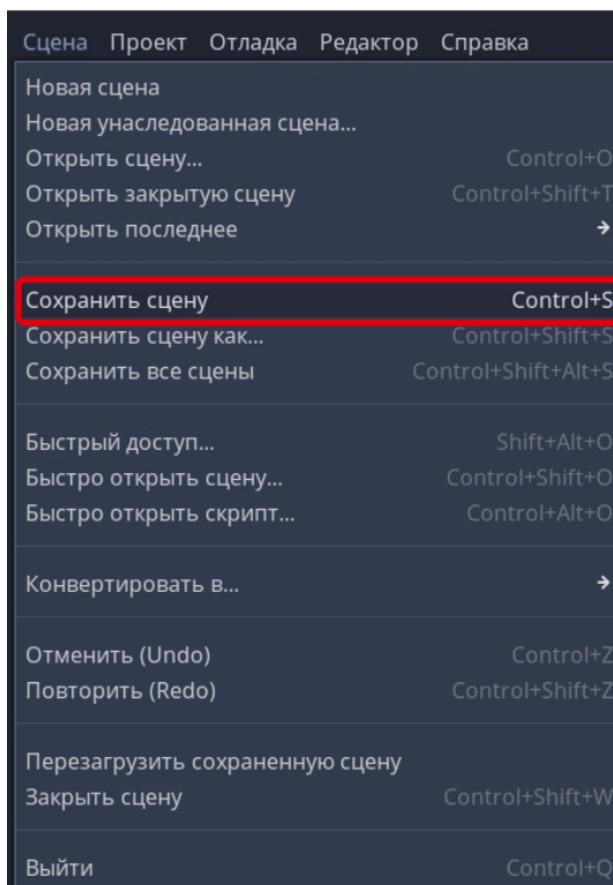


Рис. 13. Сохранение сцены

6.6 Создание и добавление дочерней сцены в основную

1. Создайте и сохраните в отдельную папку новую сцену (см. раздел 6.5). Дочерние сцены рекомендуется хранить в отдельной директории (*scenes*).
2. Перейдите в основную сцену.
3. Щелкните правой кнопкой мыши по узлу, к которому необходимо добавить дочернюю сцену и выберите *Добавить дочернюю сцену*.

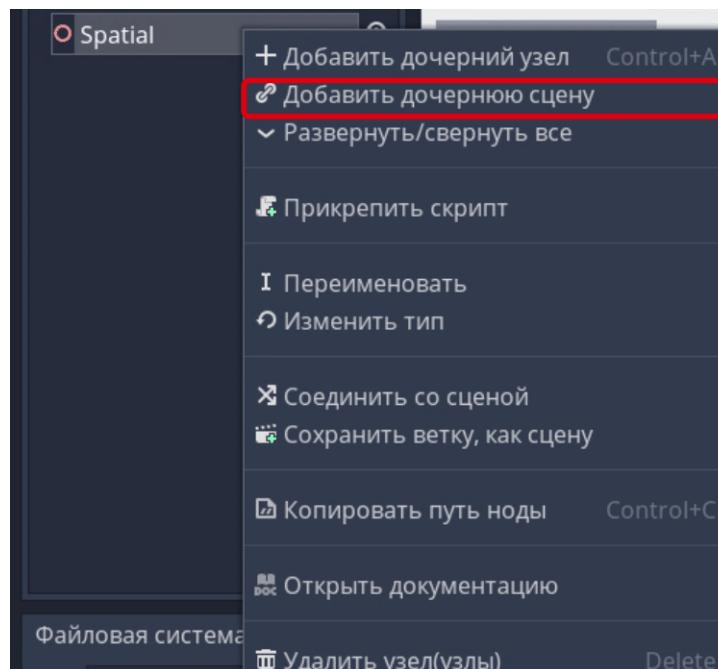


Рис. 14. Добавление дочерней сцены

4. Для добавления таких же дочерних сцен нажмите на добавленную сцену правой кнопкой мыши и выберите *Дублировать*. Появится копия данной сцены с порядковым номером.

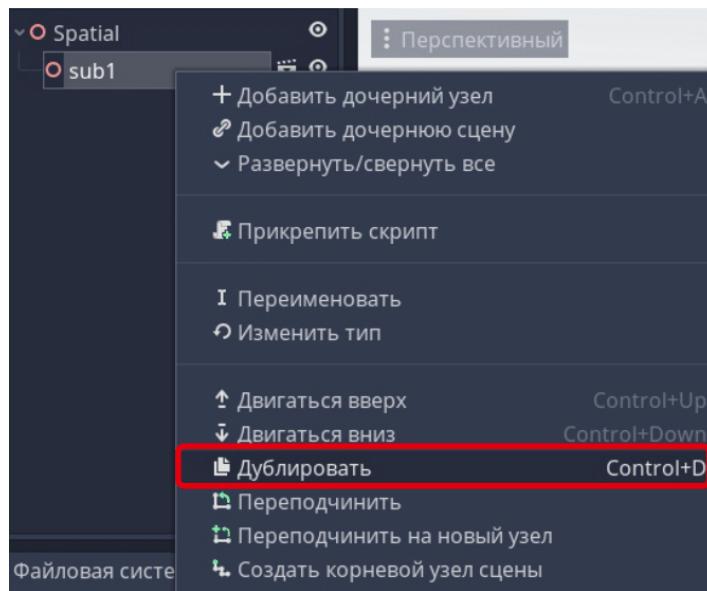


Рис. 15. Дублирование сцены



После добавления дочерней сцены редактирование ее объектов в окне просмотра главной сцены становится недоступным. Способы редактирования дочерних сцен описаны в разделе 6.7.

6.7 Редактирование дочерней сцены

Существует два способа редактирования объектов дочерней сцены:

- Редактирование объектов в основной сцене, когда необходимо внести изменения в объекты основной сцены без изменения исходника (дочерней сцены).
- Редактирование объектов в дочерней сцене, когда необходимо внести изменения во все идентичные объекты, ссылающиеся на одну дочернюю сцену.

Редактирование объектов в основной сцене

Для редактирования отдельных объектов дочерней сцены в окне просмотра главной сцены нажмите правой кнопкой мыши на объект и установите флаг в графе *Редактируемые потомки*. Щелкните на появившуюся слева от названия узла стрелку для раскрытия ветки.

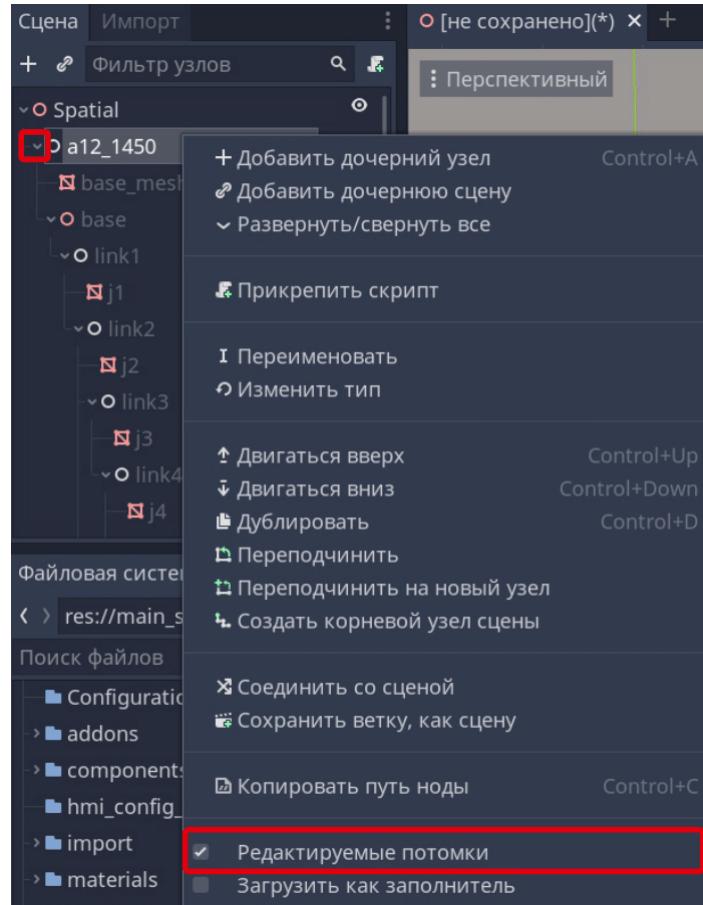


Рис. 16. Редактирование компонентов объекта дочерней сцены



При выключении флага в графе *Редактируемые потомки* изменения, совершенные в основной сцене не сохраняются и объект снова будет соответствовать оригиналу дочерней сцены.

Редактирование объектов в дочерней сцене

Для редактирования всех одинаковых объектов дочерней сцены нажмите на кнопку *Открыть в редакторе*, расположенную напротив названия объекта в дереве сцены.

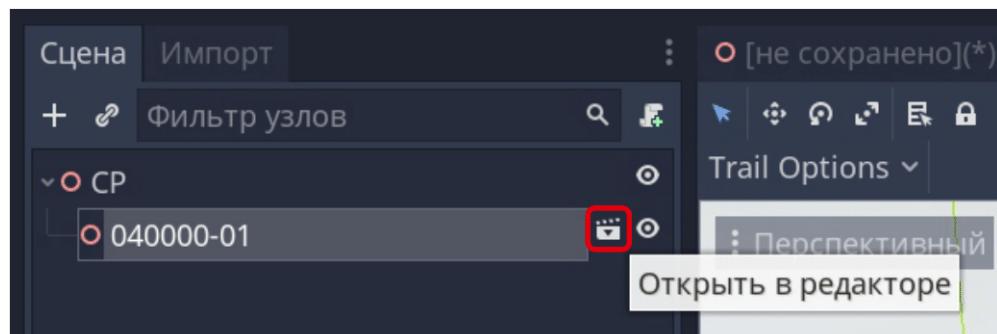


Рис. 17. Кнопка перехода в редактор дочерней сцены

После сохранения дочерней сцены изменения автоматически отобразятся и в основной сцене.

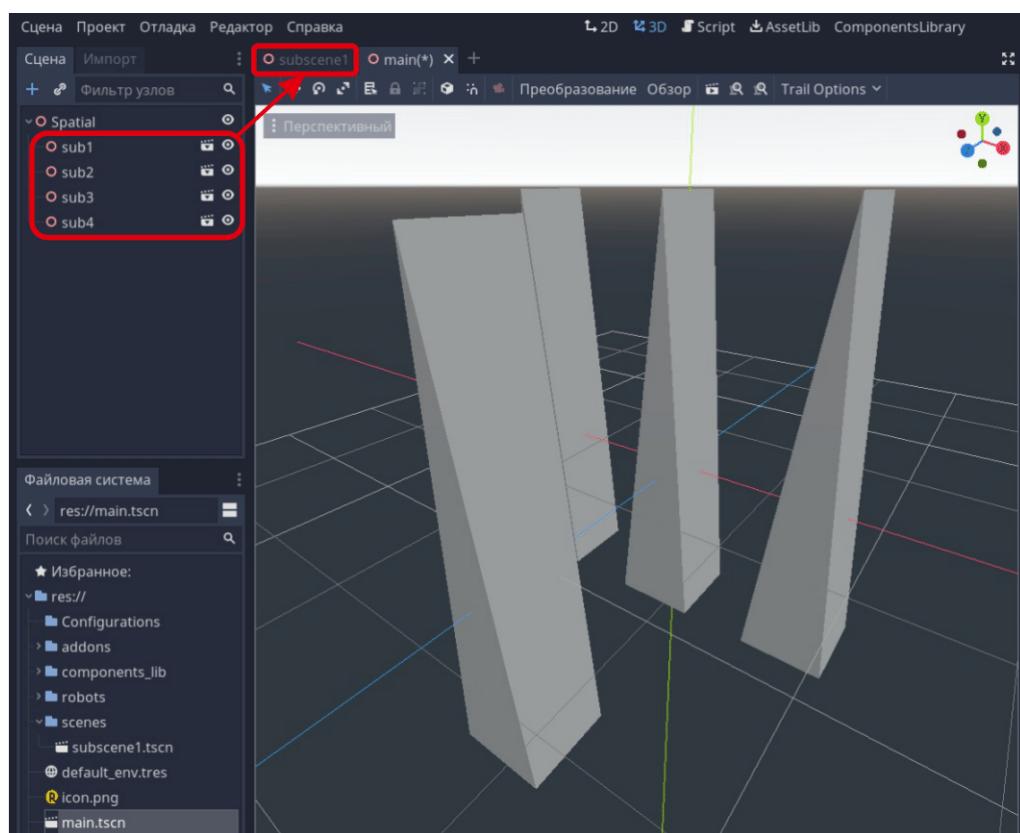


Рис. 18. Объекты, измененные в дочерней сцене

Отключение связи дочерней сцены с оригиналом

Для того чтобы сделать дочернюю сцену узлом основной сцены и отключить связь с оригиналом необходимо щелкнуть на нужную сцену правой кнопкой мыши и выбрать **Сделать локальным**.

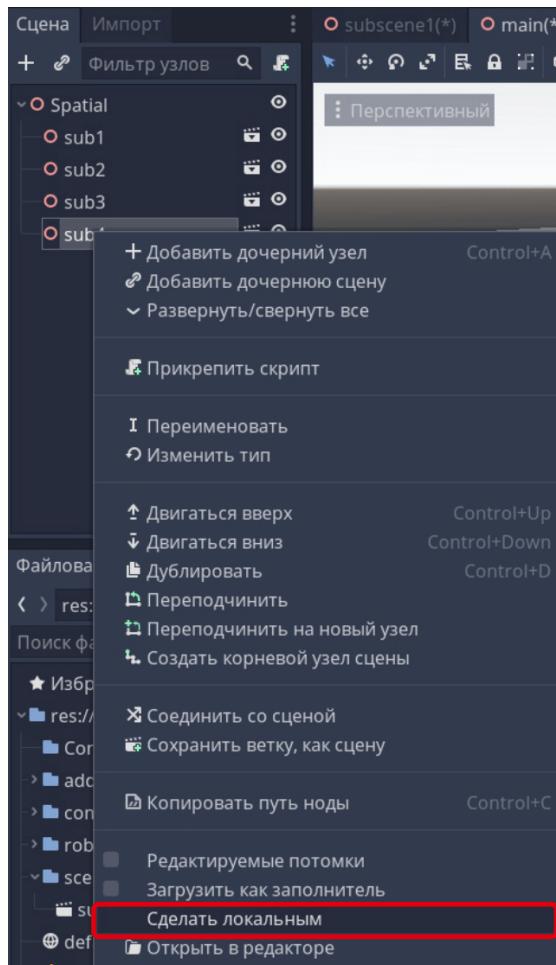


Рис. 19. Отключение связи с дочерней сценой

После нажатия на данную кнопку в дереве сцены отобразятся потомки объекта и исчезнет кнопка *Открыть в редакторе*. Связь с оригиналом дочерней сцены будет потеряна.

6.8 Перезагрузка сцены

При работе с симуляцией периодически требуется перезагрузка сцены. Для быстрой перезагрузки сохраните сцену и используйте вкладку *Сцена* ⇒ *Перезагрузить сохраненную сцену*.

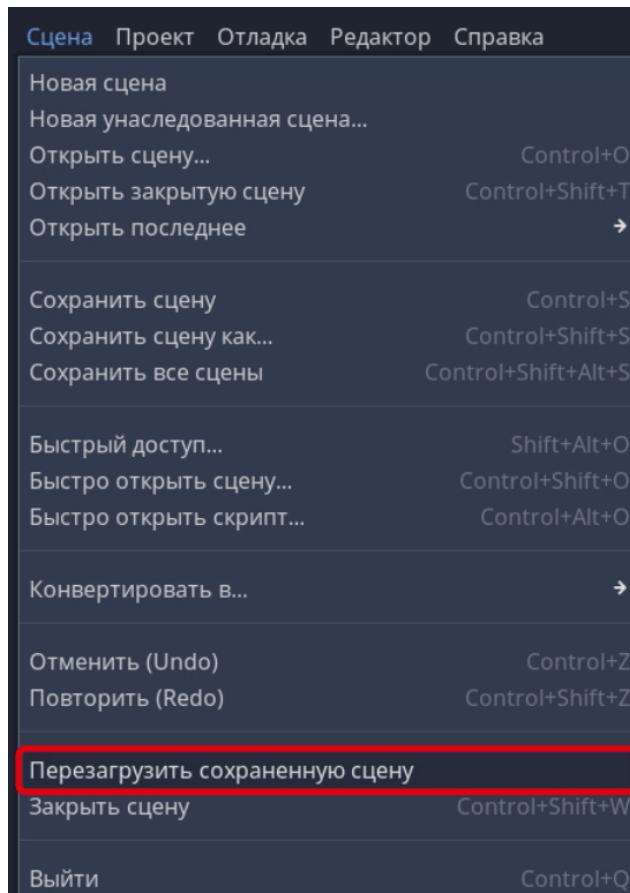


Рис. 20. Перезагрузка сцены

7 Окно просмотра сцены

Для перехода в окно просмотра сцены нажмите на кнопку *3D* на панели выбора рабочего пространства.

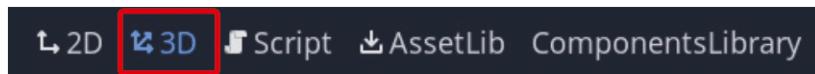


Рис. 21. Переход в окно просмотра 3D сцены

7.1 Навигация камеры и инструменты в окне просмотра 3D-сцены

Для навигации камеры в окне просмотра сцены используются следующие средства:

Таблица 7.4. Средства навигации камеры в окне просмотра сцены

Действие	Описание
Прокручивание колеса мыши	Масштабирование изображения
Движение мыши с зажатой правой кнопкой	Изменение направления обзора
Движение мыши с зажатой средней кнопкой	Изменение угла обзора
Num 7	Вид сверху
Alt + Num 7	Вид снизу
Num 1	Вид справа
Alt + Num 1	Вид слева
Ctrl + F - переход в режим перемещения камеры по клавиатуре	При включении данного режима управляйте камерой при помощи кнопок W / S / A / D / Q / E для перемещения камеры вперед / назад / влево / вправо / вверх / вниз соответственно. Для ускорения или замедления движения прокрутите колесо мыши

7.2 Панель инструментов окна просмотра 3D-сцены

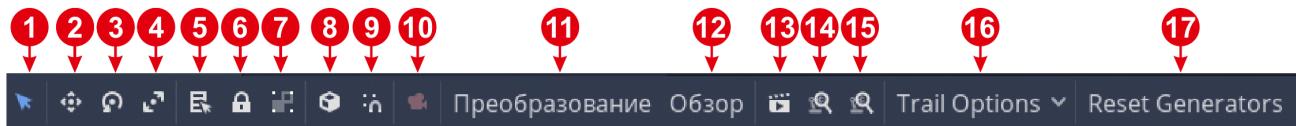


Рис. 22. Панель инструментов окна просмотра 3D-сцены

На верхней панели окна просмотра расположены следующие инструменты:

1. Кнопка *Режим выделения* (Q). В данном режиме доступно перемещение и вращение выделенных объектов при помощи гизмо.
2. Кнопка *Режим перемещения* (W). Используется для перемещения объектов. При активации данного режима гизмо позволяет перемещать объект в плоскостях и по осям.
3. Кнопка *Режим вращения* (E). Используется для вращения объектов. При активации данного режима гизмо позволяет вращать объект.
4. Кнопка *Режим масштабирования* (R). Используется для масштабирования объектов.
5. Кнопка *Список всех объектов выделенной позиции*. Выделите объект для отображения списка его составляющих в окне просмотра.
6. Кнопка *Фиксация выделенного объекта*. Позволяет зафиксировать объект в текущем положении (см.раздел 8.4).
7. Кнопка *Отмена и восстановление выбираемости потомков объекта*. Позволяет зафиксировать составляющие объекта в текущем положении (см.раздел 8.4).
8. Кнопка *Использование локального пространства* (T). Позволяет выбрать локальную или глобальную систему координат.
9. Кнопка *Использование привязок* (Y).
10. Кнопка *Переопределение игровой камеры*.
11. Кнопка *Преобразование*. В данном разделе содержатся параметры привязок.

12. Кнопка *Обзор*. В данном разделе содержатся параметры и настройки окна просмотра сцены (см.раздел 7.3).
13. Кнопка *Режим симуляции сцены*. Позволяет отключить обновление дерева сцены. Рекомендуется использовать в целях избежания задержек в работе симулятора при удалении объектов в процессе работы эмуляции.
14. Кнопка *Поиск робота*. Позволяет найти следующий в дереве сцены объект типа *Robot Emulation*.
15. Кнопка *Поиск робота*. Позволяет найти предыдущий в дереве сцены объект типа *Robot Emulation*.
16. Кнопка *Trail Options*. Позволяет управлять визуализацией траекторий движения TCP (см. раздел 17.1.2).
17. Кнопка *Trail Options*. Позволяет сбросить заготовки, созданные при помощи генератора к начальному состоянию.

7.3 Настройка окна просмотра

Для настройки окна просмотра нажмите на кнопку *Обзор* панели инструментов. Откроется список следующих параметров:

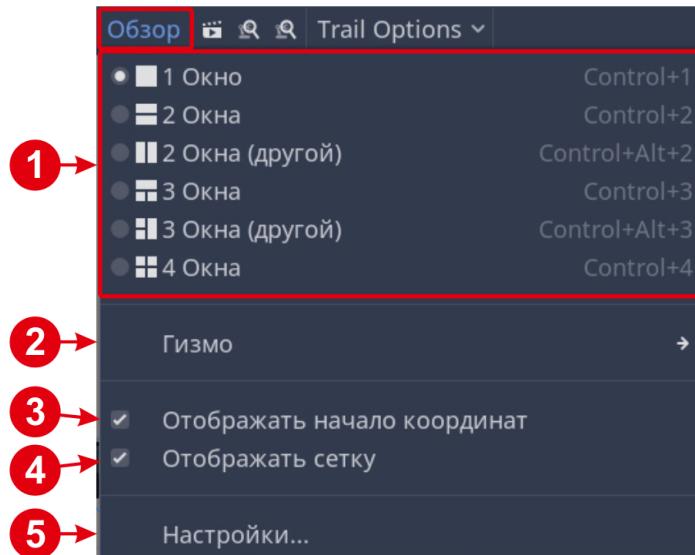


Рис. 23. Меню «Обзор»

1. Вид окна.
2. Настройки гизмо. По умолчанию отображение гизмо включено для объектов всех типов, однако можно отключить его для выбранных типов объектов.
3. Отображение начала координат. Включите для отображения системы координат сцены.
4. Отображение сетки. Включите для отображения сетки на полу сцены.
5. Настройки окна просмотра. При нажатии на кнопку *Настройки* возможно редактирование следующих параметров:

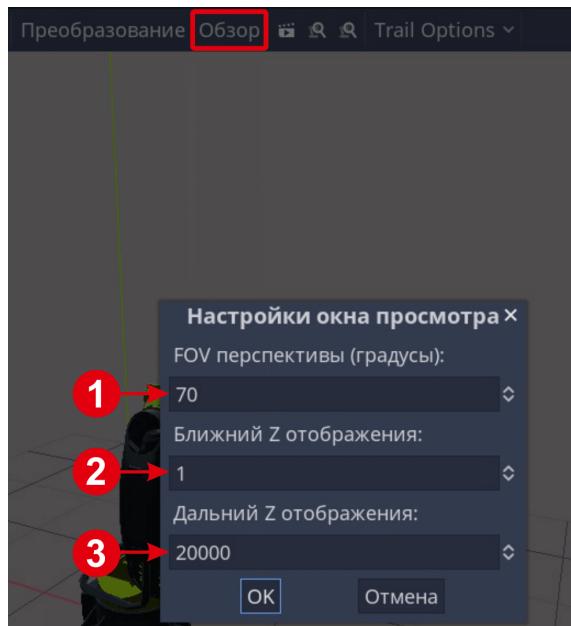


Рис. 24. Настройки окна просмотра

1. Угол обзора перспективы в градусах. Рекомендуется устанавливать значение 70.
2. Ближний Z отображения. Определяет степень максимального приближения. Рекомендуется устанавливать значение 1.
3. Дальний Z отображения. Определяет степень максимального отдаления. Рекомендуется устанавливать значение 20000.

8 Работа с объектами

8.1 Создание и редактирование базовых форм

При помощи мешей можно создать простые объекты (например, стол или ленту конвейера). Для добавления базовой формы необходимо:

1. Щелкнуть правой кнопкой на узел, к которому будет относиться созданный объект.
2. Выбрать *Добавить дочерний узел*.
3. В списке выбрать *MeshInstance* и нажать кнопку *Создать*.

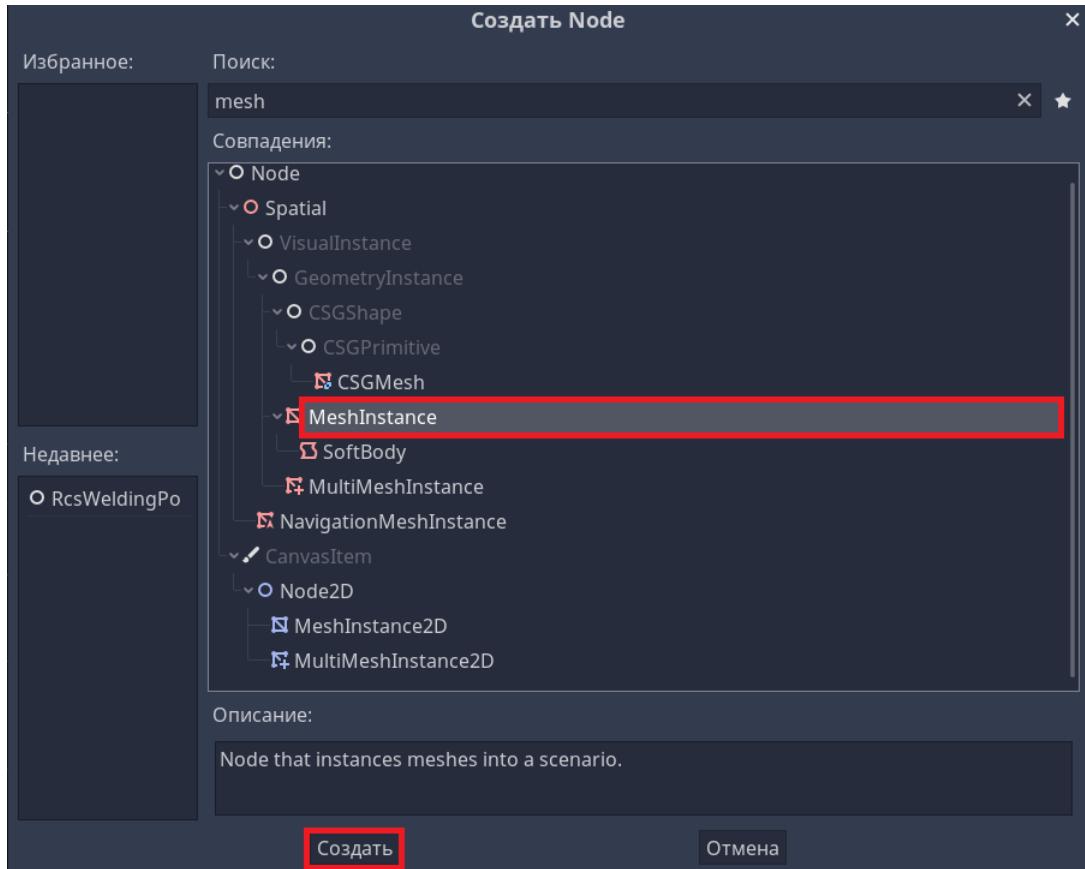


Рис. 25. Добавление объекта класса MeshInstance

4. Перейти в окно *Инспектор*.

5. В графе *Mesh* открыть выпадающий список и выбрать нужную форму.

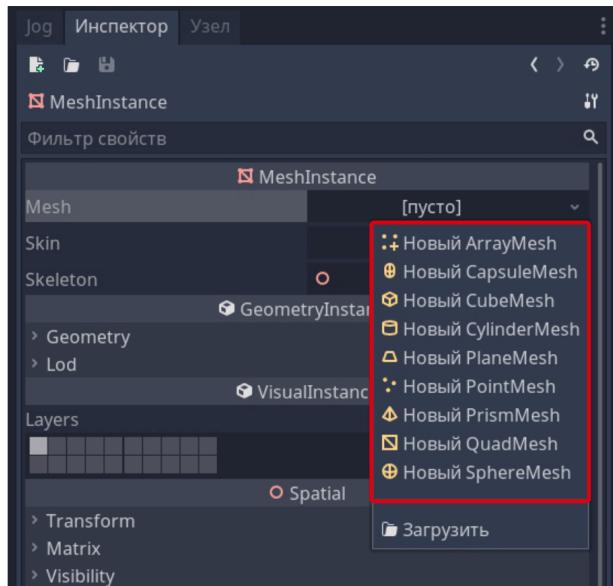


Рис. 26. Добавление геометрии

6. Для редактирования объекта повторно открыть выпадающий список в графе *Mesh* и выбрать *Редактировать*.

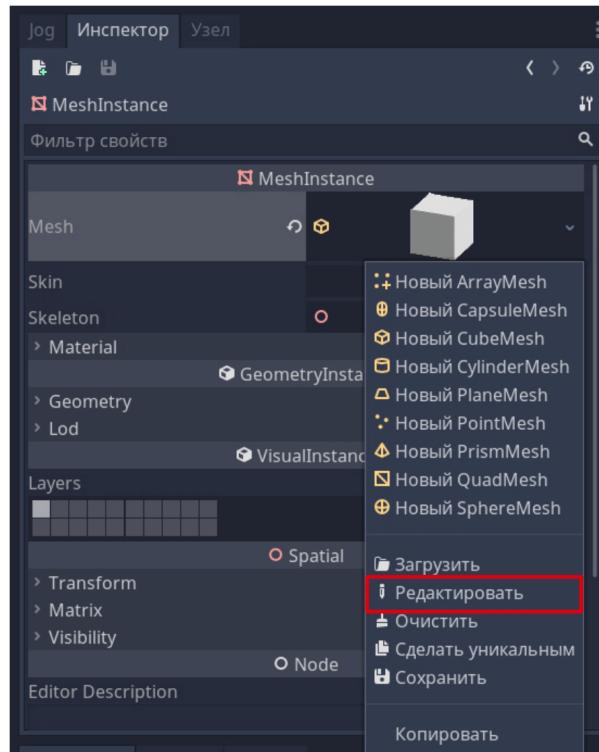


Рис. 27. Переход к редактированию объекта

7. Изменить параметры объекта для получения нужной геометрии.

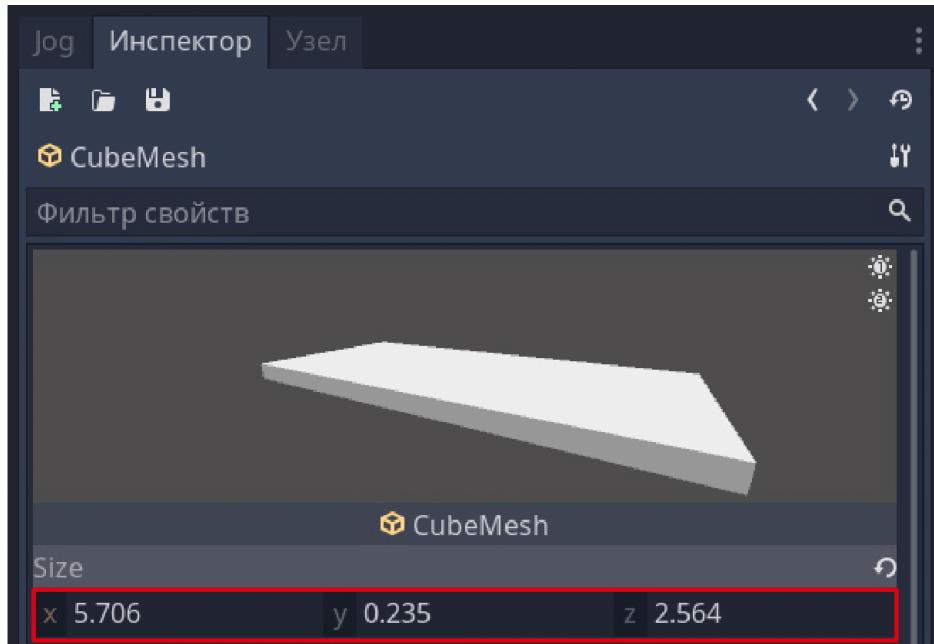


Рис. 28. Изменение параметров объекта

8.2 Классы объектов

В симуляторе используются два типа классов: базовые классы Godot (подробно о каждом классе описано в документации к Godot 3.2) и классы, созданные специально под RCS.

Ниже приведен список классов объектов, созданных для управления объектами посредством RCS:

- **RobotEmulation** - используется для объектов, с которыми устанавливается подключение к RCS (например, манипулятор).
- **RcsPositioner** - используется для позиционеров, которые можно подключить к **Robot Emulation** в качестве дополнительной оси.
- **RcsSignalsHolder** - используется для эмуляции работы шин сигналов.
- **RcsSafetySignals** - используется для эмуляции сигналов безопасности.
- **RcsModbusTcpServer** - используется для эмуляции сервера Modbus TCP.
- **RcsJoint** - используется для симуляции поворотных или линейных осей.

- **RcsToggleJoint** - используется для симуляции работы подвижных элементов с двумя положениями (например, пневмоцилиндров).
- **RcsTimeSourceControl** - используется для управления временем сцены.
- **RcsSticky Area** - используется для создания области оснастки.
- **RcsGrabber** - используется для создания области захвата и переноса объекта.
- **RcsConveyor** - используется для переноса объекта на конвейере.
- **RcsTrail** - используется для визуализации траектории движения объекта.
- **RcsPartGenerator** - используется для управления заготовками, созданных при помощи генератора **RcsGridPartGenerator** или **RcsSpiralPartGenerator**.
- **RcsGridPartGenerator** - используется для создания множества заготовок в 3D-сетке.
- **RcsSpiralPartGenerator** - используется для создания множества заготовок, расположенных по спирали.
- **RcsWeldingPowerSource** - используется для эмуляции сварочного источника.

8.3 Перемещение и поворот объекта

Для свободного перемещения объекта в пространстве выделите объект и перетяните его, зажав левую кнопку мыши.

Для перемещения объекта в направлении координатных осей:

1. Выберите нужный объект.
2. Выберите систему координат кнопкой *Использование локального пространства (T)*. По умолчанию используется стандартная система координат.
3. Выберите режим выделения или режим перемещения.
4. Используйте гизмо: наведите курсор мыши на стрелку, обозначающую нужную ось. Зажмите левую кнопку мыши и передвиньте объект.

Для перемещения объекта в координатной плоскости:

1. Выберите нужный объект.
2. Выберите систему координат кнопкой *Использование локального пространства (T)*. По умолчанию используется стандартная система координат.
3. Выберите режим выделения или режим перемещения.
4. Используйте гизмо: наведите курсор мыши на квадрат, обозначающий нужную плоскость. Зажмите левую кнопку мыши и передвиньте объект.

Для вращения объекта вокруг выбранной оси:

1. Выберите нужный объект.
2. Выберите систему координат кнопкой *Использование локального пространства (T)*. По умолчанию используется стандартная система координат.
3. Выберите режим выделения или режим вращения.
4. Используйте гизмо: наведите курсор мыши на окружность, обозначающую нужную ось вращения. Зажмите левую кнопку мыши и вращайте объект. При удерживании клавиши *Ctrl* поворот осуществляется шагами в 15°.

Для задания точного положения объекта в пространстве:

1. Выберите нужный объект.
2. В окне *Инспектор* в разделе *Spatial* раскройте группу параметров *Transform*.
3. Измените требуемые значения. Редактирование значений возможно следующими способами:
 - Выберите графу и введите требуемое значение для данной оси с клавиатуры.
 - Выберите графу и введите выражение для вычисления целевого значения. Например, если текущее значение по оси Z составляет -196.8 и необходимо сместить объект на 40 мм ниже, введите в поле выражение $-196.8+40$ и нажмите клавишу *Enter*. Система вычислит результат выражения и сместит объект на указанное расстояние. При использовании знака деления (/) высчитывается целая часть результата деления.

- Выделите нужную графу. Удерживая левую кнопку мыши, перемещайте мышь в нужную сторону.

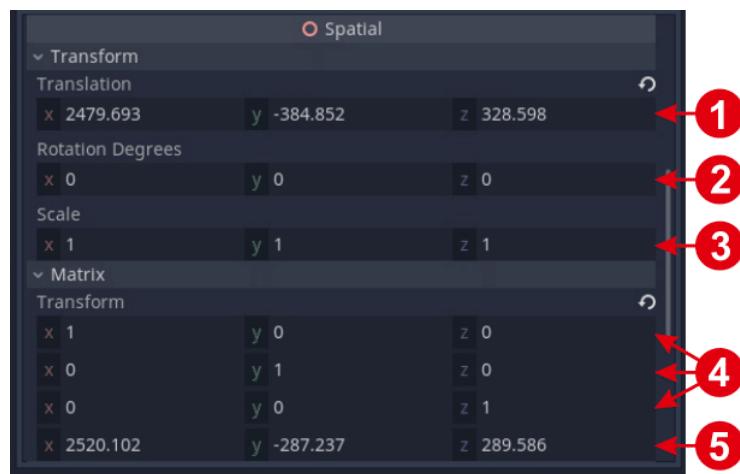


Рис. 29. Группа параметров *Spatial*

В графике *Translation* (1) указывается положение объекта в пространстве.

В графике *Rotation Degrees* (2) указывается поворот объекта в градусах для каждой оси.

В графике *Scale* (3) указывается масштаб объекта по каждой оси.

В графике *Transform* указываются параметры для трансформации объекта (4), а также определяется положение объекта в пространстве (5).

8.4 Фиксация и разблокировка объектов

Во избежание случайного перемещения объектов в процессе работы со сценой рекомендуется использовать функцию фиксации отдельных объектов.

Для блокировки положения объекта нажмите на кнопку *Зафиксировать выбранный объект* на верхней панели окна просмотра сцены (1). После нажатия на данную кнопку она будет заменена на кнопку *Разблокировать выбранный объект*, а в дереве сцены напротив зафиксированного объекта появится значок блокировки (2).

Для разблокировки положения объекта нажмите кнопку *Разблокировать выбранный объект* на верхней панели окна просмотра сцены (1) или на значок блокировки в дереве сцены напротив зафиксированного объекта (2).

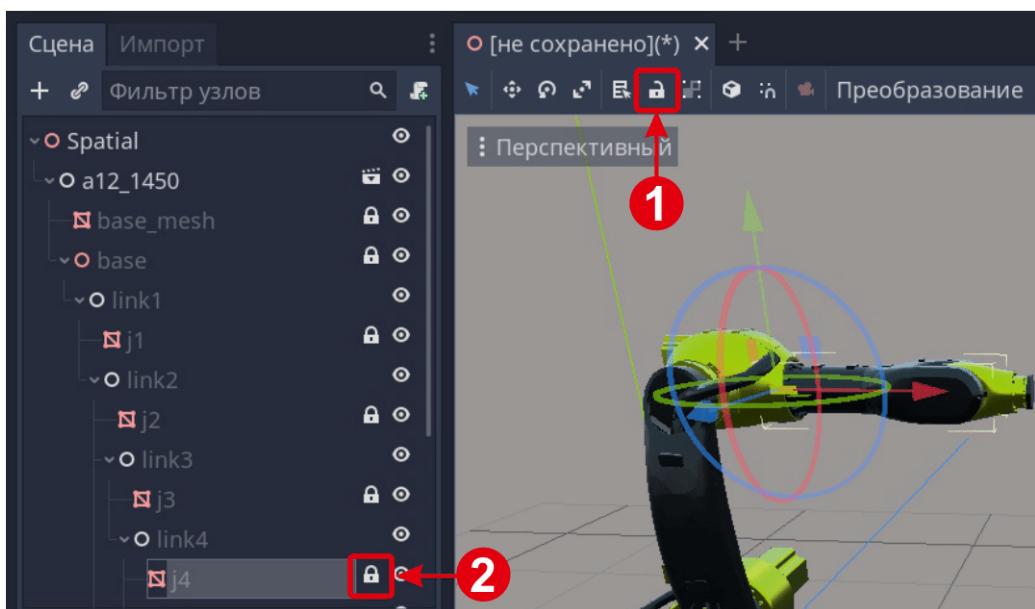


Рис. 30. Кнопки фиксации объекта

8.5 Удаление объектов

1. Выберите в дереве сцены объект, который необходимо удалить. Щелкните правой кнопкой мыши.
2. Выберите *Удалить узел*.

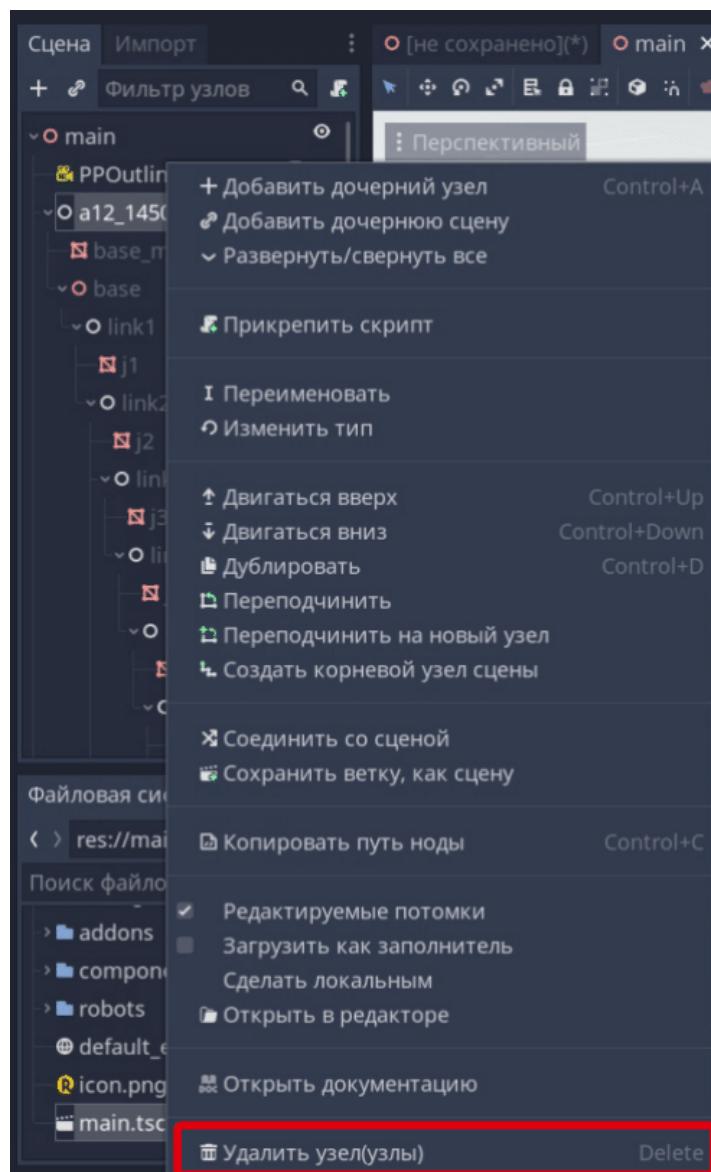


Рис. 31. Удаление узла

9 Добавление объектов в симулятор

9.1 Добавление объекта из библиотеки компонентов

1. На верхней панели симулятора над окном просмотра нажмите кнопку *Components Library* и выберите компонент.

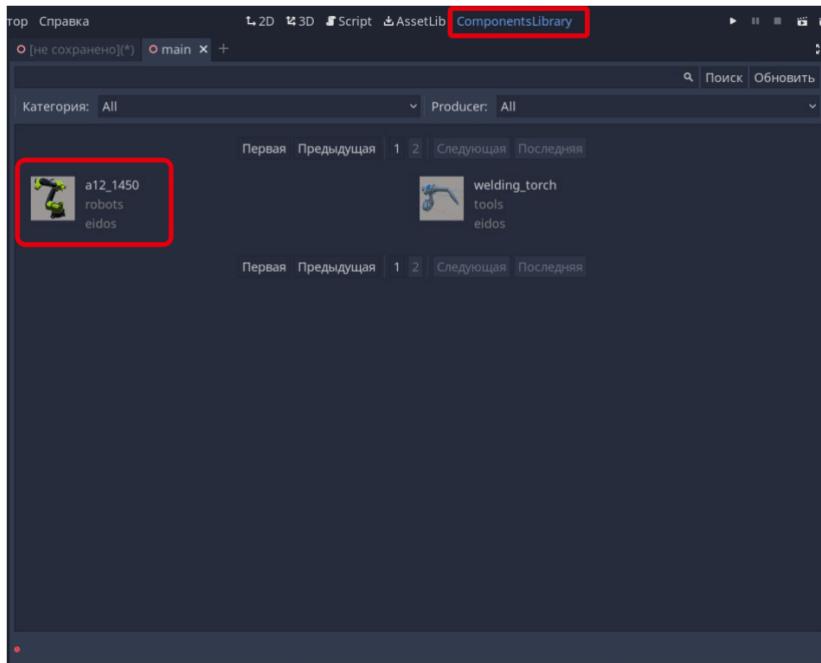


Рис. 32. Выбор компонента из библиотеки

2. В открывшемся окне нажмите кнопку Загрузка.



Рис. 33. Загрузка компонента из библиотеки

3. В дереве сцены нажмите правой кнопкой мыши на узел, к которому необходимо добавить компонент и выберите *Добавить дочернюю сцену*.
4. Выберите название сцены и нажмите *Открыть*.

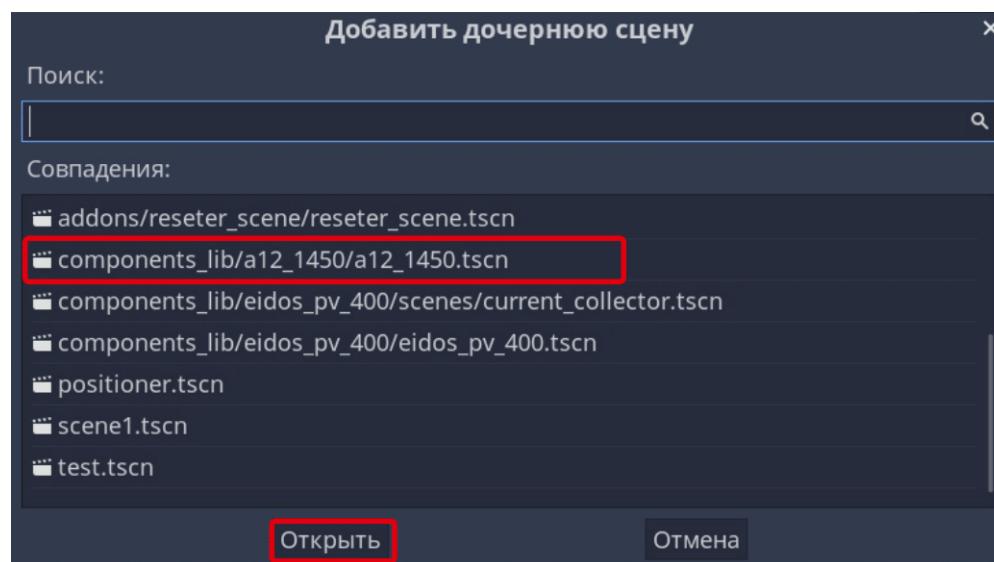


Рис. 34. Добавление компонента в сцену

9.2 Импорт модели

9.2.1 Конвертация модели в формат .glb

Для работы с объектом в симуляторе необходимо предварительно перевести модель объекта в формат *.glb*. Ниже описан один из способов конвертации *.stp* - файла в формат *.glb*.

1. Откройте модель в программе *CAD Assistant*.
2. Максимально упростите модель путем удаления всех деталей, которые не имеют значения для отображения в симуляторе.
3. Выберите *Сохранить или отправить файл*.
4. В списке форматов выберите *.glb* и укажите путь для сохранения файла.

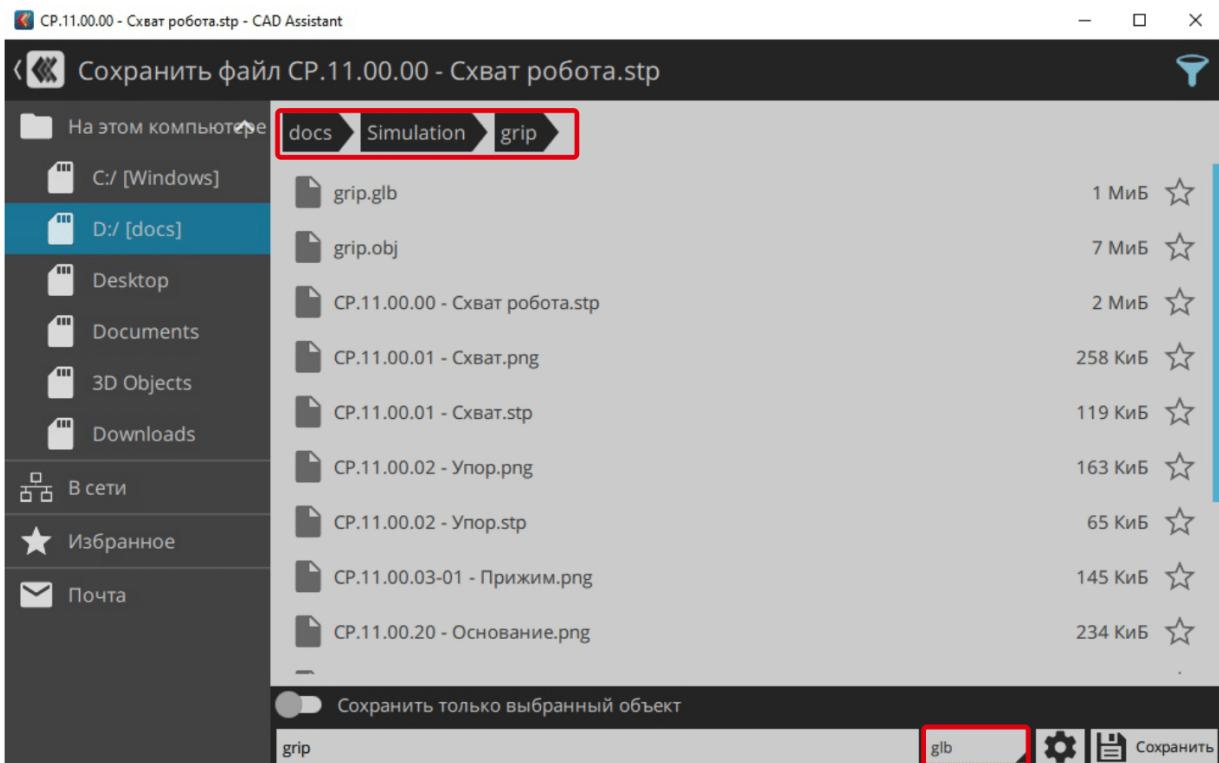


Рис. 35. Сохранение объекта в формате *.glb*

9.2.2 Упрощение модели

При работе с проектом, в котором собрано множество объектов, необходимо максимально уменьшить их размер. Для объектов симуляции необходима лишь внешняя оболочка, а остальные компоненты модели, находящиеся внутри, в данном случае не несут функционала, но перегружают сцену. Для упрощения *glb*-моделей рекомендуется использовать программы *CAD Assistant* и *Blender*.

Упрощение модели в CAD Assistant

Прежде всего, необходимо удалить из сборки все компоненты, отображать которые в симуляторе не имеет смысла.

Рекомендуется удалять компоненты именно в *CAD Assistant*, т.к. здесь есть возможность удалять компоненты группой, а не по отдельности. Для удаления группы компонентов необходимо выделить объект и нажать кнопку *Удалить выбранные компоненты* на боковой панели справа. При нажатии клавиши *Delete* удалится только выделенный компонент группы.



Рис. 36. Кнопка удаления группы компонентов

Из модели необходимо удалить все компоненты, которые не будут видны в симуляции, а также мелкие детали (например, болты).

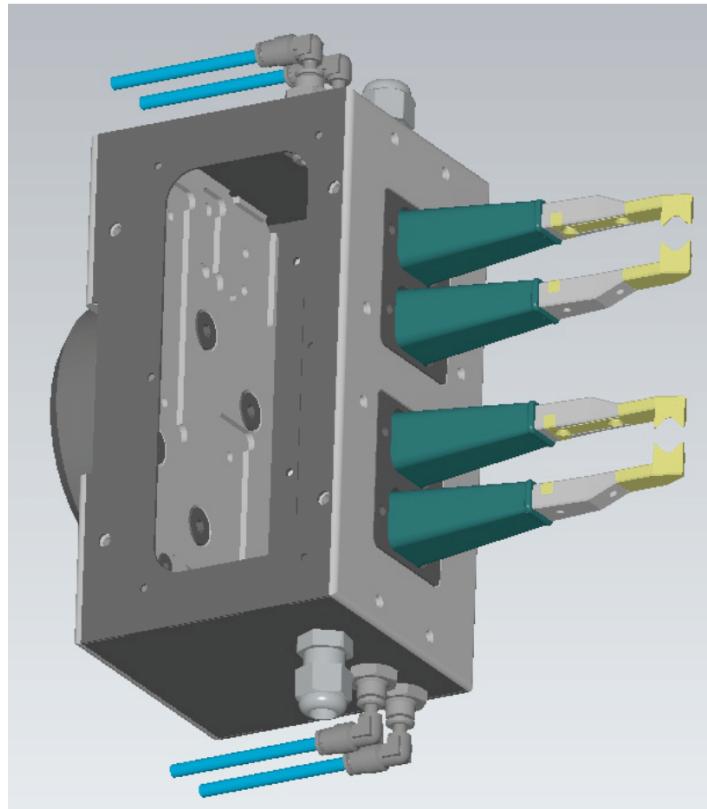


Рис. 37. Удаление лишних компонентов внутри схвата робота

Упрощение модели в Blender

При работе с большим проектом удаления лишних компонентов может быть недостаточно. Необходимо также уменьшить количество полигонов.

Подготовка интерфейса программы

Прежде всего необходимо оптимизировать рабочее пространство.

1. В параметрах окна редактирования удалите все лишние компоненты.

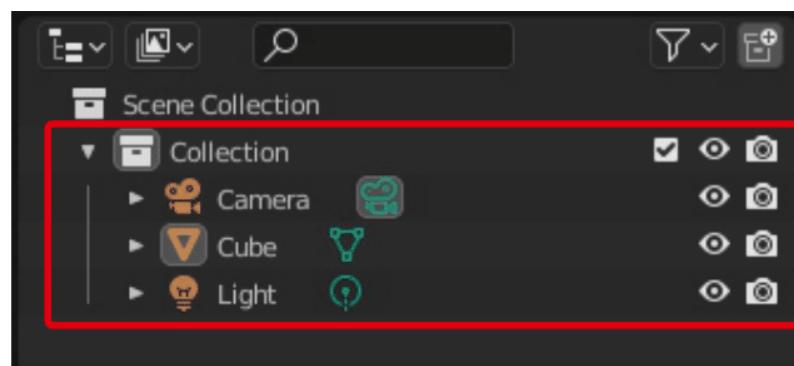


Рис. 38. Удаление лишних компонентов окна редактирования

2. Сохраните данные настройки. Для этого необходимо перейти в меню *File* ⇒ *Defaults* ⇒ *Save Startup File*.

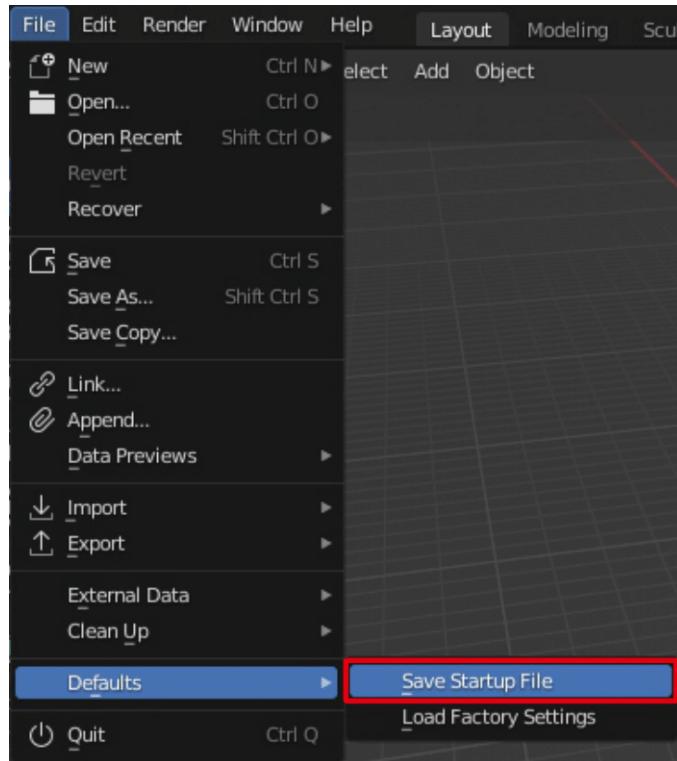


Рис. 39. Сохранение настроек окна редактирования

3. Перейдите в меню *Edit* ⇒ *Preferences*.
4. Во вкладке *Add-ons* включите расширения *Import-Export: glTF 2.0 format* и *Interface: Copy Attributes Menu*.

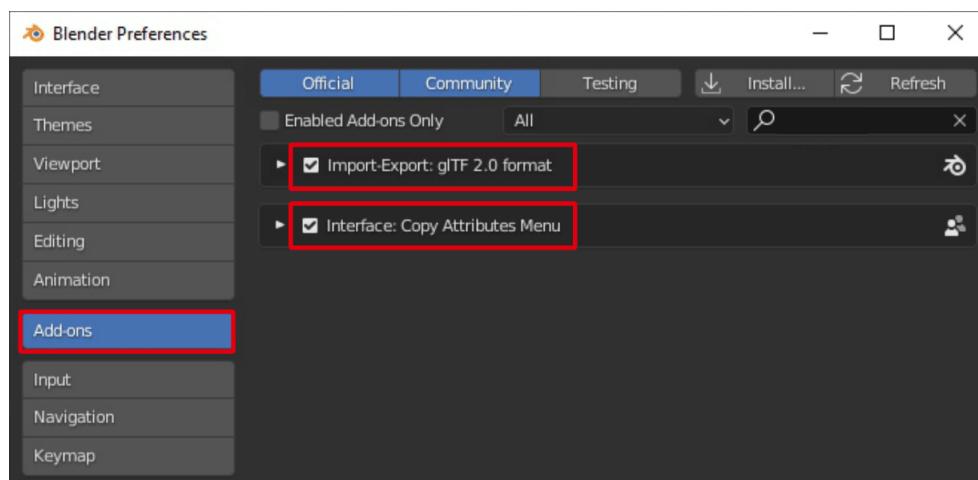


Рис. 40. Включение расширений

Загрузка модели и основные инструменты

Для загрузки модели перейдите в меню *Import* ⇒ *glTF 2.0 (.glb/.gltf)* и выберите файл модели.

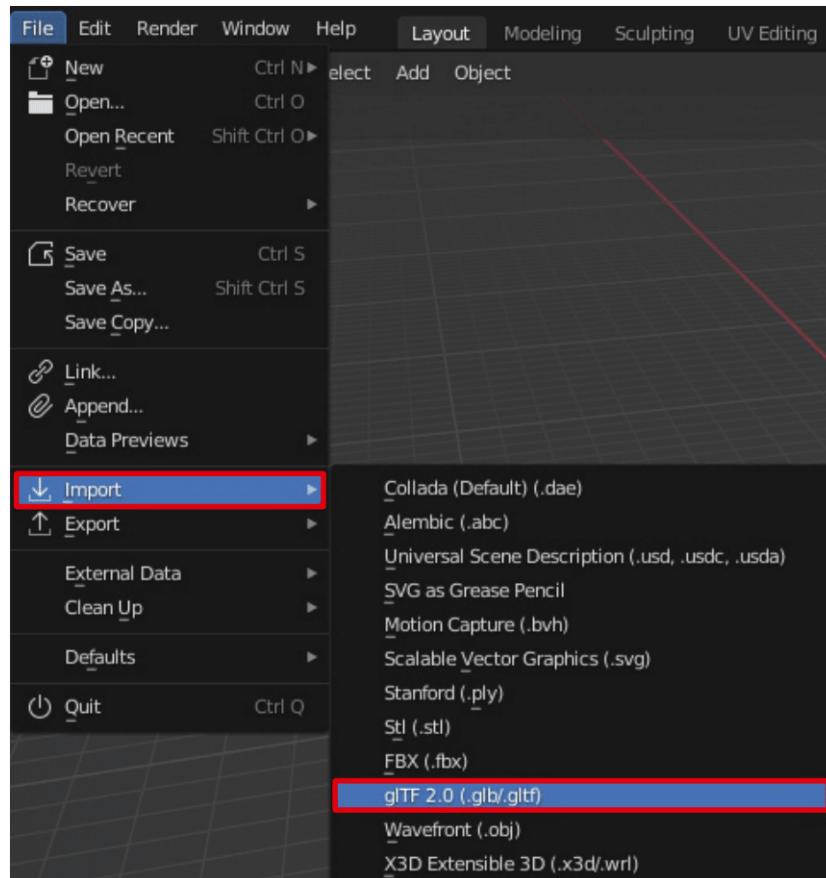


Рис. 41. Импорт модели

Для визуальной оценки количества полигонов активируйте кнопки *Toggle X-Ray* и *Viewport Shading: Wireframe*.

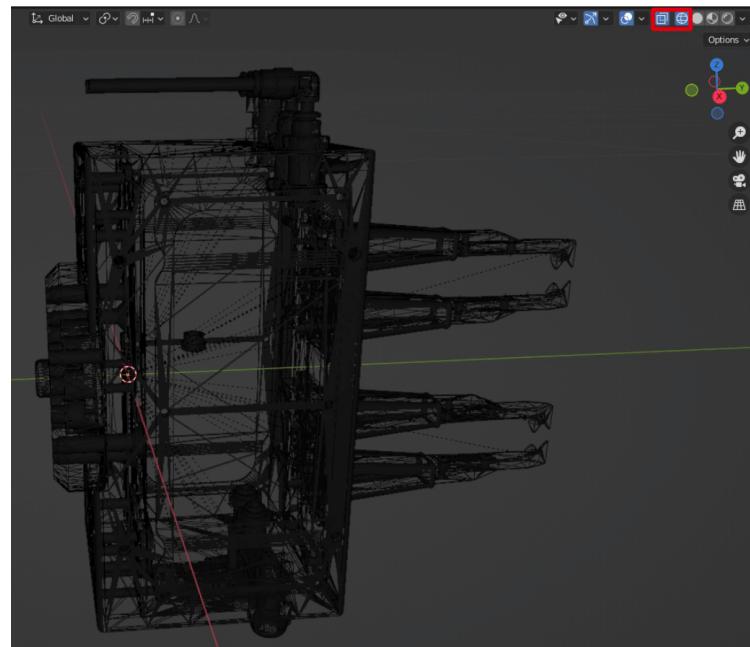


Рис. 42. Отображение каркаса модели

Для отображения модели как твердого тела выключите *Toggle X-Ray* и активируйте кнопку *Viewport Shading: Solid*.

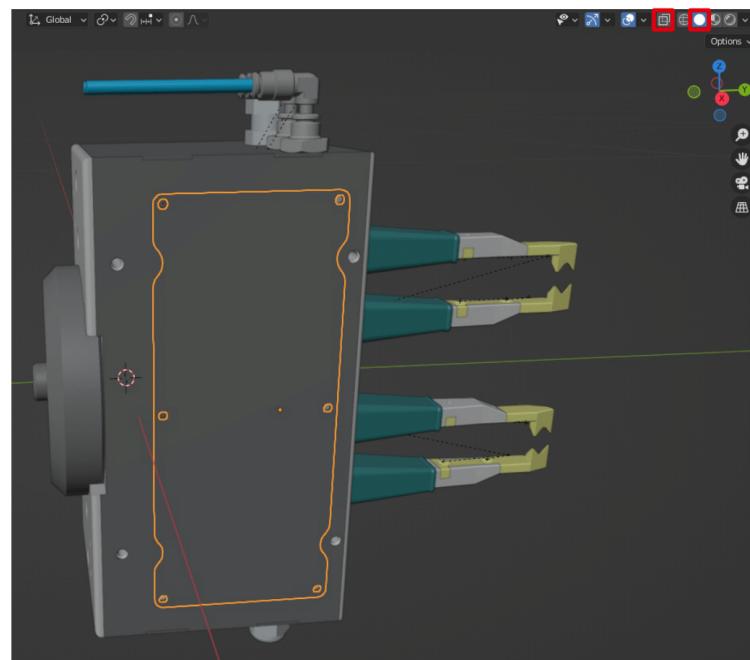


Рис. 43. Отображение твердого тела

Для управления видимостью объектов используйте кнопки *Hide Selected* (клавиша *H*) и *Show Hidden Objects* (клавиши *Alt + H*) в меню *Objects*.

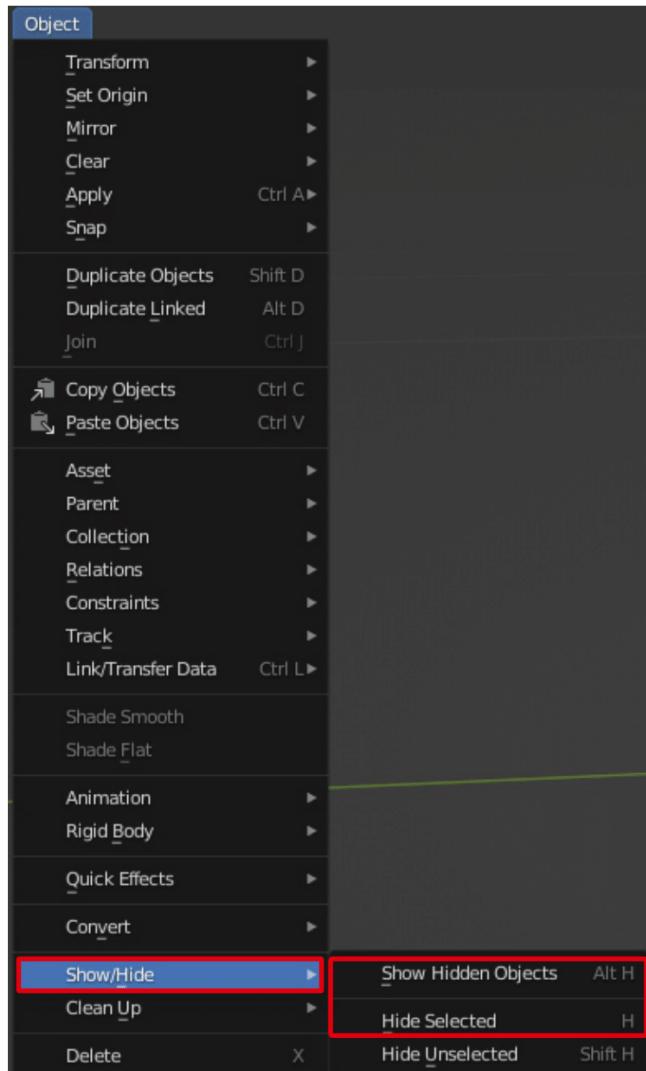


Рис. 44. Управление видимостью объектов

Упрощение полигонов мешей

Для уменьшения количества полигонов мешей:

1. Выберите один из мешей объекта.
2. На панели инструментов выберите *Modifier Properties* ⇒ *Add Modifier*.

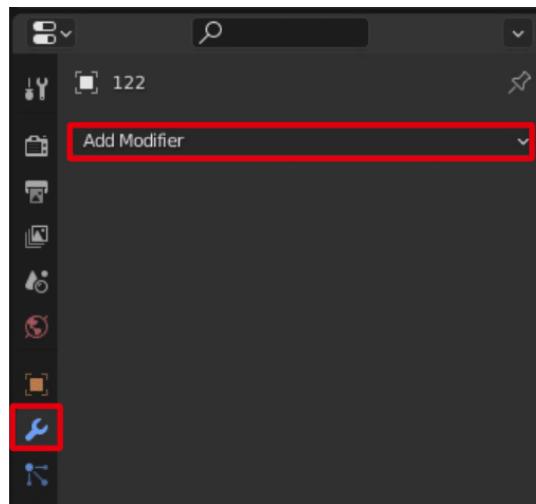


Рис. 45. Переход в окно модификаций объекта

3. Выберите *Decimate*.

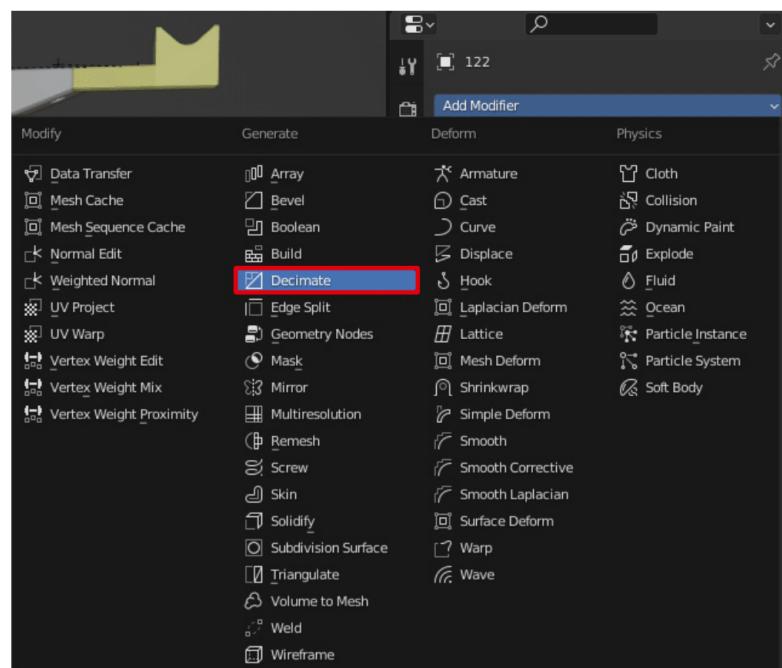


Рис. 46. Кнопка перехода в окно ограничения количества полигонов

4. Во вкладке *Planar* в графе *Angle Limit* установите значение $\sim 30^\circ$, определяющее степень упрощения полигонов. При необходимости меньшего искажения объекта установите меньшее значение.

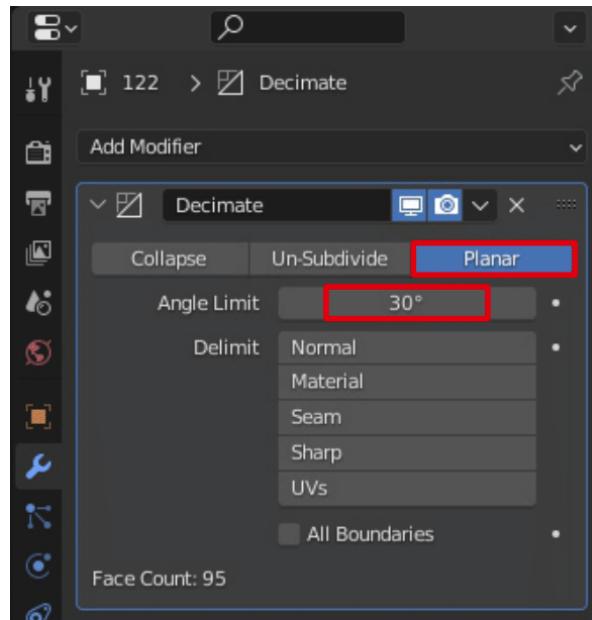


Рис. 47. Окно ограничения количества полигонов

5. Выберите в дереве объекта все группы мешей (1), а также отдельные меши (2). Последним выберите меш с иконкой ключа (3).



Рис. 48. Выделение мешей в дереве

6. Переместите курсор на область окна редактирования. Нажмите клавиши *Ctrl + C* и выберите *Copy Selected Modifiers*.

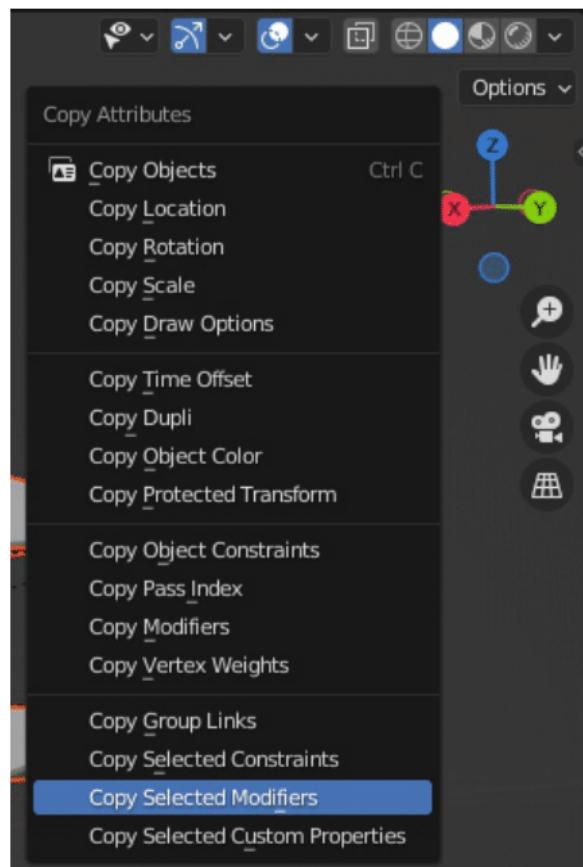


Рис. 49. Копирование модификаций для выделенных мешей

7. В появившемся окне последовательно выберите *Decimate* и *OK*.

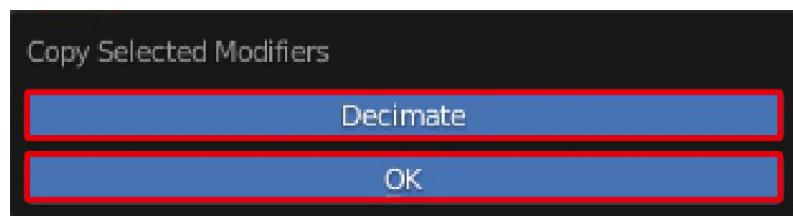


Рис. 50. Окно подтверждения ограничения количества полигонов

При необходимости усложнения отдельных объектов установите для них в графе *Angle Limit* меньшее значение.

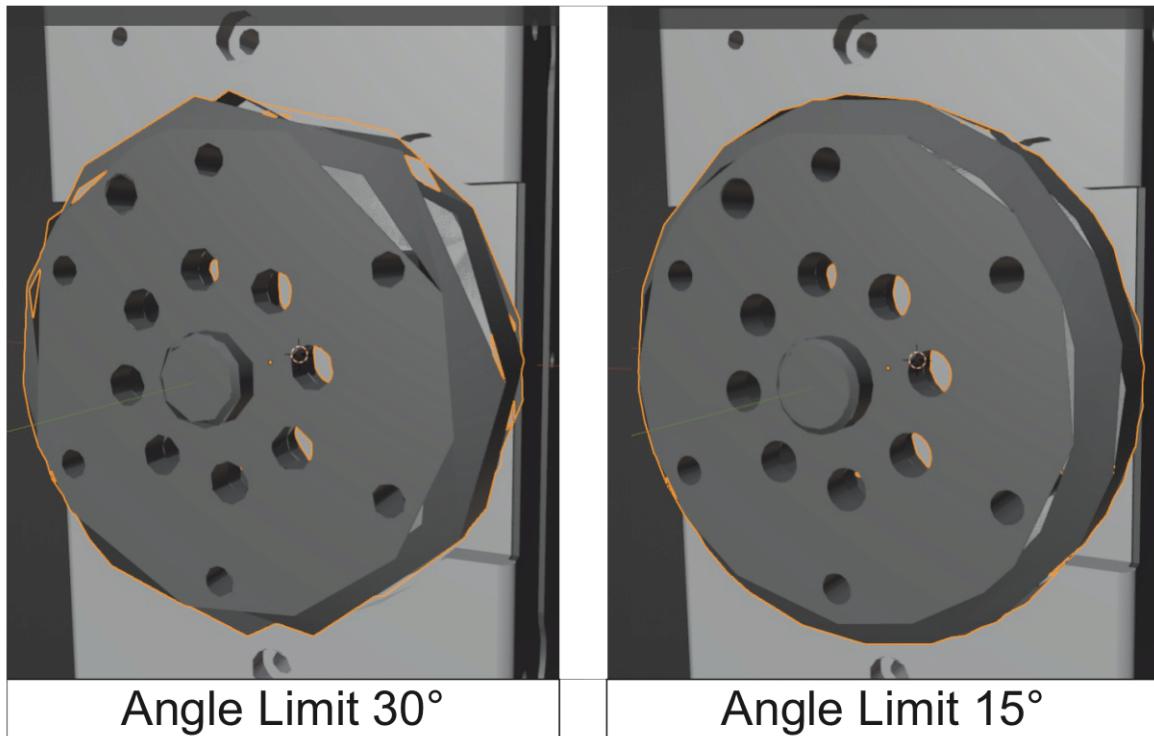


Рис. 51. Уменьшение значения Angle Limit

Экспорт упрощенной модели

Для сохранения изменений после упрощения модели необходимо:

1. Перейти в меню *File* ⇒ *Export* ⇒ *glTF 2.0 (.glb/.gltf)*.

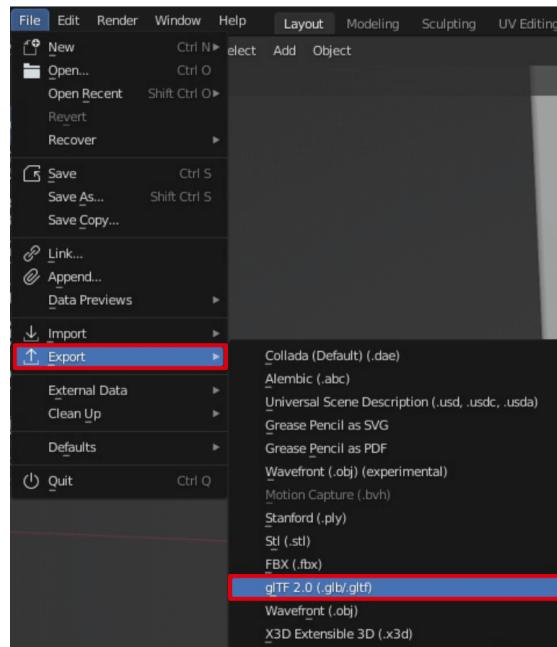


Рис. 52. Переход в окно экспорта модели

2. В открывшемся окне раскрыть список *Geometry* и установить флаг *Apply Modifiers*.

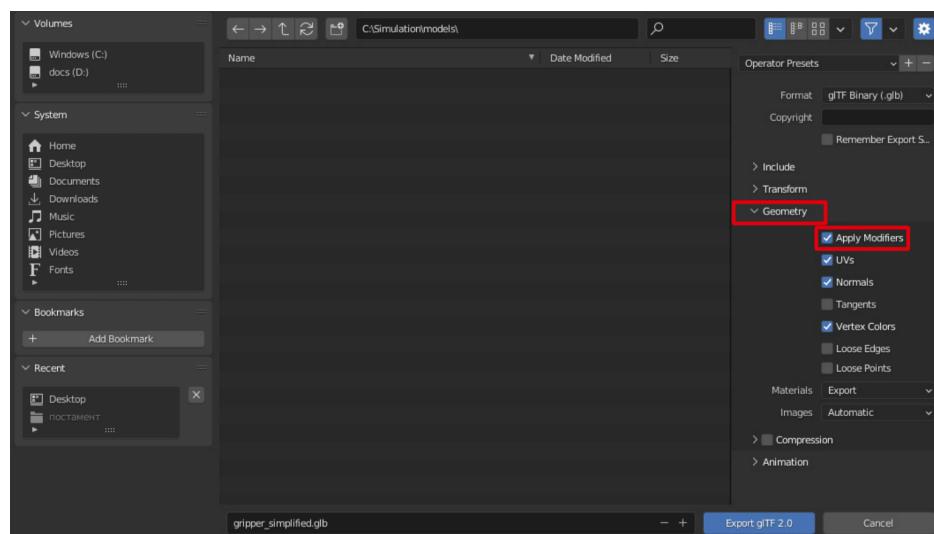


Рис. 53. Установка флага для сохранения модификаций

3. Указать путь сохранения файла и нажать кнопку *Export glTF 2.0*.

9.2.3 Добавление .glb - объекта в сцену



Перед добавлением объекта в сцену необходимо максимально упростить его путем удаления лишних объектов и полигонов (см. раздел 9.2.2).

Для добавления объекта в сцену симулятора необходимо:

1. Скопировать объект в формате .glb в папку *.import* предварительно созданного проекта (о создании нового проекта см. раздел 6.3).
2. Если проект уже открыт в симуляторе, импорт добавленных объектов начнется автоматически. В противном случае импорт будет выполнен при открытии проекта. Дождитесь завершения импорта объекта.
3. В меню *Файловая система* выберите .glb-объект. Подтвердите открытие объекта в редакторе нажатием на кнопку *Все равно открыть*.

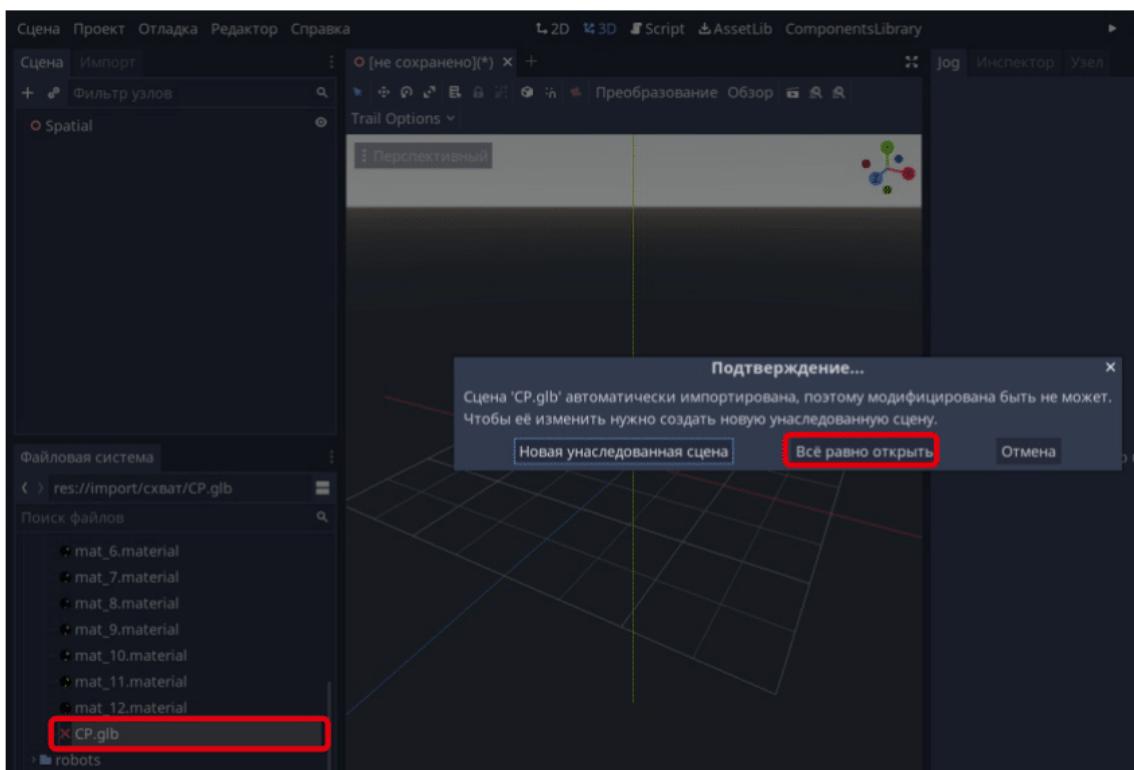


Рис. 54. Открытие объекта в симуляторе

9.2.4 Сохранение сцены и мешей объекта

Для оптимизации работы с объектами необходимо сохранить объект в отдельную сцену и повестить меши объекта в отдельную папку.

Для сохранения объекта в отдельную сцену:

1. В дереве сцены выделите корневой узел, нажмите на него правой кнопкой мыши и выберите *Добавить дочерний узел*.
2. В открывшемся окне выберите класс *Spatial*.
3. Переименуйте данный узел, присвоив ему название объекта.



Рис. 55. Создание объекта Spatial с назначением объекта

4. Переместите все узлы объекта в созданный узел (перетяните мышью или выделите и нажмите правой кнопкой мыши и выберите *Переподчинить*).

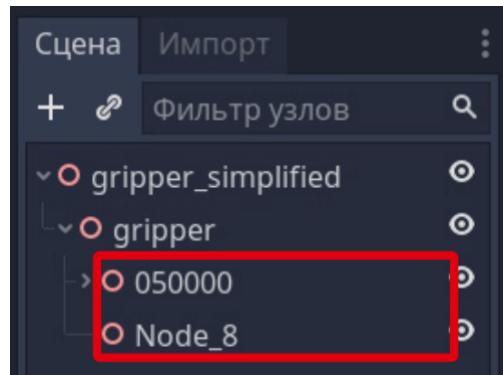


Рис. 56. Переподчинение узлов объекту Spatial

5. Выделите созданный узел с объектами, кликните по нему правой кнопкой мыши и выберите *Сохранить ветку как сцену*.

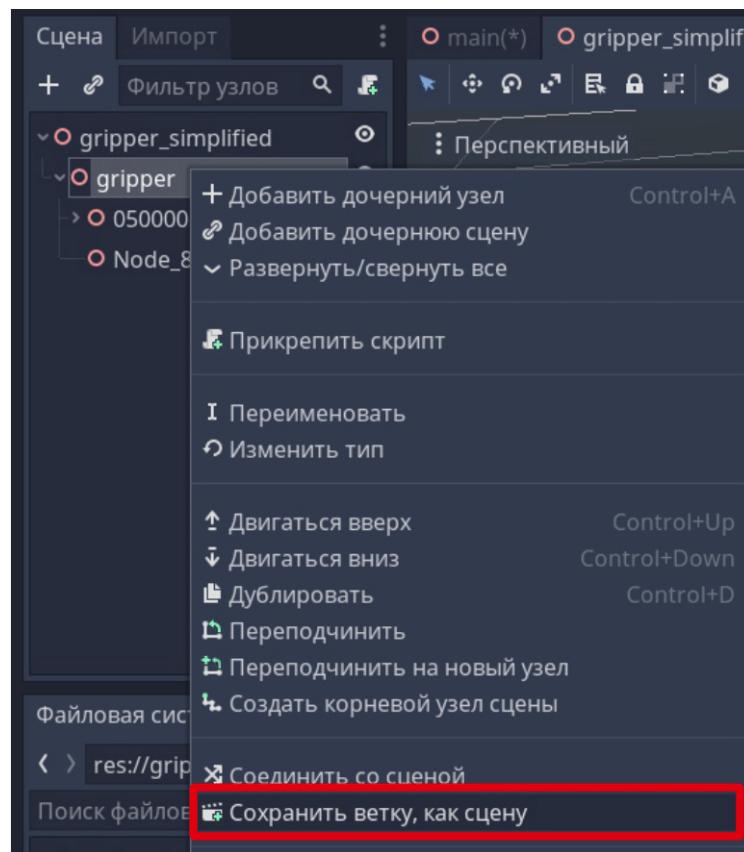


Рис. 57. Сохранение ветки как сцены

6. Введите название сцены и укажите путь для сохранения.

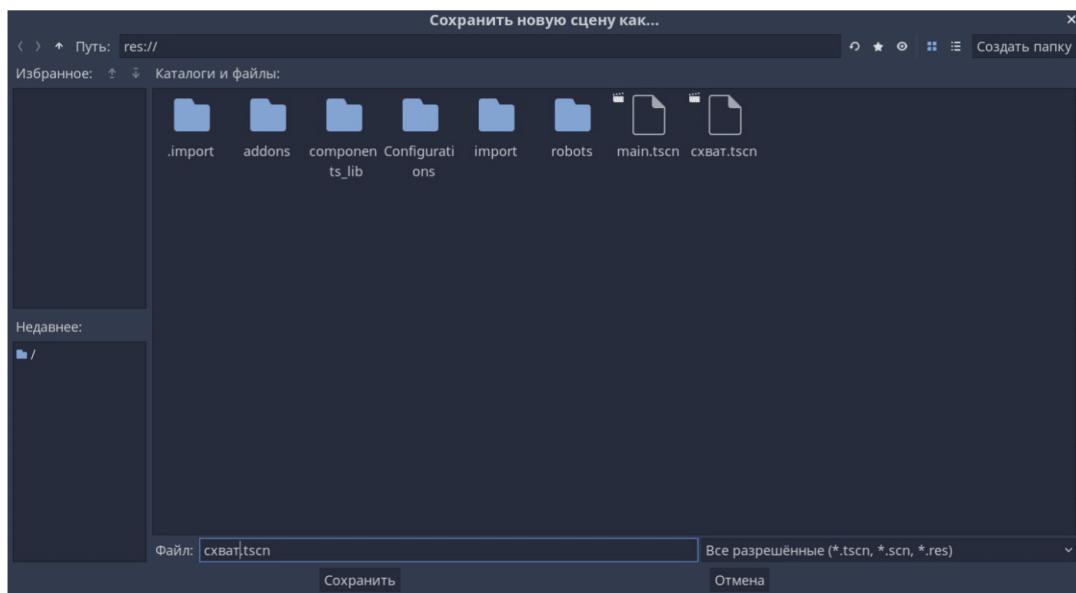


Рис. 58. Окно сохранения сцены



Во избежание перегруза сцены рекомендуется сохранять меши объектов в отдельную папку при помощи плагина *Mesh Saver*.

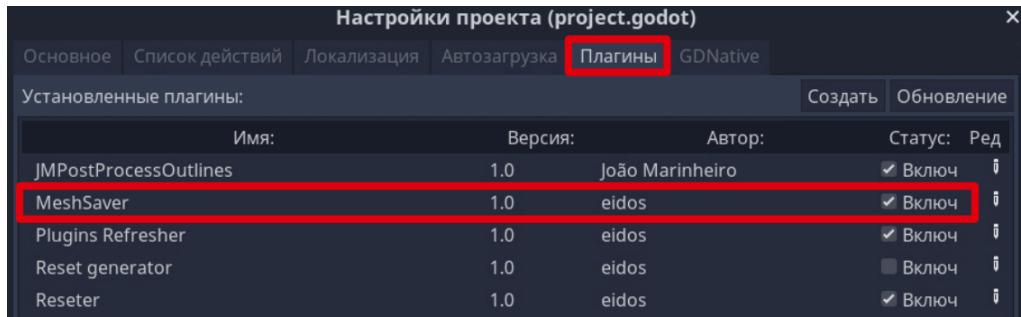
Для включения плагина *Mesh Saver*:

1. Поместите в папку проекта файлы плагина.
2. Перейдите в окно *AssetLib*.



Рис. 59. Переход в окно *AssetLib*

3. Перейдите во вкладку *Плагины* и установите флаг для *MeshSaver*.

Рис. 60. Включение плагина *Mesh Saver*

Для сохранения мешей узла в отдельную папку:

1. Поместите в окно *MeshSaver*.
2. Нажмите кнопку *Select Folder*.
3. Укажите путь к папке с мешами данного объекта (например, *meshes/gripper*).
4. Нажмите кнопку *Выбрать текущую папку*.
5. Нажмите кнопку *Save*.
6. Нажмите кнопку *Load Meshes*.

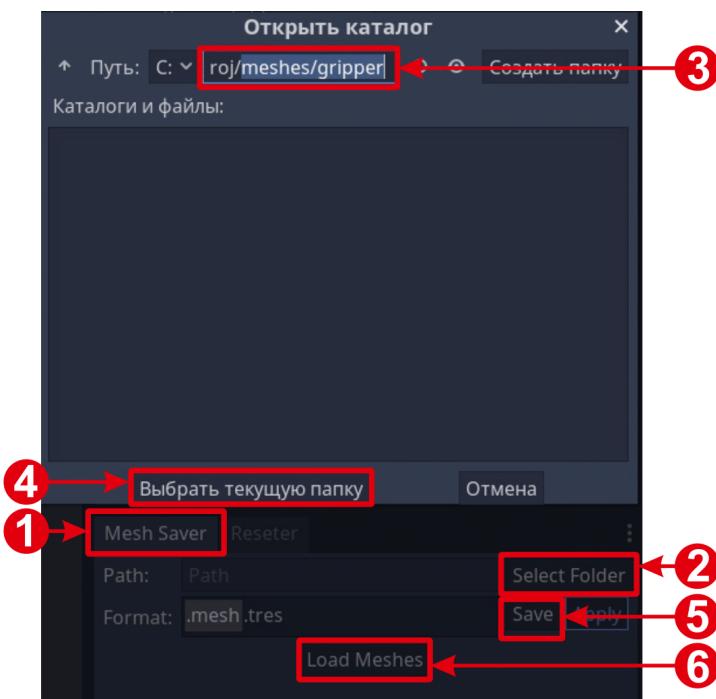


Рис. 61. Сохранение мешей объекта в отдельную папку

10 Захват и перемещение объектов

10.1 Захватываемые объекты

Требования к захватываемому объекту:

- Объект должен принадлежать классу *Kinematic Body*.
- Для объекта должна быть настроена область столкновений *CollisionShape*. Для этого добавьте в качестве дочернего узла объект *CollisionShape* и настройте его размер.
- Для объекта *Kinematic Body* должен быть установлен флаг *manipulatable*.

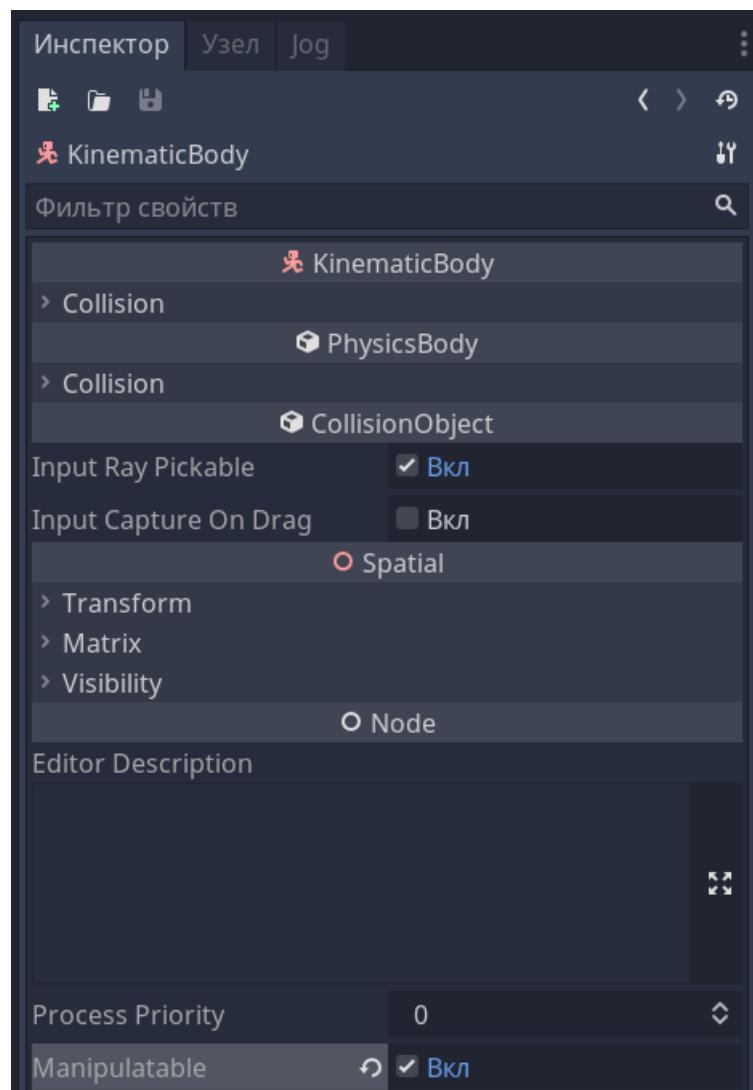


Рис. 62. Настройка захватываемости объекта

10.2 Симуляция захвата

При необходимости симуляции захвата и передвижения объектов (например, при переносе заготовки схватами манипулятора) используется объект класса *RcsGrabber*. Для такого объекта необходимо создать дочерний объект класса *CollisionShape*, размеры которого должны обозначать область захвата заготовки.

Для создания симуляции захвата:

1. Создайте объект класса *RcsGrabber*. Сразу после создания в дереве сцены будет отображаться предупреждение о том, что необходимо добавить объект *CollisionShape*.
2. Добавьте в качестве дочернего узла объект *CollisionShape* и настройте его размер. Заготовки будут захватываться при пересечении границы обозначенного пространства.
3. Подчините объект нужному узлу. После этого он будет перемещаться вместе с родительским узлом.

При попадании объекта с *CollisionShape*, принадлежащего группе *grabable*, в область захвата он будет захвачен при нажатии кнопки *Grab* (1) и может быть отпущен по нажатии кнопки *Drop* (2). Установленное в графе *Grab Limit* (3) значение определяет максимальное количество захватываемых объектов.

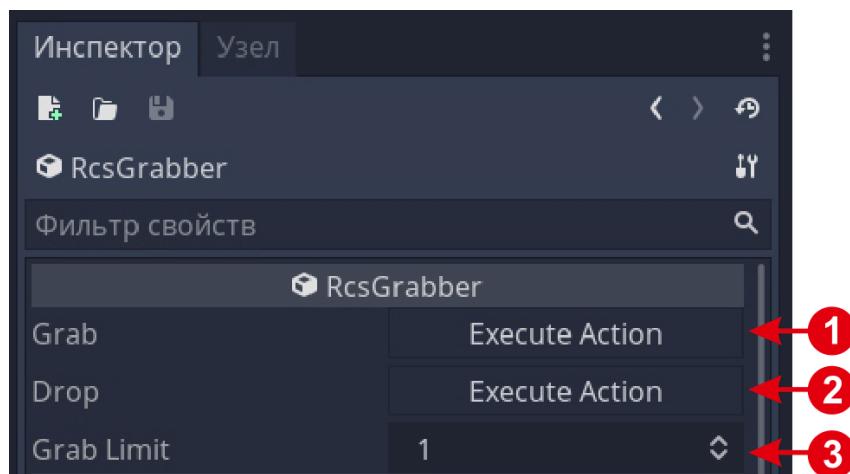


Рис. 63. Параметры объекта RcsGrabber

10.3 Симуляция оснастки

Для имитации оснастки подвижных объектов (например, позиционера или поддона с заготовками) используется объект класса *RcsStickyArea*. Для такого объекта необходимо создать дочерний объект класса *CollisionShape*, размеры которого должны обозначать размеры оснастки, в которую разрешается укладка заготовки.

Чтобы создать симуляцию оснастки:

1. Создайте объект класса *RcsStickyArea*. Сразу после создания в дереве сцены будет отображаться предупреждение о том, что необходимо добавить объект *CollisionShape*.
2. Добавьте в качестве дочернего узла объект *CollisionShape* и настройте его размер. Границы такого объекта обозначаются в окне просмотра синими линиями. Заготовки будут захватываться при пересечении границы обозначенного пространства.
3. Подчините объект нужному узлу. После этого он будет перемещаться вместе с родительским узлом.

При попадании объекта с *CollisionShape* в данную область он будет перемещаться вместе с ней. Ниже приведен пример оснастки:

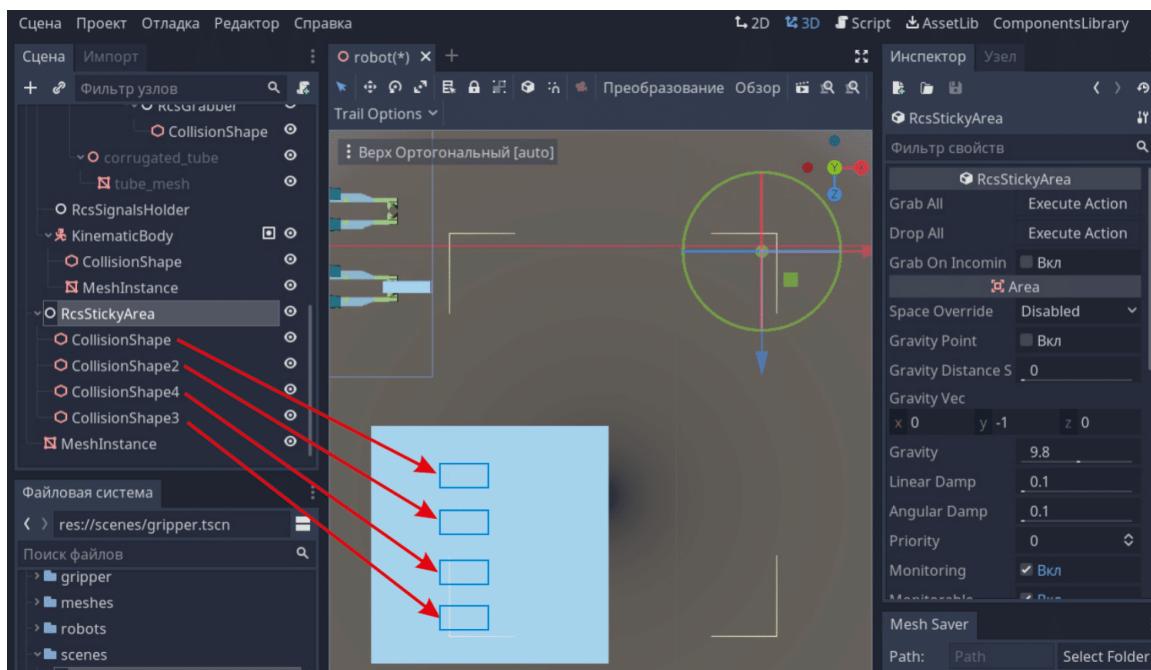


Рис. 64. Расположение оснастки на поддоне

В окне *Инспектор* объекта *RcsStickyArea* содержатся следующие элементы:

1. Кнопка *Grab All*. Используется для отладки и позволяет захватить заготовки, перенесенные в зону захвата. В противном случае оснастка будет захватывать только те заготовки, которые были перенесены объектом типа *RcsGrabber*.
2. Кнопка *Drop All*. Используется для отладки и позволяет отпустить заготовки, находящиеся в зоне захвата. В противном случае оснастка будет отдавать заготовки только объекту типа *RcsGrabber*.
3. Флаг *Grab On Incoming*. Используется для отладки и позволяет захватывать заготовки при поступлении в зону захвата оснастки. Не требует укладки заготовки объектом типа *RcsGrabber*.

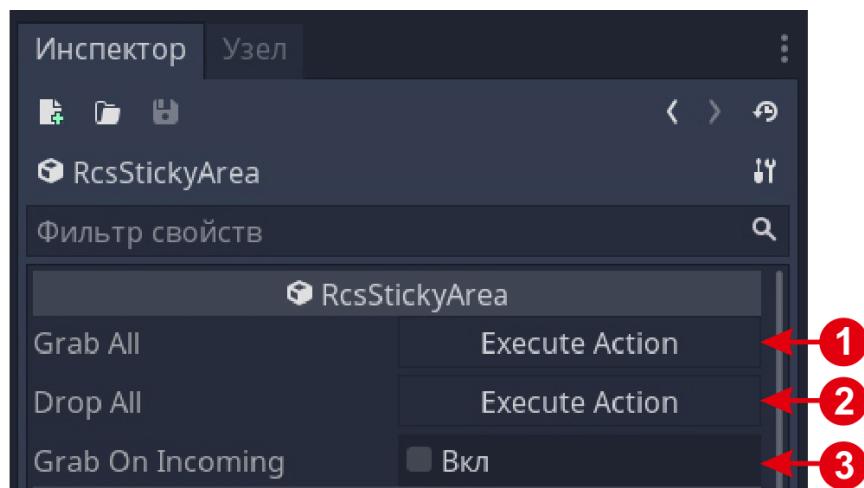


Рис. 65. Параметры объекта *RcsStickyArea*

10.4 Симуляция конвейера

Для симуляции движения конвейерной ленты используется объект класса *RcsStickyArea*. Для такого объекта необходимо создать дочерний объект класса *CollisionShape*, размер которого должны соответствовать размеру движущейся ленты.

Чтобы создать симуляцию конвейера:

1. Создайте объект класса *RcsConveyor*. Сразу после создания в дереве сцены будет отображаться предупреждение о том, что необходимо добавить объект *CollisionShape*.

2. Добавьте в качестве дочернего узла объект *CollisionShape* и настройте его размер. Заготовки будут захватываться при пересечении границы обозначенного пространства.

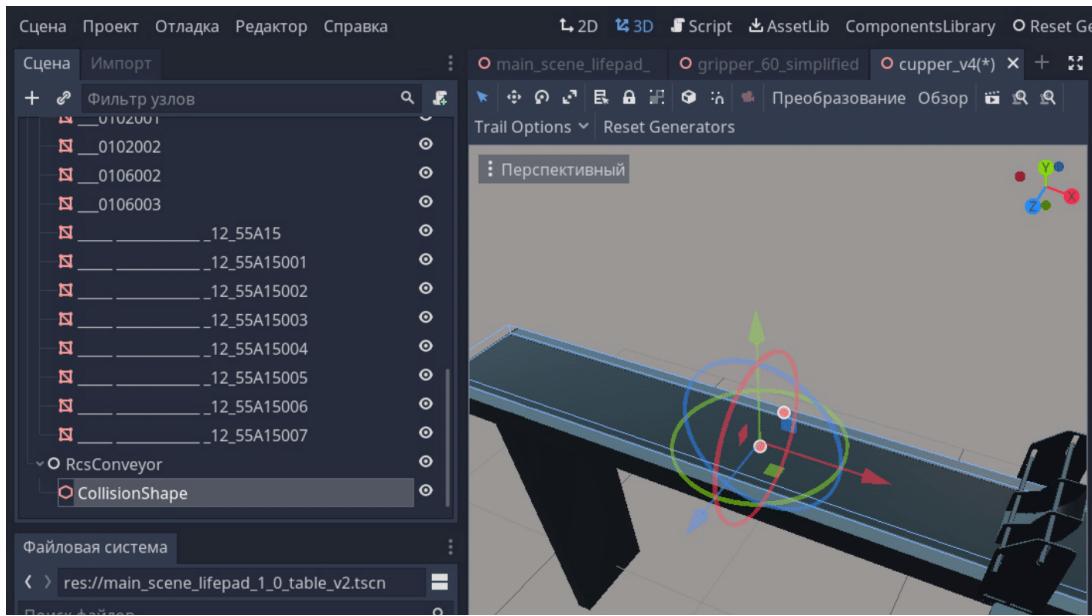


Рис. 66. Объект *CollisionShape* на конвейере

3. Выберите ось перемещения заготовок (укажите значение параметра нужной оси в графе *Translation Axis*).

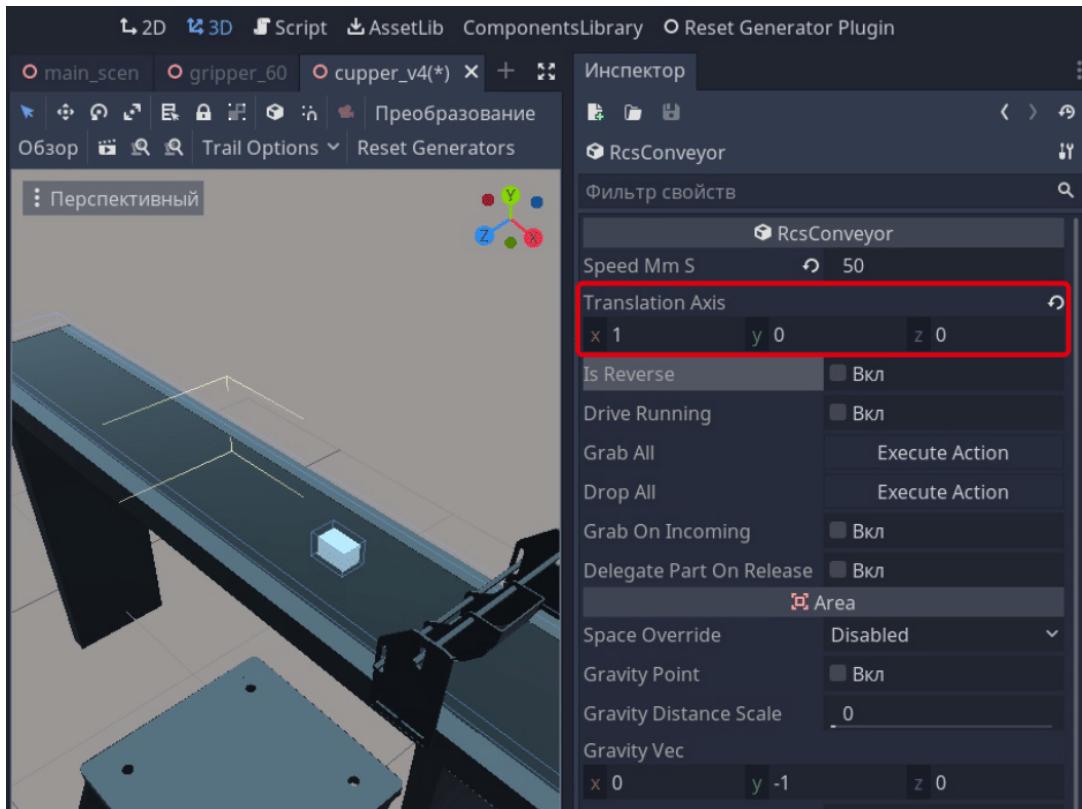


Рис. 67. Выбор оси перемещения заготовок

В окне *Инспектор* объекта *RcsConveyor* содержатся следующие элементы:

- Графа *Speed Mm S*. Укажите скорость движения ленты конвейера в мм/с.
- Параметры *Translation Axis*. Задайте направление перемещения заготовки.
- Флаг *Is Reverse*. Включите для изменения направления движения ленты.
- Флаг *Drive Running*. Включите для запуска движения ленты.
- Кнопка *Grab All*. Используется для отладки и позволяет захватить заготовки, перенесенные в зону захвата. В противном случае конвейер будет захватывать только те заготовки, которые были перенесены объектом типа *RcsGrabber*.
- Кнопка *Drop All*. Используется для отладки и позволяет отпустить заготовки, находящиеся в зоне захвата. В противном случае конвейер будет отдавать заготовки только объекту типа *RcsGrabber*.

7. Флаг *Grab On Incoming*. Используется для отладки и позволяет захватывать заготовки при поступлении в зону захвата конвейера. Не требует укладки заготовки объектом типа *RcsGrabber*.
8. Флаг *Delegate Part On Release*. Включите для передачи заготовки следующей области захвата после отпускания.

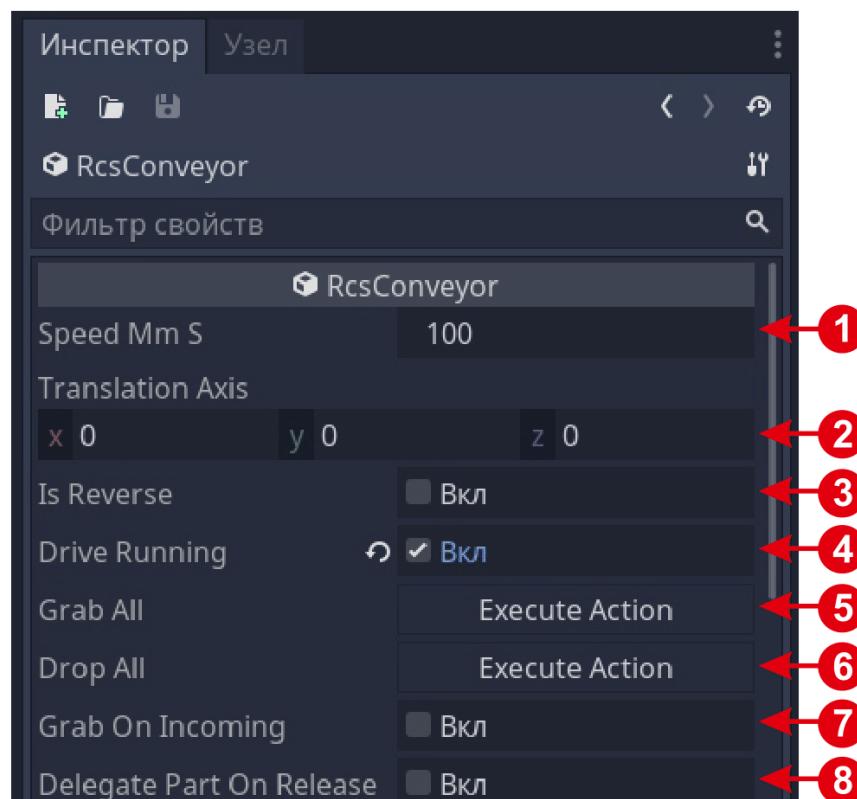


Рис. 68. Параметры объекта RcsConveyor

При попадании объекта с *CollisionShape* на конвейер он перемещается согласно заданным настройкам до тех пор, пока не покинет область захвата.

11 Работа со скриптами

11.1 Добавление скрипта к узлу

Для перехода в окно редактирования скриптов нажмите на кнопку *Scripts* на панели выбора рабочего пространства.



Рис. 69. Кнопка перехода в окно редактирования скриптов

Для добавления скрипта к узлу выделите нужный узел и нажмите кнопку *Прикрепить новый или существующий скрипт к выбранному узлу*. Для хранения скриптов рекомендуется создать отдельную папку (*scripts*).

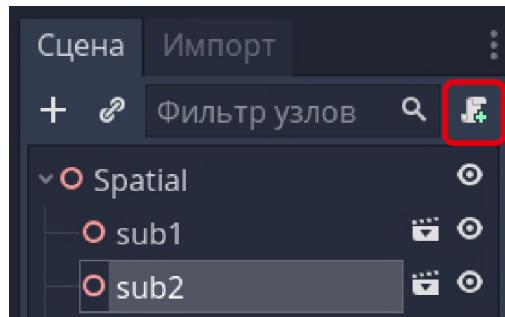


Рис. 70. Кнопка прикрепления скрипта к узлу

11.2 Принципы работы со скриптами

При работе со скриптами необходимо учитывать два основных принципа:

- К одному узлу можно прикрепить только один скрипт.
- Для работы скрипта в окне редактора необходимо в начале скрипта прописать «*tool*» и перезапустить сцену (*Перезагрузить сохраненную сцену*).

Рассмотрим работу со скриптами на примере трех функций:

- *ready* - вызывается при загрузке сцены.
- *process* - выполняется каждый кадр.
- *export* - позволяет экспортовать параметр в окно *Инспектор*.

11.3 Пример скрипта с функцией *ready*

Функция *ready* вызывается при загрузке сцены. Ниже приведен пример скрипта для вывода приветствия и имен объектов при запуске сцены.

1. Добавьте в начале скрипта строку с записью «*tool*».
2. Пропишите для функции *ready* команду вывода приветствия и названия объекта: «`print("Hello, I am " + self.name)`».
3. Прикрепите данный скрипт для других объектов и сохраните сцену.
4. Откройте окно *Вывод*.
5. Нажмите кнопку *Очистить* для удаления всех предыдущих записей.
6. В меню *Сцена* выберите *Перезагрузить сохраненную сцену*.
7. После загрузки сцены в окне вывода появятся сообщения от каждого объекта.

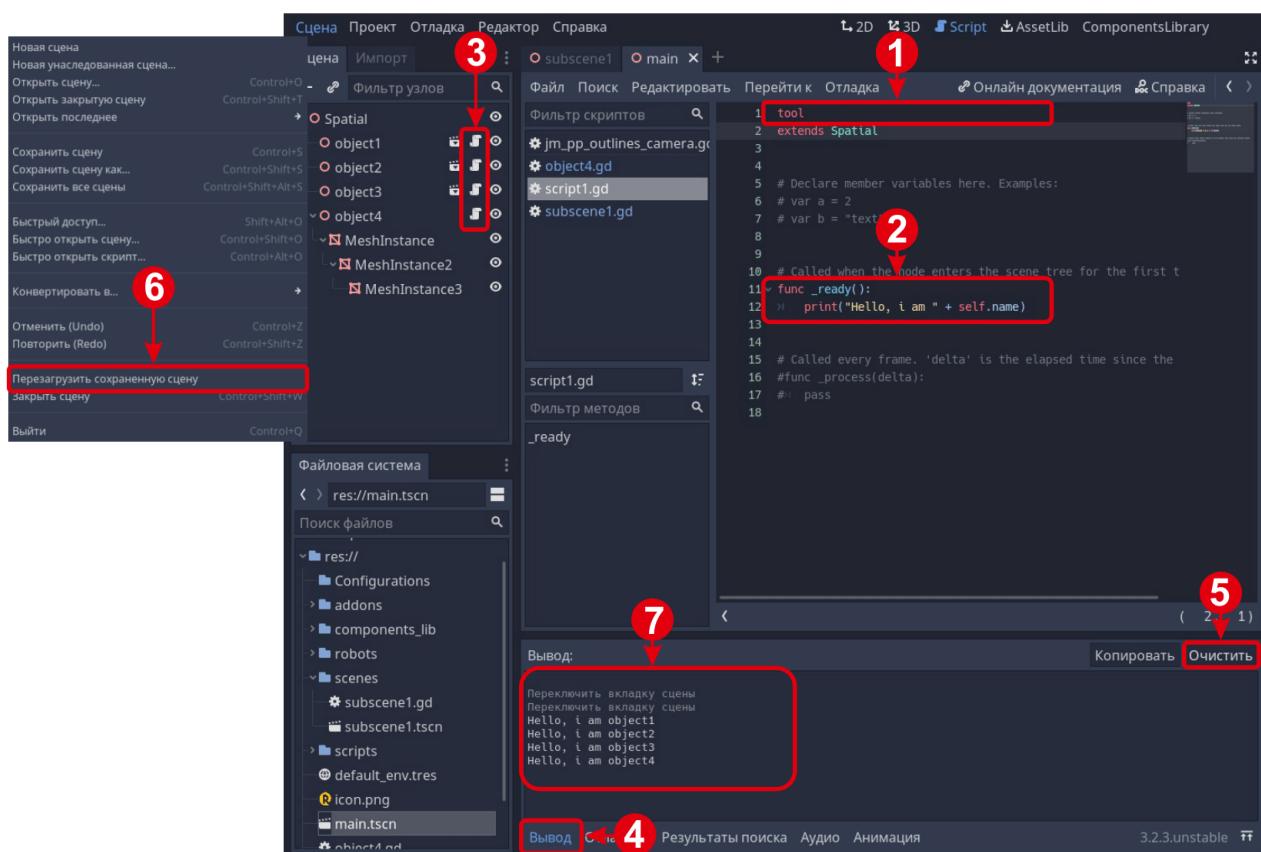


Рис. 71. Использование функции *ready*

11.4 Пример скрипта с функцией *process*

Функция *process* вызывается непрерывно каждый кадр. Ниже приведен пример скрипта для непрерывного переключения видимости объектов командой «`self.visible = not self.visible`»:

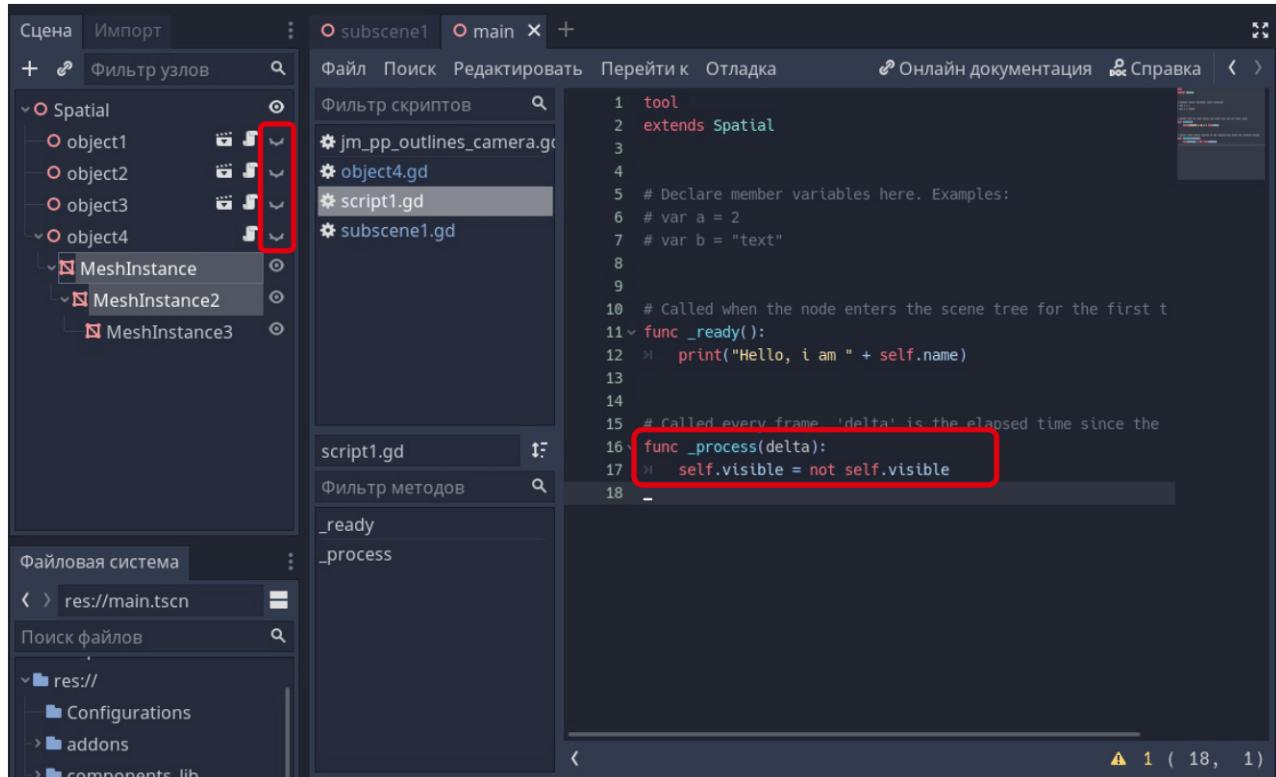


Рис. 72. Использование функции *process*

11.5 Пример скрипта с функцией *export*

Функция *export* позволяет вывести в окно *Инспектор* объекта какой-либо параметр (например, флаг-переключатель).



```
1 tool
2 extends Spatial
3
4
5 # Declare member variables here. Examples:
6 export (bool) var do_grab = false
7 # var b = "text"
8
9
10 # Called every frame. 'delta' is the elapsed time since the last frame
11 func _process(delta):
12     $Node_0/j1.TogglePositive = do_grab
13     $Node_0/j2.TogglePositive = do_grab
14 |
```

Рис. 73. Скрипт для переключения положения объекта RcsToggleJoint

В данном случае в окно *Инспектор* будет добавлен флаг, позволяющий переключать положение сразу двух пар схватов робота.

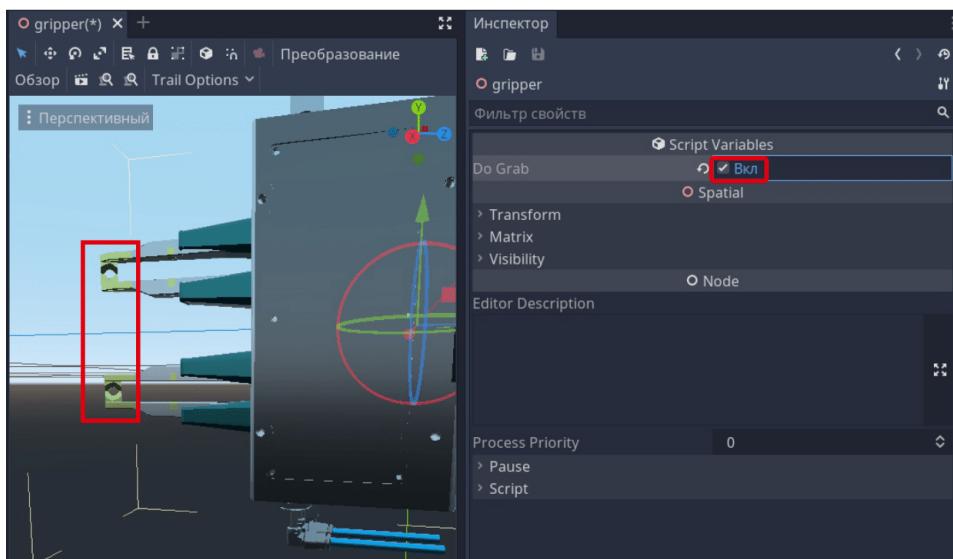


Рис. 74. Переключение положения схватов

12 Настройка робота

Инспектор объекта класса *RobotEmulation* включает в себя следующие блоки:

1. Параметры эмуляции (см. раздел 12.1).
2. Параметры RCS (см. раздел 12.2).
3. Параметры модуля безопасности (см. раздел 12.3).
4. Параметры кинематики (см. раздел 12.4).
5. Параметры шин сигналов (см. раздел 12.5).
6. Параметры инструментов (см. раздел 15).
7. Параметры базовых систем координат (см. раздел 16).

12.1 Настройка эмуляции

Возможность включения и выключения эмуляции позволяет упростить проект симуляции в ситуации, когда машины добавляются временно или используются только для визуализации без запуска программ движения и управления сигналами в симуляции.



Для машины с отключенной эмуляцией не требуется загрузка файлов настроек. Управлять машинами с отключенной эмуляцией можно только вручную в окне симулятора. Управление такими машинами посредством RCS Core и RCS HMI не предусмотрено.

Раздел *Emulation Control* содержит следующие элементы для управления состоянием эмуляции:

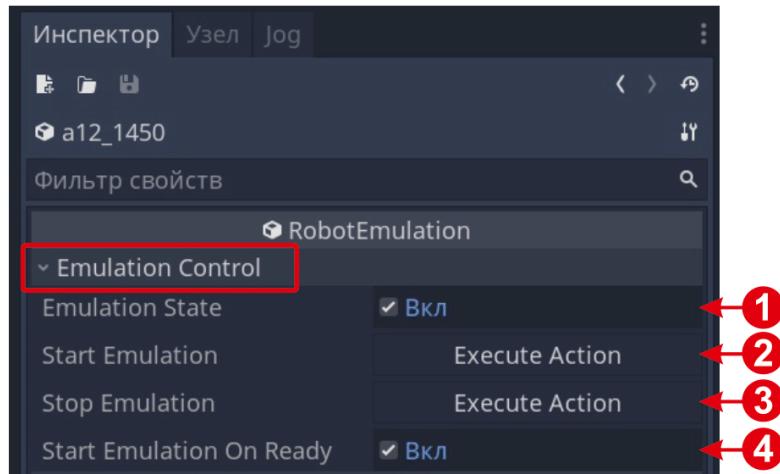


Рис. 75. Раздел Emulation Control

1. Флаг *Emulation State*. Устанавливается системой при включении эмуляции.
2. Кнопка *Start Emulation*. Нажмите для запуска эмуляции.
3. Кнопка *Stop Emulation*. Нажмите для остановки эмуляции.
4. Флаг *Start Emulation On Ready*. Нажмите для автоматического запуска эмуляции после загрузки сцены.

12.2 Настройка RCS

В разделе *Main Configuration* содержатся параметры RCS:

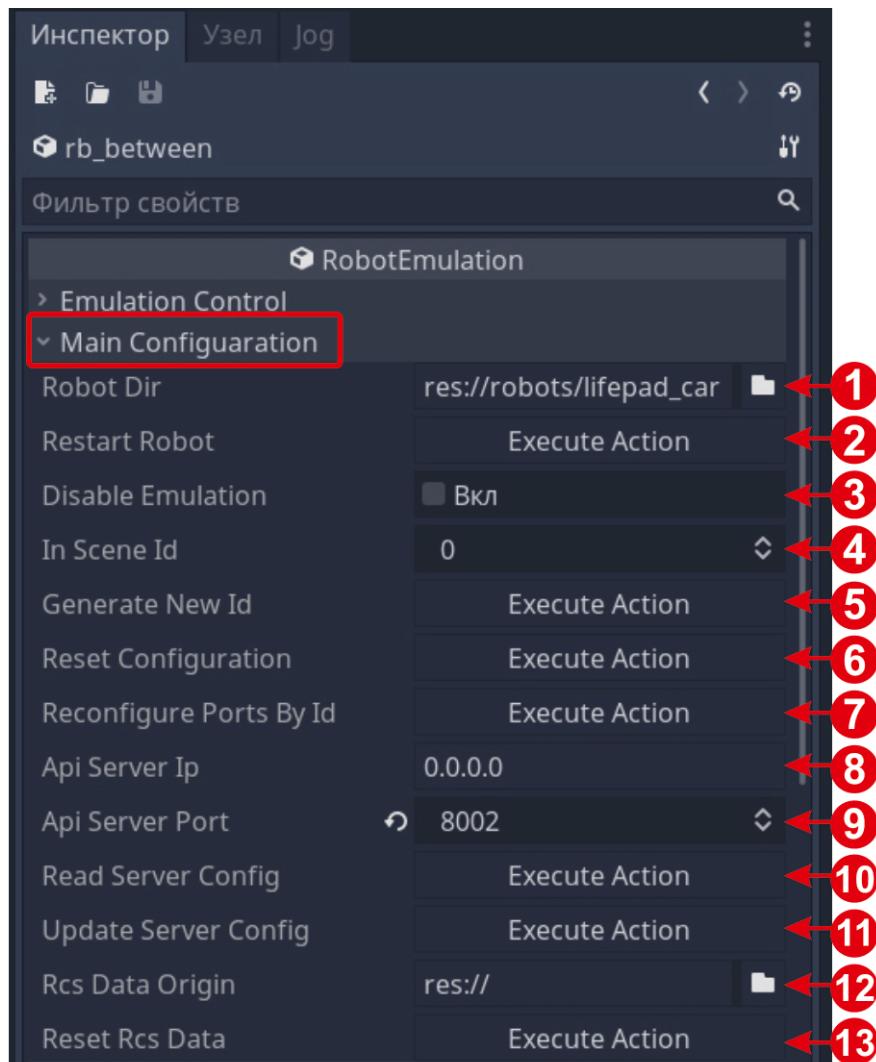


Рис. 76. Раздел Main Configuration

- Кнопка выбора пути к папке с настройками робота *Robot Dir*. Выбранная директория должна содержать папки *configurations*, *RcProgramFolder* и *RcsData*. В противном случае в дереве объектов напротив робота будет отображаться предупреждение "*Robot Directory doesn't contain proper folders of configurations*".
- Кнопка *Restart Robot*. Используется для перезапуска эмуляции после внесения существенных изменений настроек.

3. Флаг *Disable Emulation*. Позволяет отключить эмуляцию для отдельных роботов. При попытке запуска эмуляции выходит предупреждение о том, что эмуляция для данной машины не будет запущена, так как отключена в настройках.
 4. Графа *In Scene Id*. Укажите ID робота.
 5. Кнопка *Generate New Id*. Позволяет сгенерировать новый уникальный ID.
 6. Кнопка *Reset Configurations*. Используется для замены RCS конфигураций робота в RCS директории, указанной в свойстве *Robot Dir*, на конфигурации по умолчанию. Сбрасываются конфигурации осей и модуля расчета кинематики, селектора робота, модуля сигналов на основе значений свойств в разделах *Kinematics*, *Safety*, *Signals* инспектора. Порты в конфигурациях переназначаются на основе настроек диапазонов портов проекта и ID робота.
 7. Кнопка *Reconfigure Ports By Id*. Используется для переназначения портов в конфигурациях на основе настроек диапазонов портов проекта и ID робота.
 8. Графа *Api Server Ip*. Укажите IP сервера API. Введите 0.0.0.0 или 127.0.0.1.
 9. Графа *Api Server Port*. Укажите порт сервера API.
 10. Кнопка *Read Server Config*. Используется для считывания IP и порта сервера из RCS конфигурации и записи их в свойства в поля *Api Server Ip*, *Api Server Port*.
 11. Кнопка *Update Server Config*. Используется для записи в RCS конфигурацию текущего значения IP и порта значения из полей поля *Api Server Ip*, *Api Server Port*.
 12. Графа *Rcs Data Origin*. Укажите путь к директории с файлами робота в библиотеке компонентов (папки *configurations*, *RcProgramFolder* и *RcsData*).
 13. Кнопка *Reset Rcs Data*. Нажмите для копирования файлов робота из *Rcs Data Origin* в указанную в *Robot Dir* директорию.
-

12.3 Настройка модуля безопасности

Раздел *Safety* содержит параметры модуля безопасности:

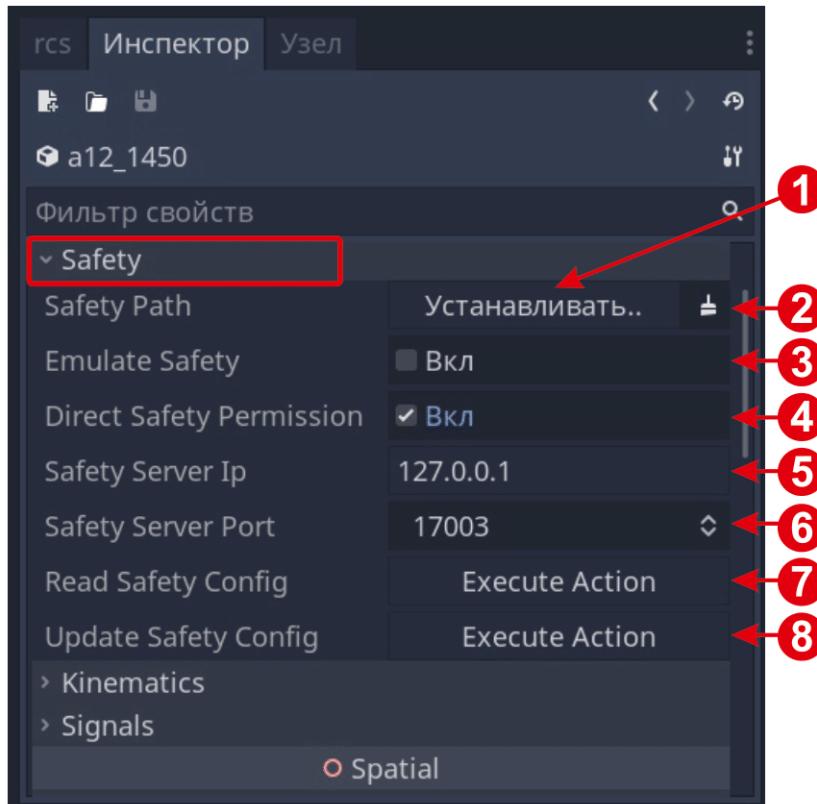


Рис. 77. Раздел Safety

1. Графа *Safety Path*. Укажите путь к объекту типа *RcsSafetySignals*.
2. Кнопка *Очистить*. Нажмите для сброса выбранного пути.
3. Флаг *Emulate Safety*. Используется для включения/выключения эмуляции модуля безопасности.
4. Флаг *Direct Safety Permission*. При включении данного флага разрешается движение осей при отключенной эмуляции безопасности.
5. Графа *Safety Server Ip*. IP адрес, который будет использоваться эмулятором модуля безопасности при его запуске.
6. Графа *Safety Server Port*. Порт, который будет использоваться эмулятором модуля безопасности при его запуске.

7. Кнопка *Read Safety Config*. Используется для считывания конфигурации модуля *RCS RobotSelector*. Автоматически заполняются поля *Safety Server Ip* и *Safety Server Port*.
8. Кнопка *Update Safety Config*. Используется для записи значения полей *Safety Ip* и *Safety Port* в конфигурацию модуля безопасности в качестве адреса и порта устройства.

12.4 Настройка кинематики

Раздел *Kinematics* содержит параметры осей:

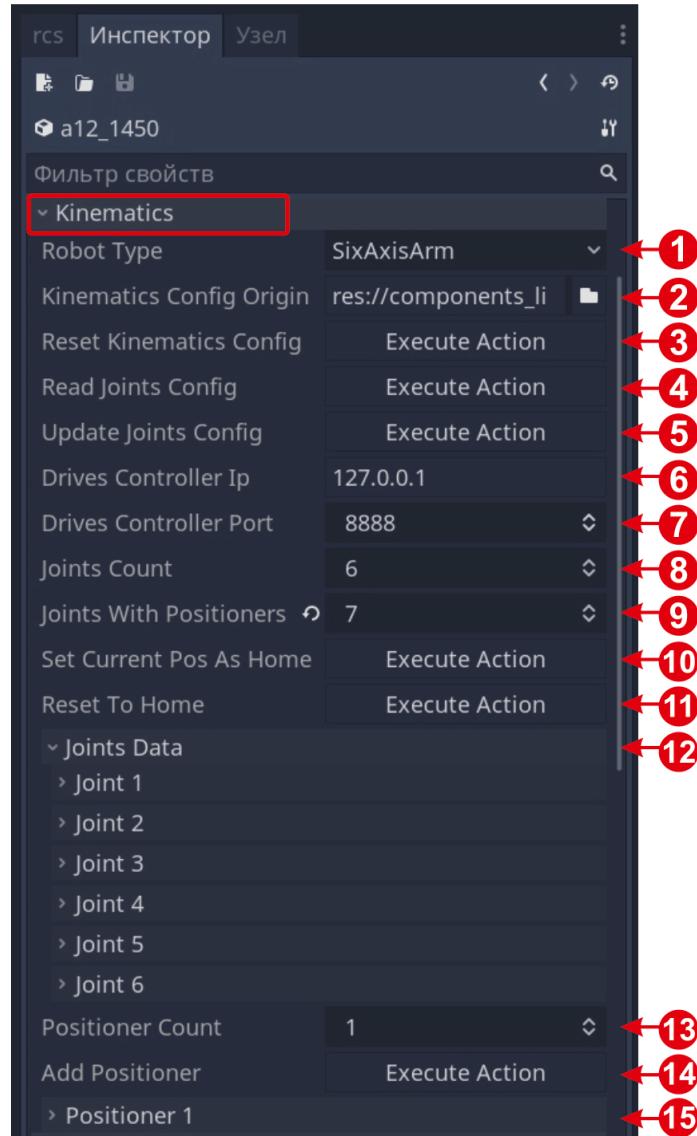


Рис. 78. Раздел Kinematics

1. Графа *Robot Type*. Укажите тип робота:

- *SixAxisArm* для шестиосевого манипулятора;
- *Scara* для четырехосевого манипулятора;
- *Gantry* для порталных роботов;
- *IndependentAxis* для независимых осей;

- *WithoutJoints* для безосевых машин.
2. Графа *Kinematics Config Origin*. Укажите путь к файлу с настройками кинематики (DH-параметрами) для роботов SixAxisArm и Scara.
 3. Кнопка *Reset Kinematics Config*. Нажмите для копирования файла, указанного в поле *Kinematics Config Origin* в папку, указанную в поле *Robot Dir* раздела *RobotEmulation*.
 4. Кнопка *Read Joints Config*. Используется для считывания конфигурации *DrivesControllerV2*. Автоматически заполняются поля *Drivers Controller Ip* и *Drivers Controller Port*.
 5. Кнопка *Update Joints Config*. Используется для записи адреса и порта устройства из полей *Drivers Controller Ip* и *Drivers Controller Port* в конфигурацию *DrivesControllerV2*.
 6. Графа *Drivers Controller Ip*. IP Адрес контроллера приводов, который будет использоваться эмулятором.
 7. Графа *Drivers Controller Port*. Порт контроллера приводов, который будет использоваться эмулятором.
 8. Графа *Joints Count*. Количество осей машины (устанавливается системой автоматически согласно количеству осей в выбранной схеме кинематики). Можно увеличивать, добавляя дополнительные оси.
 9. Графа *Joints With Positioners*. Общее количество осей машины (например, робот + позиционер), устанавливается системой автоматически.
 10. Кнопка *Set Current Pos As Home*. Позволяет сохранить текущую позицию осей в качестве домашней.
 11. Кнопка *Reset To Home*. Позволяет перевести оси в домашнее положение.
 12. Стока *Joints Data*. Раскрывает параметры выбранной оси.
 13. Графа *Positioner Count*. Количество добавленных позиционеров (устанавливается системой автоматически).
 14. Кнопка *Add Positioner*. Нажмите для добавления позиционера.
 15. Стока *Positioner*. Раскрывает параметры выбранного позиционера.
-

Конфигурирование осей

Параметры осей располагаются в окне *Инспектор* в разделе *Kinematics*. В данном окне отображаются следующие элементы:

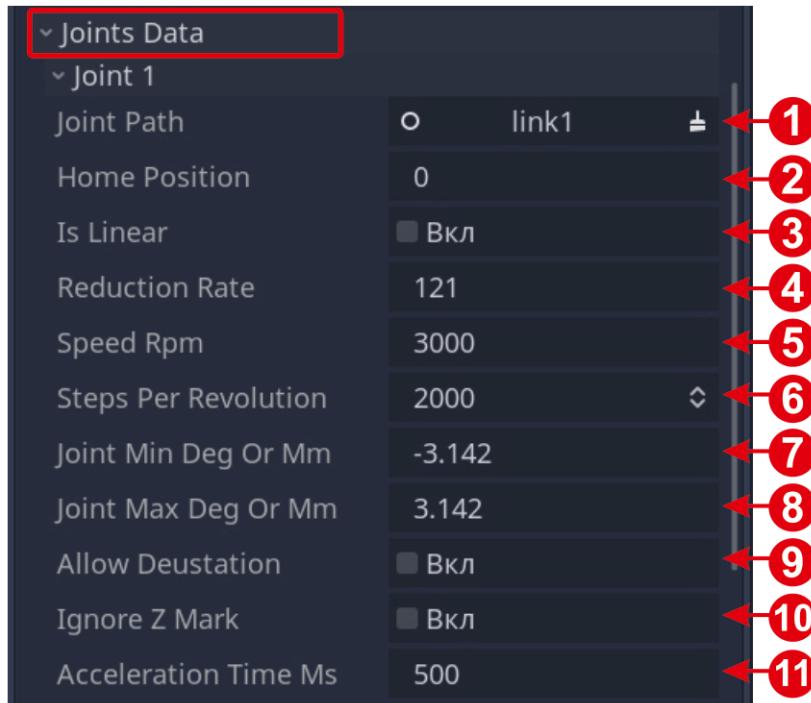


Рис. 79. Настройка осей

- Графа *Joint Path*. Пропишите путь к объекту типа *joint*.
- Графа *Home Position*. Укажите домашнее положение оси.
- Флаг *Is Linear*. Устанавливается в случае, если ось является линейной.
- Графа *Reduction Rate*. Укажите передаточное число редуктора оси.
- Графа *Speed Rpm*. Укажите максимальную скорость двигателя в оборотах в минуту.
- Графа *Steps Per Revolution*. Укажите количество импульсов на один оборот двигателя.
- Графа *Joint Min Deg Or Mm*. Укажите минимальное положение оси. Для линейных осей - в мм, для поворотных - в градусах.
- Графа *Joint Max Deg Or Mm*. Укажите максимальное положение оси. Для линейных осей - в мм, для поворотных - в градусах.

9. Флаг *Allow Deustation*. Устанавливается в случае, если работа с деюстированной осью разрешена.
10. Флаг *Ignore Z Mark*. Устанавливается в случае, если нужно игнорировать сигнал нарушения позиции Z-метки.
11. Графа *Acceleration Time Ms*. Укажите время разгона до максимальной скорости.

Сброс конфигураций модулей вычисления прямой и обратной кинематики

При дублировании файла с настройками DH-параметров в директорию, указанную в графе *Kinematics Config Origin* создается дополнительная защита от случайного изменения данного файла.

В случае, когда настройки DH-параметров в файле, расположенному в директории, указанной в графике *Robot Dir* были изменены, можно восстановить прежние настройки. Для этого:

1. Убедитесь в том, что путь, указанный в графике *Kinematics Config Origin* ведет к файлу с корректными настройками, а в графике *Robot Dir* указан путь к корректной для размещения данных робота директории.
2. Перейдите в раздел *Kinematics* окна *Инспектор*.
3. В графике *Reset Kinematics Config* нажмите кнопку *Execute Action*.

12.5 Настройка шин сигналов

Раздел *Signals* содержит параметры и настройки шин сигналов:

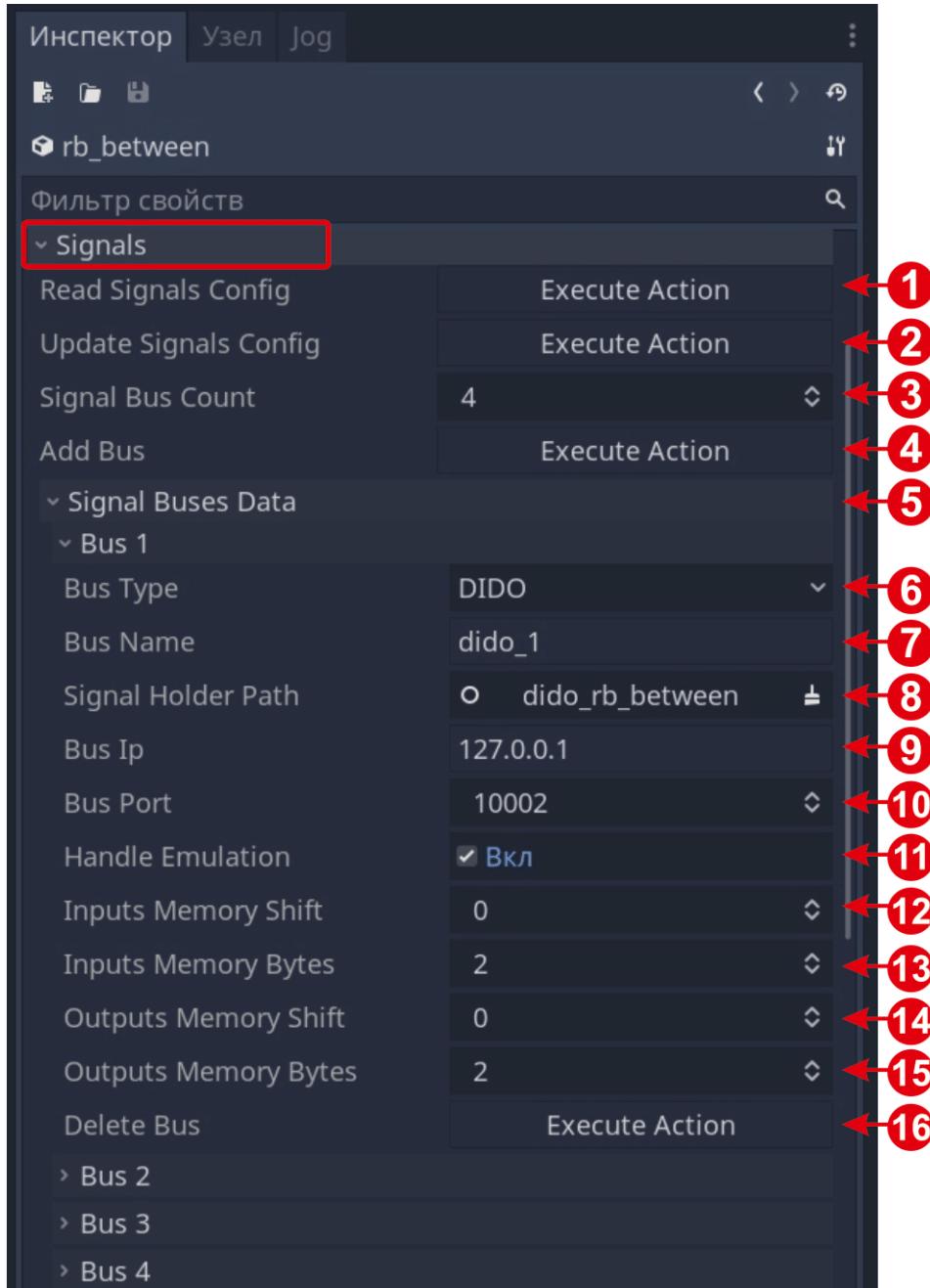


Рис. 80. Раздел Signals

- Кнопка *Read Signals Config*. Нажмите для считывания параметров сигналов из файла настроек сигналов RCS *Signals*.

2. Кнопка *Update Signals Config*. Нажмите для записи параметров сигналов в файл настроек сигналов RCS *Signals*.
3. Графа *Signal Bus Count*. Количество шин сигналов (устанавливается системой автоматически).
4. Кнопка *Add Bus*. Нажмите для добавления новой шины.
5. Стока *Signal Buses Data*. Нажмите для раскрытия информации о каждой шине.
6. Графа *Bus Type*. В данный момент поддерживается работа с модулем ввода/вывода DIDO.
7. Графа *Bus Name*. Название шины, должно совпадать с названием в файле настроек сигналов RCS *Signals*.
8. Графа *Signal Holder Path*. Путь к объекту типа *RCS Signals Holder*.
9. Графа *Bus IP*. IP адрес шины.
10. Графа *Bus Port*. Порт адрес шины.
11. Флаг *Handle Emulation*. Определяет, должна ли запускаться эмуляция данной шины. Рекомендуется выключать в случаях, когда шина сигналов используется несколькими машинами.
12. Графа *Inputs Memory Shift*. Смещение входных сигналов (байт).
13. Графа *Inputs Memory Bytes*. Ширина входных сигналов (байт).
14. Графа *Outputs Memory Shift*. Смещение выходных сигналов (байт).
15. Графа *Outputs Memory Bytes*. Ширина выходных сигналов (байт).
16. Кнопка *Delete Bus*. Нажмите для удаления шины сигналов.

12.6 Редактирование программ робота

Редактировать программы робота можно как с RCS HMI при установленном подключении к RCS, так и при помощи редактора кода (например, *Visual Studio Code*). Программы робота находятся в папке *RcProgramFolder*.

Подробнее о программировании роботов Eidos Robotics можно прочитать в руководстве пользователя RCS Core и RCS HMI.

13 Управление положением осей

Для передвижения осей без подключения к RCS есть несколько способов.

Передвижение осей в окне *Инспектор*.

1. Выберите нужную ось.
2. В окне *Инспектор* введите значение параметра *JointValue* в радианах с клавиатуры или измените его, зажав на поле параметра левую кнопку мыши и передвигая мышь в соответствующую сторону.

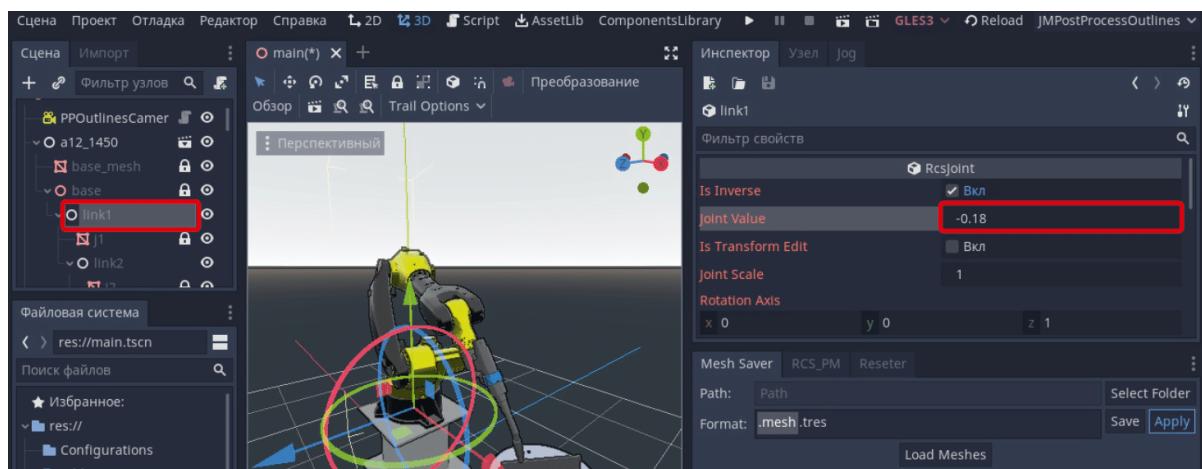


Рис. 81. Изменение параметра Joint Value

Передвижение осей с использованием номера оси.

1. Выберите объект типа *RobotEmulation*.
2. Нажмите и удерживайте на клавиатуре клавишу с нужным номером оси и передвигайте мышь в соответствующую сторону.

Передвижение осей с помощью jog-панели.

1. Выберите машину.
2. Перейдите в jog-панель.
3. Нажмите и удерживайте «+» или «-» для нужной оси.



Рис. 82. Jog-панель

Для смещения оси на определенное количество градусов можно ввести в поле ввода не только значение, но и выражение.

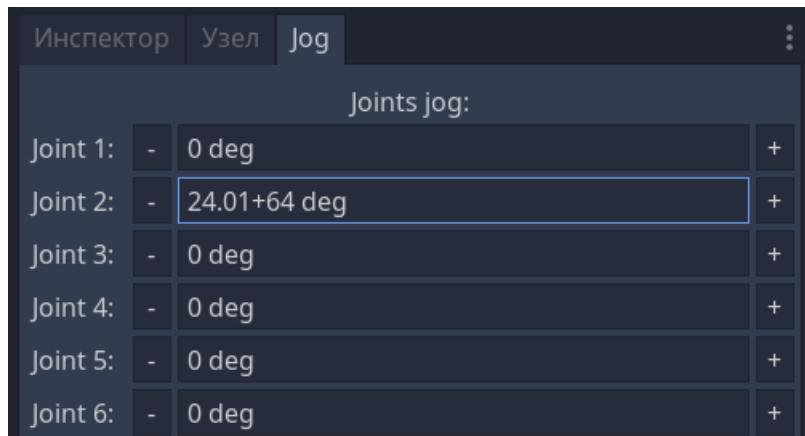


Рис. 83. Смещение оси на указанное количество градусов

14 Управление процессами RCS

Принципы работы с RCS Core и RCS HMI подробно описаны в руководстве пользователя RCS Core и RCS HMI. В данной главе описывается подключение к RCS в симуляторе.

14.1 Окно управления процессами RCS

Для управления подключениями к RCS используется окно *RCS_PM*. В данном окне располагаются следующие элементы:



Рис. 84. Окно RCS_PM

- Кнопка *Rescan folders*. Нажмите после обновления файлов конфигураций.
- Кнопка *Refresh robots*. Нажмите после обновления файлов конфигураций.
- Кнопка *Disable all*. Используется для прекращения процесса RCS Core.
- Кнопка *Restart all*. Используется для перезапуска процесса RCS Core.

5. Кнопка *Stop all*. Используется для прекращения процесса RCS Core для всех машин в всех сцен данного проекта.
 6. Кнопка *Start all*. Используется для запуска процесса RCS Core для всех машин в всех сцен данного проекта.
 7. Кнопка *Toggle HMI*. Используется для запуска RCS HMI.
 8. Флаг *enable debug console*. Если данный флаг включен, то при запуске RCS будет открываться отладочная консоль. При выключении флага RCS запускается без отображения консоли.
 9. Флаг *edit hmi config*. Включите данный флаг, чтобы при запуске RCS подключение устанавливалось к машинам, для которых были нажаты кнопки *Start*. При выключении флага RCS будет игнорировать изменения списка подключаемых машин.
 10. Кнопки *Start*. Используются для запуска процесса RCS Core для машин конкретной сцены.
 11. Кнопки *Stop*. Используются для прекращения процесса RCS Core для машин конкретной сцены.
 12. Кнопки *Restart*. Используется для перезапуска процесса RCS Core для машин конкретной сцены.
 13. Кнопки *Start*. Используются для запуска процесса RCS Core конкретных машин.
 14. Кнопки *Stop*. Используются для прекращения процесса RCS Core конкретных машин.
 15. Кнопки *Restart*. Используется для перезапуска процесса RCS Core конкретных машин.
-

14.2 Запуск процессов RCS

Перед подключением необходимо убедиться в том, что настройки объекта *RobotEmulation* прописаны верно, а эмуляция включена (проверьте флаг *Emulation State*.).

Запуск процессов RCS осуществляется во вкладке *RCS_PM*.

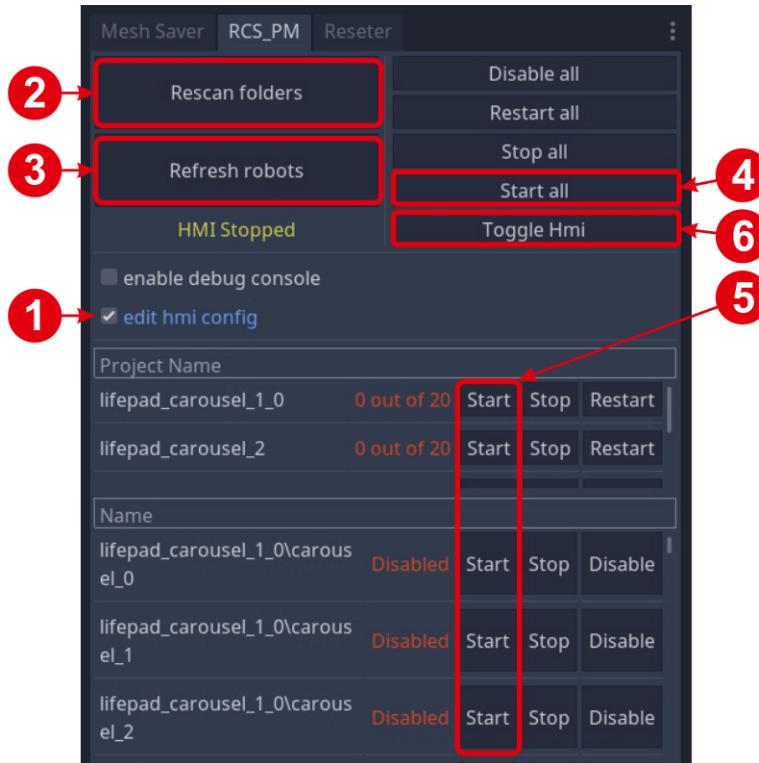


Рис. 85. Запуск процессов RCS

1. Установите флаг *edit hmi config*
2. Выберите *Rescan folders*.
3. Выберите *Refresh robots*.
4. Для запуска RCS для всех сцен нажмите *Start all*.
5. Если необходимо запустить RCS для определенных сцен, нажмите *Start* напротив нужных сцен проекта.
6. Для запуска RCS HMI выберите *Toggle HMI*.

15 Инструменты

Для работы с инструментами перейдите в раздел *Tools* окна *Инспектор*, предварительно выделив нужную машину.

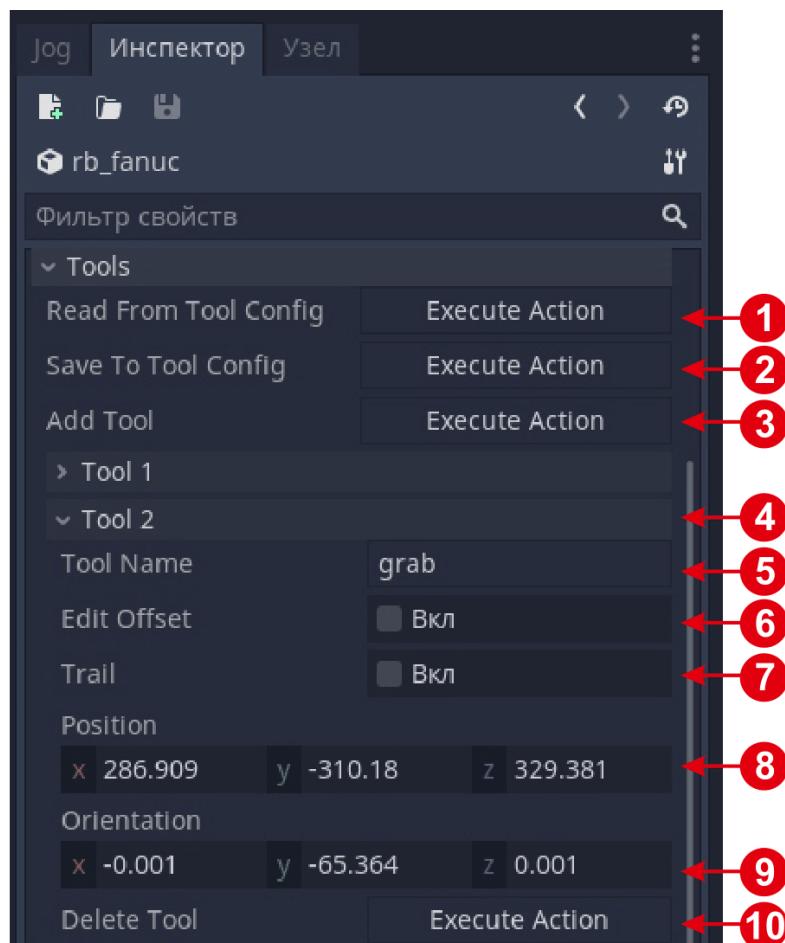


Рис. 86. Раздел Tools

Раздел *Tools* содержит следующие объекты:

1. Кнопка *Read From Tool Config*. Используется для выгрузки данных об инструментах из файлов RCS.
2. Кнопка *Safe To Tool Config*. Используется для загрузки изменений из симулятора в файлы RCS.
3. Кнопка *Add Tool*. Используется для создания нового инструмента.
4. Строки инструментов. Нажмите для раскрытия подробной информации.

5. Название инструмента.
6. Флаг *Edit Offset*. Используется для отображения инструмента в окне просмотра сцены, а также предоставляет возможность изменения положения инструмента при помощи гизмо.
7. Флаг *Trail*. Используется для настройки и построения визуализации траектории движения.
8. Данные о позиции инструмента.
9. Данные об ориентации инструмента.

15.1 Редактирование инструментов

Создание, редактирование и удаление доступно для всех инструментов, кроме *Flange*.



Внесенные изменения сохраняются в сцене симулятора. Для сохранения изменений в файлы RCS необходимо нажать кнопку *Save To Tool Config*.

15.1.1 Создание инструмента

1. Выберите машину.
2. Перейдите в окно *Инспектор* и раскройте раздел *Tools*.
3. Нажмите кнопку *Execute Action* напротив графы *Add Tool*.
4. Укажите параметры инструмента:
 - **Name** - поле ввода имени инструмента.
 - **Position** - необходимо ввести значения (X,Y,Z) для определения позиции TCP инструмента.
 - **Orientation** - необходимо ввести значения (Rx,Ry,Rz) для определения ориентации инструмента.

15.1.2 Редактирование инструмента

Для редактирования инструмента:

1. Выберите машину.
2. Перейдите в окно *Инспектор* и раскройте раздел *Tools*.
3. Раскройте информацию о новом инструменте.
4. Укажите название, позицию и ориентацию инструмента.

15.1.3 Удаление инструмента

Чтобы удалить выбранный инструмент, необходимо:

1. Выбрать машину.
2. Перейти в окно *Инспектор* и раскрыть раздел *Tools*.
3. Нажать кнопку *Execute Action* напротив графы *Delete Tool*.

15.1.4 Загрузка данных об инструментах

Для сохранения изменений, произведенных в симуляторе необходимо:

1. Выбрать машину.
2. Перейти в окно *Инспектор* и раскрыть раздел *Tools*.
3. Нажать кнопку *Execute Action* напротив графы *Save To Tool Config*.

Для загрузки данных из файлов RCS в симулятор необходимо:

1. Выбрать машину.
2. Перейти в окно *Инспектор* и раскрыть раздел *Tools*.
3. Нажать кнопку *Execute Action* напротив графы *Read From Tool Config*.



Удаленный инструмент после загрузки данных в файлы RCS не может быть восстановлен. Все связанные с ними данные теряются. Программы, которые ссылаются на удаленный инструмент, не могут работать, пока в них не будут внесены изменения.

15.1.5 Перемещение TCP за гизмо

Положение инструмента можно редактировать при помощи гизмо. При этом оси робота автоматически принимают нужное положение.

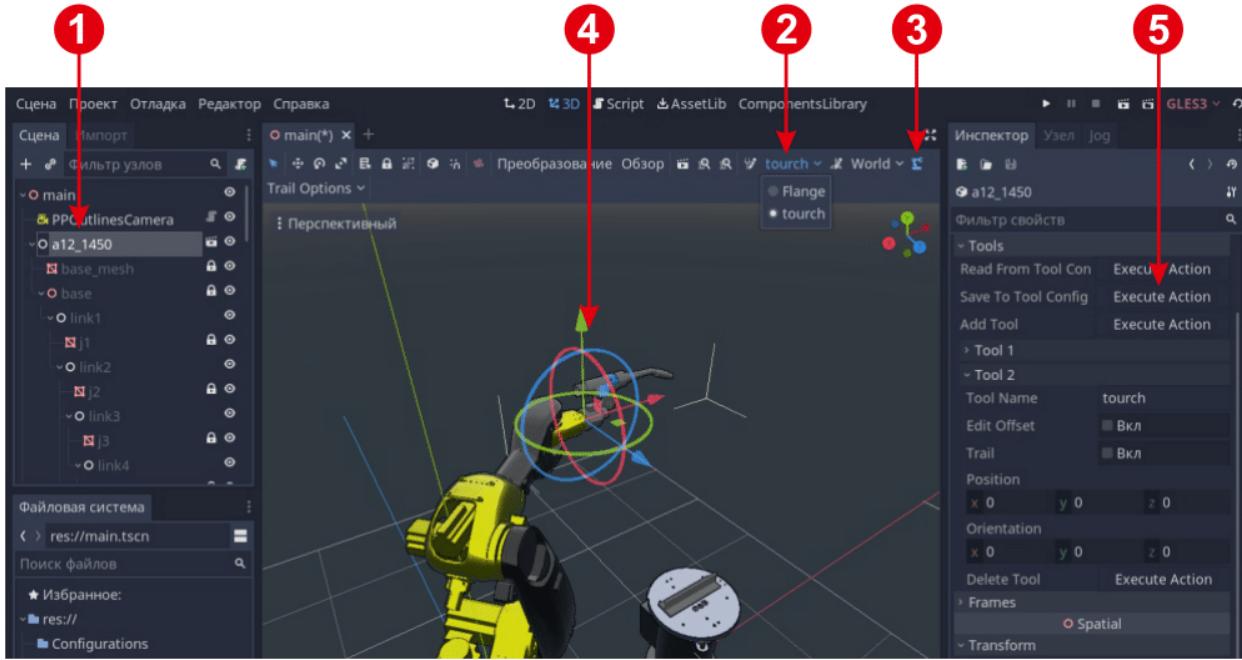


Рис. 87. Перемещение TCP за гизмо

1. Выберите машину.
2. Выберите на верхней панели окна просмотра в меню инструментов нужный инструмент.
3. Нажмите на верхней панели окна просмотра кнопку *Robot Jog Mode*.
4. Используйте гизмо для перемещения TCP в нужное положение.
5. Сохраните изменения нажатием кнопки *Execute Action* напротив графы *Save To Tool Config* в разделе *Tools*.

15.1.6 Выбор инструмента

На верхней панели окна просмотра сцены расположен выпадающий список инструментов, а также иконка редактирования инструмента. При нажатии на нее можно изменять позицию инструмента перемещением гизмо.



Рис. 88. Меню выбора инструмента

15.2 Включение и настройка визуализации траектории движения инструмента

Для визуализации траектории движения TCP инструмента или фланца робота используется функция *Trail*.

Для включения визуализации необходимо поставить флаг в графе *Trail* в разделе *Tools*. При включении флага появятся следующие поля:

1. *Points limit* - количество точек, после которого след траектории начинает удаляться.
2. *Minimum step* - минимальное расстояние, перемещение на которое будет визуализироваться.
3. *Trail color* - цвет следа траектории.
4. *Clear Trail* - кнопка для удаления следа траектории. След также автоматически удаляется при снятии флага в графе *Trail*.

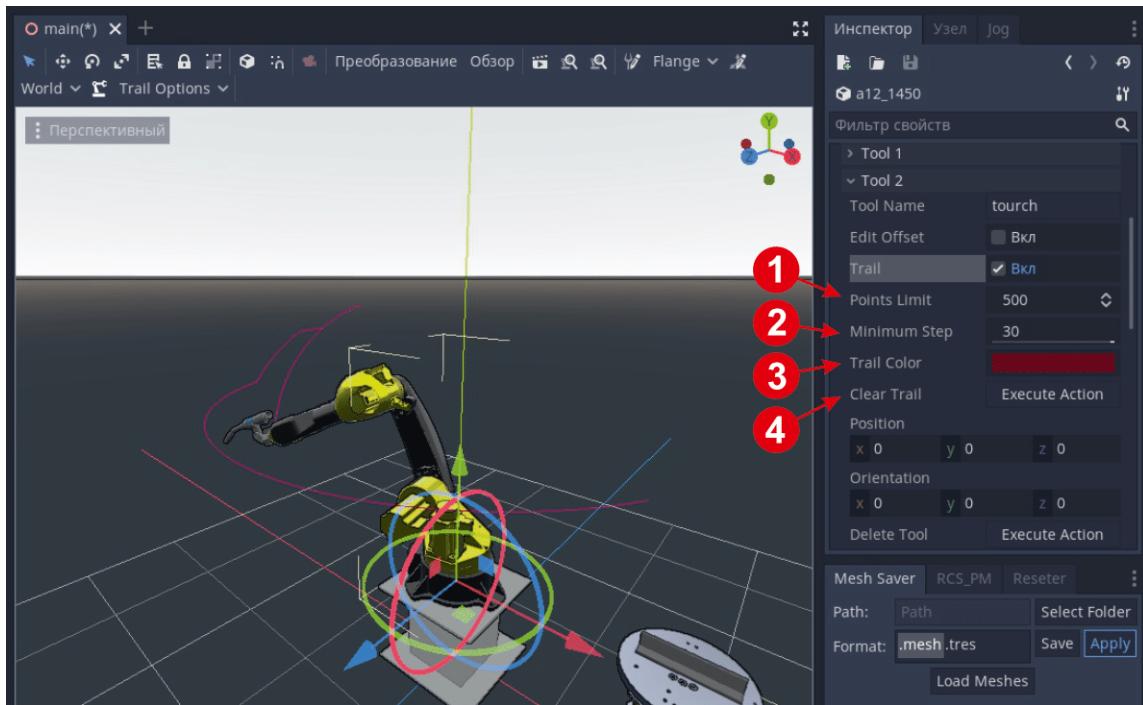


Рис. 89. Функция Trail

Управление визуализациями описано в разделе 17.1.2.

16 Базовые системы координат

Для работы с базовыми системами координат перейдите в раздел *Frames* окна *Инспектор*, предварительно выделив нужную машину.

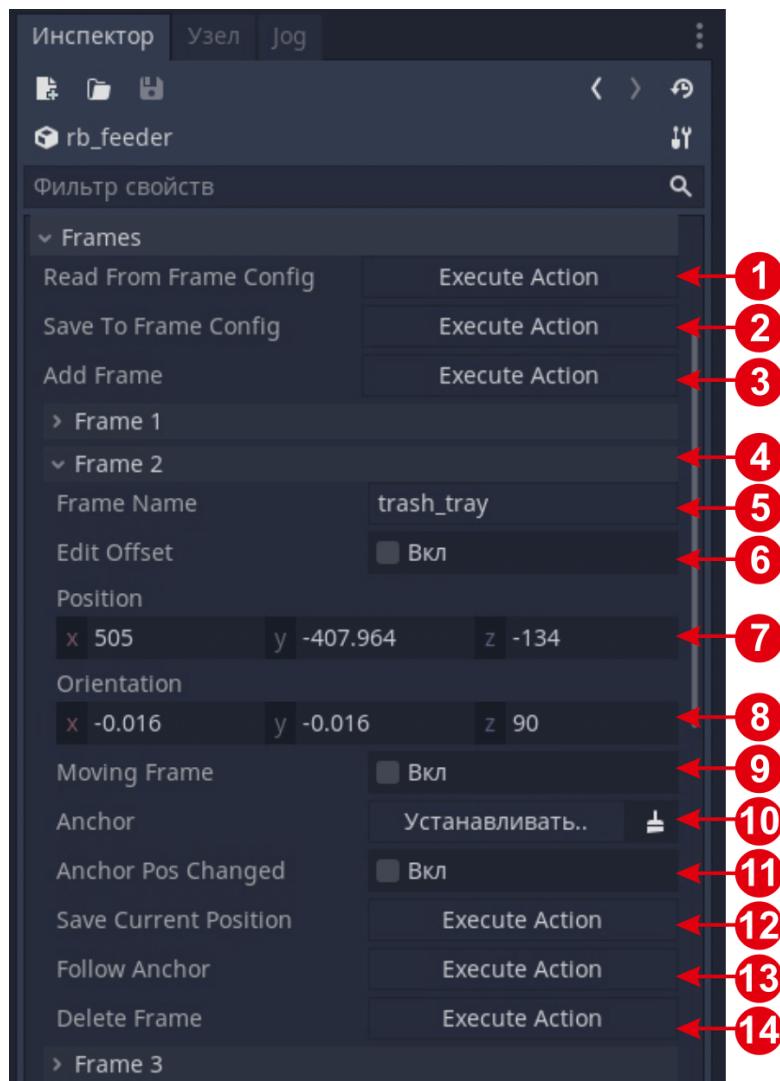


Рис. 90. Раздел *Frames*

Раздел *Frames* содержит следующие объекты:

1. Кнопка *Read From Frame Config*. Используется для выгрузки данных о системах координат из файлов RCS.
2. Кнопка *Safe To Frame Config*. Используется для загрузки изменений из симулятора в файлы RCS.

3. Кнопка *Add Frame*. Используется для создания новой системы координат.
4. Строки систем координат. Нажмите для раскрытия подробной информации о системе координат.
5. Название системы координат.
6. Флаг *Edit Offset*. Используется для отображения системы координат в окне просмотра сцены, а также предоставляет возможность изменения положения системы координат при помощи гизмо.
7. Данные о позиции системы координат.
8. Данные об ориентации системы координат.
9. Флаг *Moving Frame*. Устанавливается для подвижной системы координат.
10. Страна *Anchor*. Укажите объект из списка для привязки к нему системы координат. Нажмите кнопку *Очистить* для удаления привязки.
11. Нередактируемый флаг *Anchor Pos Changed*. Устанавливается системой, если объект, к которому привязана система координат, был перемещен.
12. Кнопка *Save Current Position*. Используется для сохранения текущего положения системы координат.
13. Кнопка *Follow Anchor*. Используется для передвижения системы координат за объектом-привязкой, положение которого было изменено.
14. Кнопка *Delete Frame*. Используется для удаления системы координат.

16.1 Редактирование систем координат

Создание, редактирование и удаление доступно для всех систем координат, кроме *World*.



Внесенные изменения сохраняются в сцене симулятора. Для сохранения изменений в файлы RCS необходимо нажать кнопку *Save To Frame Config*.

Создание системы координат

1. Выберите машину.
2. Перейдите в окно *Инспектор* и раскройте раздел *Frames*.
3. Нажмите кнопку *Execute Action* напротив графы *Add Frame*.
4. Укажите параметры системы координат:
 - **Name** - поле ввода названия системы координат.
 - **Position** - необходимо ввести значения (X,Y,Z) для определения позиции системы координат.
 - **Orientation** - необходимо ввести значения (Rx,Ry,Rz) для определения ориентации системы координат.
 - **Moving Frame** - переключатель для создания подвижной системы координат.
 - **Anchor** - привязка системы координат к объекту.

Редактирование системы координат

Для редактирования системы координат:

1. Выберите машину.
2. Перейдите в окно *Инспектор* и раскройте раздел *Frames*.
3. Раскройте информацию о новой системе координат.
4. Укажите требуемые параметры.

Удаление системы координат

Чтобы удалить выбранный инструмент, необходимо:

1. Выбрать машину.
2. Перейти в окно *Инспектор* и раскрыть раздел *Frames*.
3. Нажать кнопку *Execute Action* напротив графы *Delete Frame*.

Загрузка данных о системах координат

Для сохранения изменений, произведенных в симуляторе необходимо:

1. Выбрать машину.
2. Перейти в окно *Инспектор* и раскрыть раздел *Frames*.
3. Нажать кнопку *Execute Action* напротив графы *Save To Frame Config*.

Для загрузки данных из файлов RCS в симулятор необходимо:

1. Выбрать машину.
2. Перейти в окно *Инспектор* и раскрыть раздел *Frames*.
3. Нажать кнопку *Execute Action* напротив графы *Read From Frame Config*.



Удаленная система координат после загрузки данных в файлы RCS не может быть восстановлена. Все связанные с ней данные теряются. Программы, которые ссылаются на удаленную систему координат, не могут работать, пока в них не будут внесены изменения.

16.2 Управление системами координат в окне просмотра

Для управления системами координат в окне просмотра используется меню *Frames*, расположенное на верхней панели окна просмотра сцены.

В меню *Frames* расположены следующие инструменты:

1. Кнопка *Show Frame*. Используется для отображения положения выбранной системы координат в окне просмотра.
2. Список систем координат. Для выбора системы поставьте флаг в строке с нужным названием.



Рис. 91. Меню Frames

16.3 Подвижные системы координат

При использовании робота с дополнительными осями (например, при установке манипулятора на линейный блок или использовании манипулятора в паре с поворотным позиционером) часто необходимо использовать подвижные системы координат, которые учитывают перемещение дополнительных осей робота.

Настройка таких систем координат производится разделе *Frames* инспектора объекта.

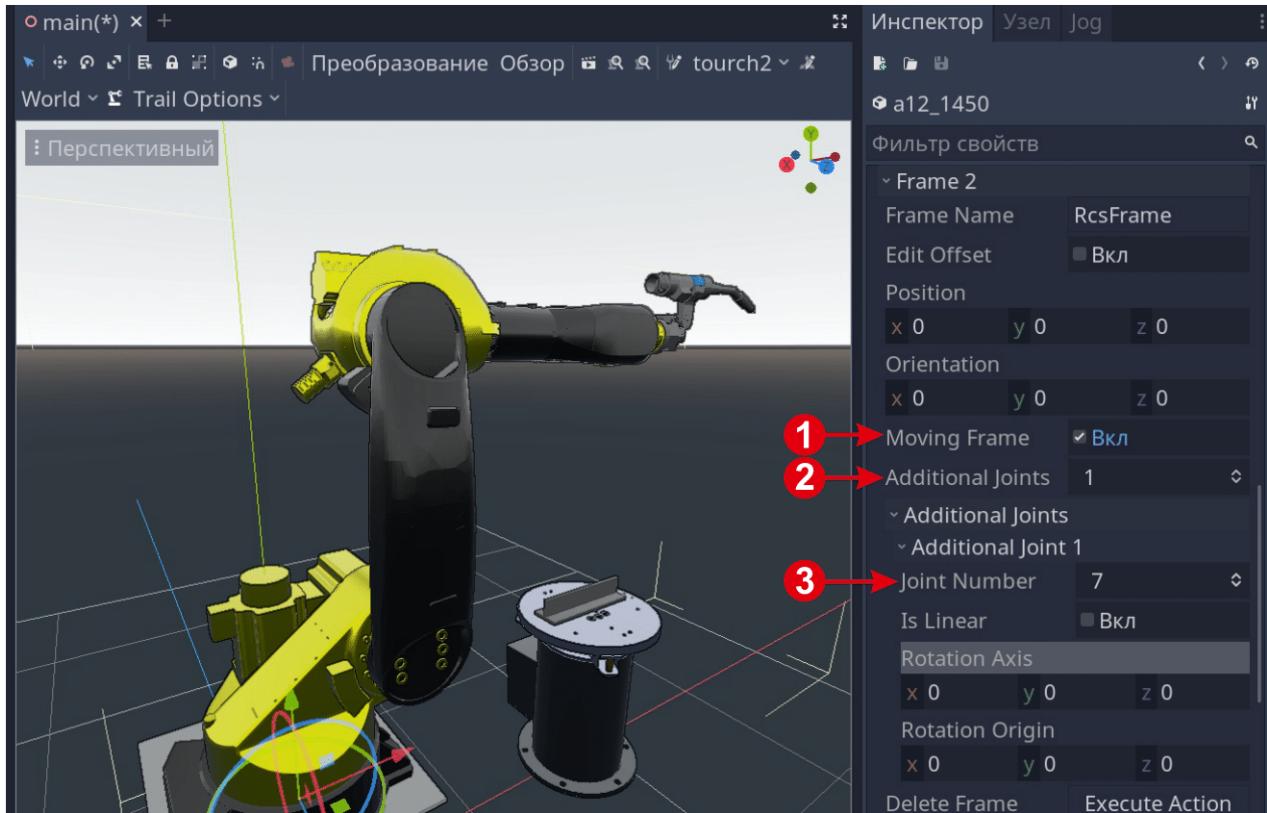


Рис. 92. Создание подвижной системы координат

1. Установите флаг *Moving Frame*.
2. В появившейся графе *Additional Joints* введите количество осей, подключенных в качестве дополнительных.
3. В появившейся графе *Joint Number* укажите номер дополнительной оси. Повторите действие для всех дополнительных осей.

Для выбранной дополнительной оси отображаются следующие параметры:

- Нередактируемый флаг *Is Linear*. Включается системой в случае, если ось является линейной.
- Параметры *Rotation origin*. Параметры положения оси вращения, по умолчанию заполняются нулями.
- Параметры *Rotation axis*. Параметры вектора оси вращения, по умолчанию заполняются нулями.

16.4 Привязка системы координат к машине

При использовании данной функции система координат привязывается к положению выбранного объекта для автоматического передвижения системы координат за объектом. Данная функция недоступна для системы координат *World*, а также для подвижных систем координат.

Создание привязки к узлу

Для привязки системы координат к машине:

1. Выделите машину.
2. Перейдите в окно *Инспектор* и раскройте раздел *Frames*.
3. Нажмите на графу *Anchor* и выберите требуемый узел.

Работа с привязкой

После перемещения объекта, к которому была привязана система координат в дереве сцены отобразится иконка о наличии проблем (1), а в разделе *Frames* появится флаг в графе *Anchor Pos Changed* (2).

- В случае если необходимо перенести систему координат за объектом, нажмите кнопку *Execute Action* напротив графы *Follow Anchor* (3).
- В случае если переносить систему координат за объектом не требуется, нажмите кнопку *Execute Action* напротив графы *Save Current Position* (4).

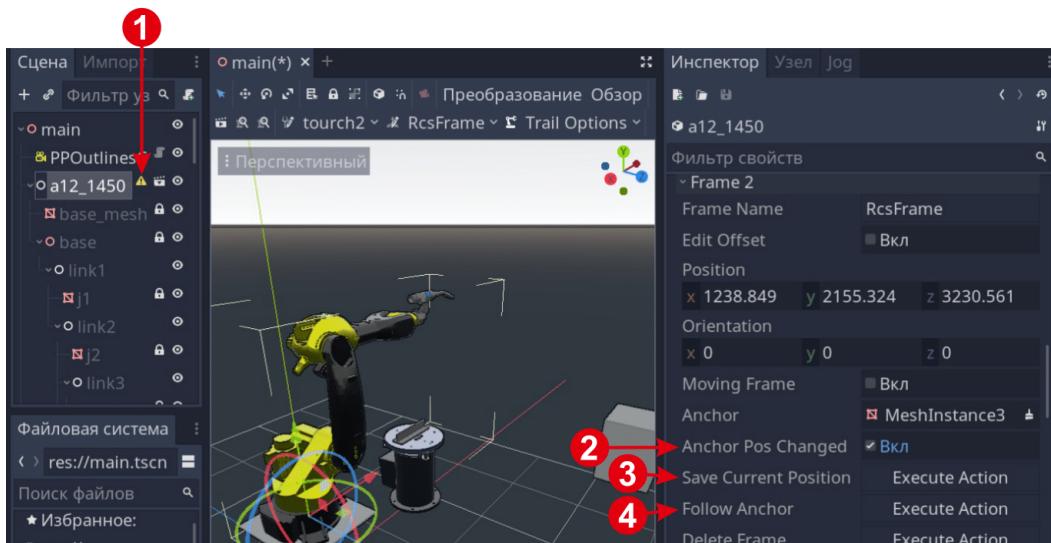


Рис. 93. Система координат с привязкой

17 Инструменты для отладки

17.1 Визуализация траектории движения объекта

17.1.1 Создание визуализации траектории движения объекта

Для визуализации траектории объекта используйте объект класса *RcsTrail*:

1. Кликните правой кнопкой мыши по объекту, траекторию движения которого необходимо визуализировать и выберите *Добавить дочерний узел*.
2. Выделите объект *RcsTrail* и нажмите кнопку *Создать*.

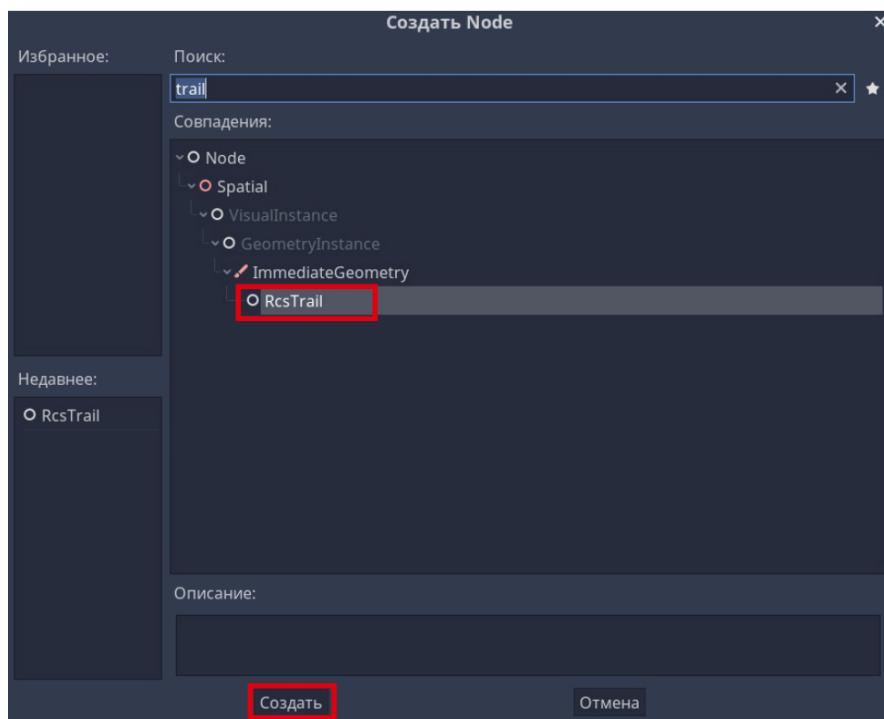


Рис. 94. Добавление объекта RcsTrail

3. Введите параметры следа траектории:

- *Color* - цвет траектории;
- *Dot Step* - минимальное расстояние, перемещение на которое будет визуализироваться.
- *Point Limit* - количество точек, по достижении которого след траектории начинает удаляться.

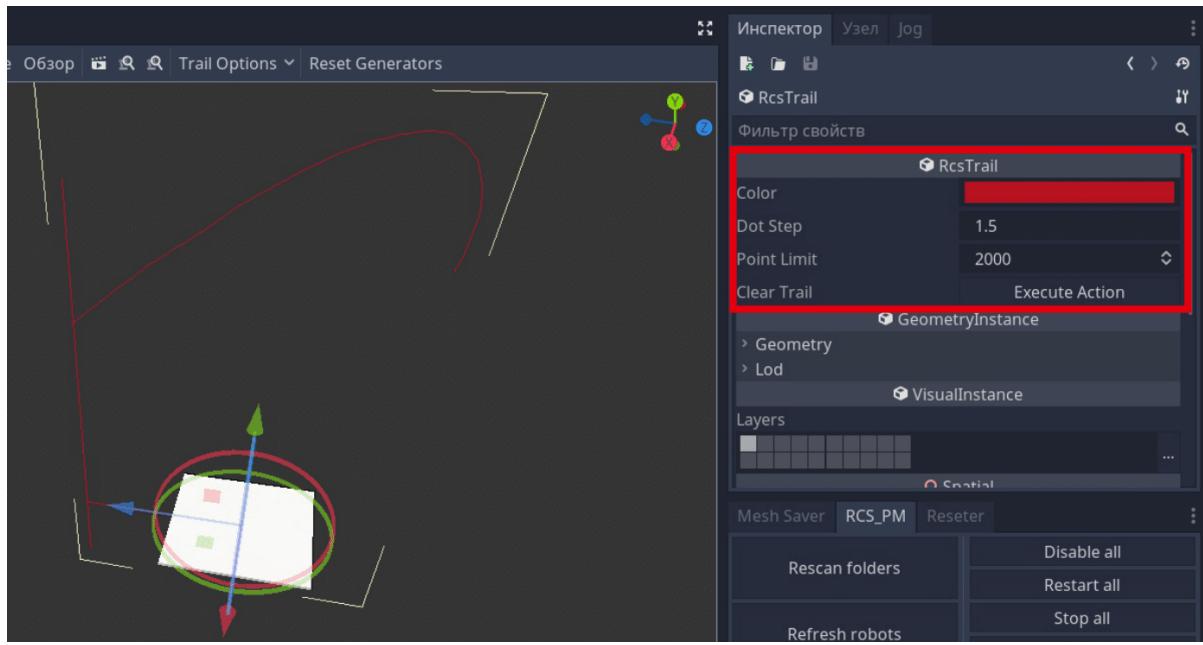


Рис. 95. Окно управления визуализацией траектории движения

При перемещении объекта в окне просмотра сцены будет отображаться след траектории. Для удаления следа используйте кнопку *Execute Action* в графе *Clear Trail*.

17.1.2 Управление визуализациями

Для управления визуализациями сцены используется меню *Trail Options*, расположенное на верхней панели окна просмотра сцены.

В меню *Trail Options* расположены следующие инструменты:

1. Кнопка *Clear all trails*. Используется для удаления следов траекторий всех машин.
2. Кнопка *Disable all trails*. Используется для выключения функции *Trail* для всех машин.
3. Кнопка *Clear this robot's trails*. Используется для удаления следа траектории для выбранной машины.
4. Кнопка *Disable this robot's trails*. Используется для выключения функции *Trail* для выбранной машины.
5. Кнопка *Enable this robot's current tool trails*. Используется для включения функции *Trail* для выбранного инструмента выбранной машины. Необходимо предварительно выбрать нужный инструмент.
6. Кнопка *Clear other robots' trails*. Используется для удаления всех следов траекторий для всех машин, кроме выбранной.
7. Кнопка *Disable other robots' trails*. Используется для выключения функции *Trail* для всех машин, кроме выбранной.

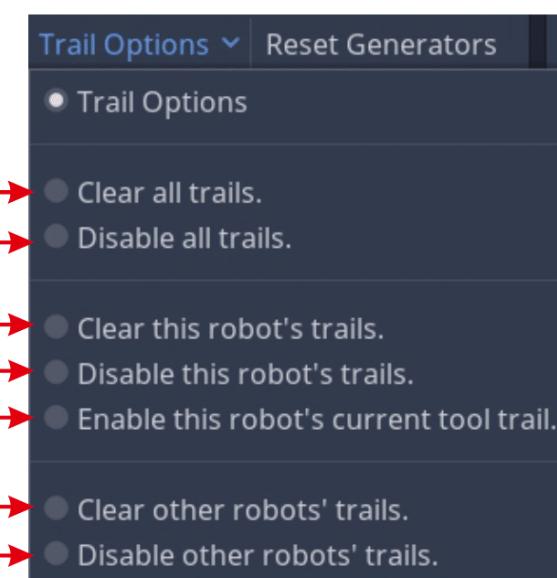


Рис. 96. Меню Trail Options

17.2 Управление скоростью движения

При отладке работы оборудования возникает необходимость тестирования программ, на выполнение которых даже при установленной 100% скорости тратится продолжительное время. Добавление в сцену объекта класса *RcsTimeSourceControl* позволяет управлять временем сцены. Действие данного класса распространяется на все объекты данной сцены, за исключением тех, которые анимируются скриптами.

Для изменения времени сцены необходимо:

1. Добавить в сцену объект класса *RcsTimeSourceControl*.
2. В окне *Инспектор* изменяйте параметр *Time Rate* для ускорения или замедления времени сцены.

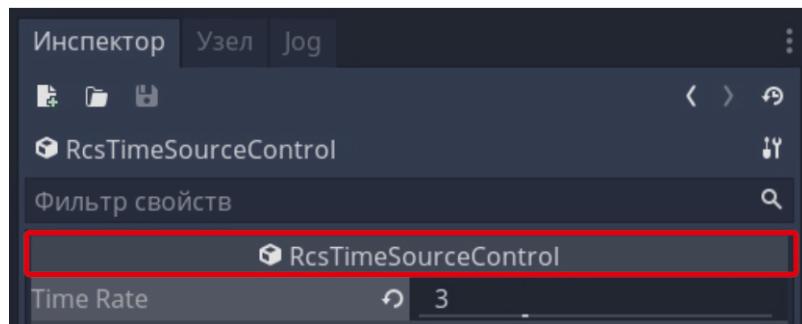


Рис. 97. Изменение скорости движения объектов в сцене



При слишком большом увеличении скорости возникают проблемы с просчетом физики и движения оборудования в симуляторе перестают соответствовать действительности. Рекомендуется учитывать изменения кадровой частоты (FPS) и увеличивать скорость в разумных пределах.

18 Управление сигналами

Для работы с сигналами необходимо выбрать в дереве сцены объект типа *RCSSignalsHolder* и открыть окно *Инспектор*.

18.1 Входные сигналы

В окне входных сигналов представлены следующие элементы:

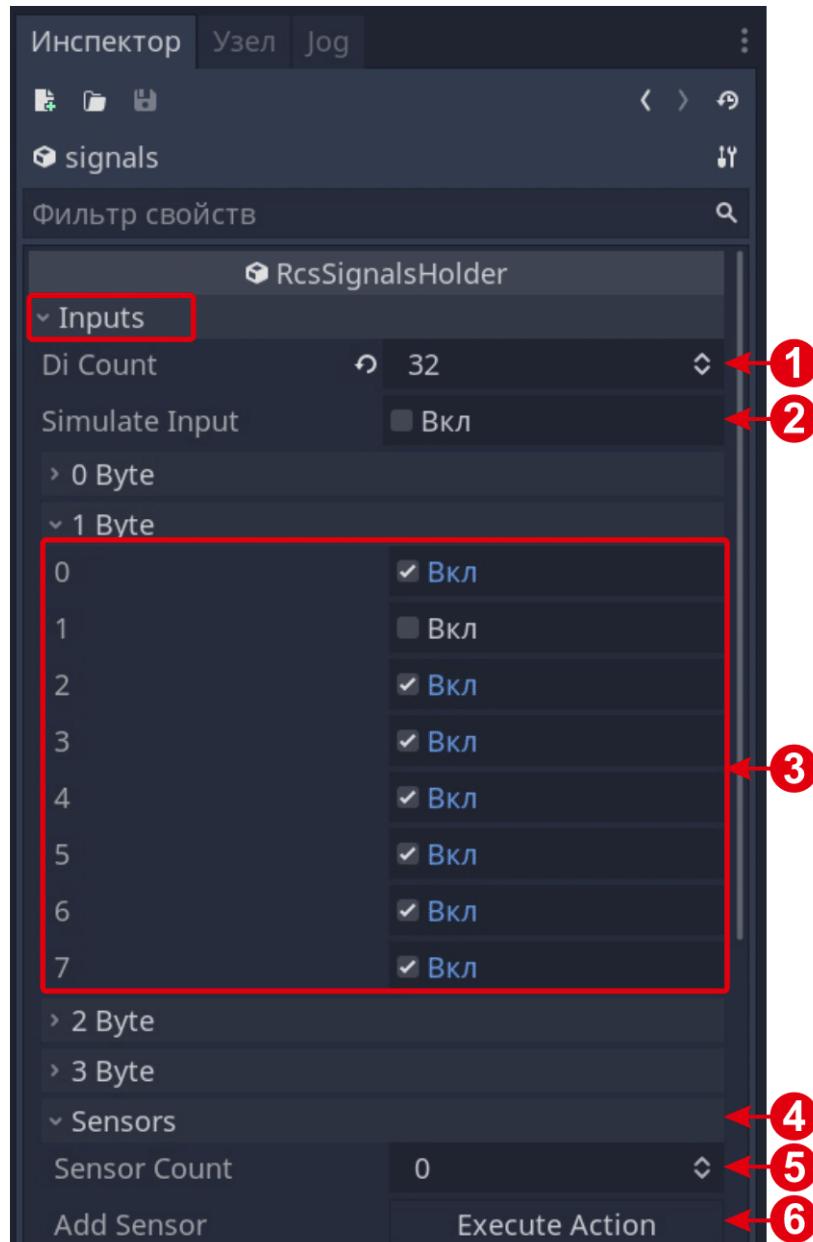


Рис. 98. Окно управления входными сигналами

1. Графа *DI Count*. Количество входных сигналов. При изменении количества сигналы создаются или удаляются автоматически.
2. Флаг *Simulate Input*. Нажмите, чтобы включить симуляцию сигнала.
3. Флаги *Вкл*. Список бит с указанием текущего значения каждого дискретного сигнала.
4. Стока *Sensors*. Нажмите для раскрытия настроек датчиков.
5. Графа *Sensor Count*. Количество подключенных датчиков (редактируется системой в зависимости от количества добавленных датчиков).
6. Кнопка *Add Sensor*. Нажмите для добавления датчика.

18.1.1 Симуляция входных сигналов

Для симуляции входного сигнала:

1. Откройте нужный объект типа *RcsSignalsHolder* и откройте его параметры в окне *Инспектор*.
2. Раскройте строку *Inputs*.
3. Установите флаг *Simulate Input*.
4. Установите флаги напротив нужных сигналов.
5. Снимите флаг *Simulate Input*. Состояния сигналов сбрасываются на те, что были до установки флага *Simulate Input*.

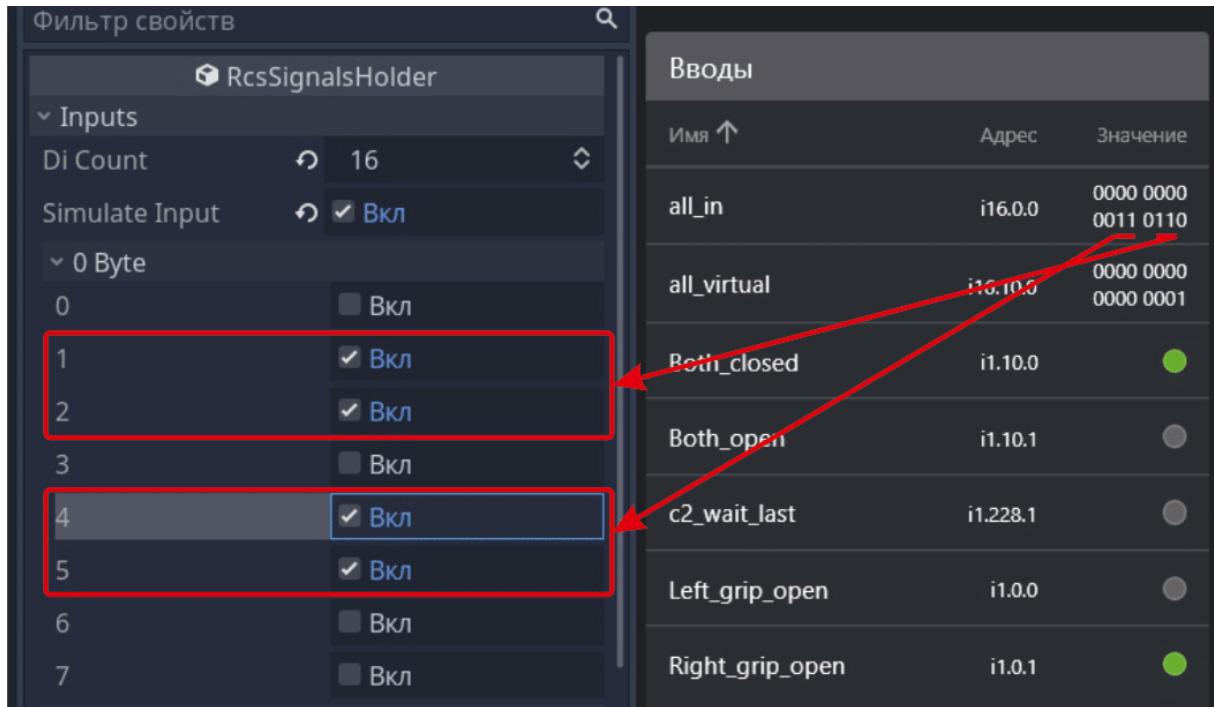


Рис. 99. Входные сигналы в симуляции и на HMI

18.1.2 Управление датчиками

Для редактирования данных о датчике:

1. Откройте нужный объект типа *RCSSignalsHolder* и откройте его параметры в окне *Инспектор*.
2. Раскройте строку *Inputs*.
3. Раскройте строку *Sensors*.
4. Если необходимо создать новый датчик, нажмите кнопку *Execute Action* напротив графы *Add Sensor*.
5. Выберите нужный датчик.
6. В графике *Byte Number* укажите номер байта, к которому необходимо привязать значение входного сигнала.
7. В графике *Bit Number* укажите номер бита, к которому необходимо привязать значение входного сигнала.

8. В графе *Link* укажите путь к файлу датчика. Данный объект должен поддерживать метод *set_rcs_control_signal* (например, объект класса *RcsToggleJoint*)..
9. В графе *Sensor Signal Number* укажите номер сигнала датчика.
10. Если необходимо удалить данный датчик, нажмите кнопку *Execute Action* напротив графы *Delete Sensor*.

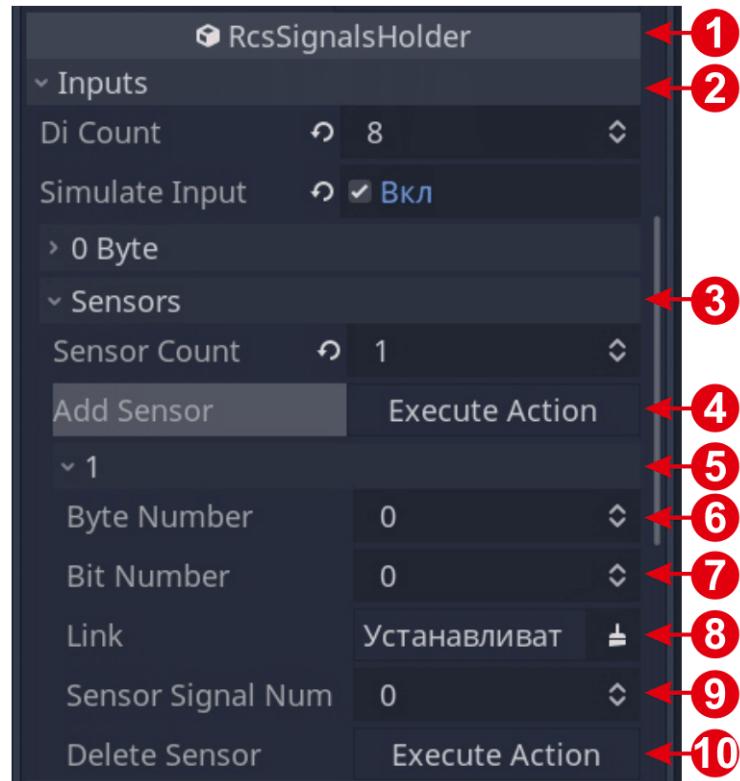


Рис. 100. Управление датчиками

18.2 Выходные сигналы

В окне выходных сигналов представлены следующие элементы:

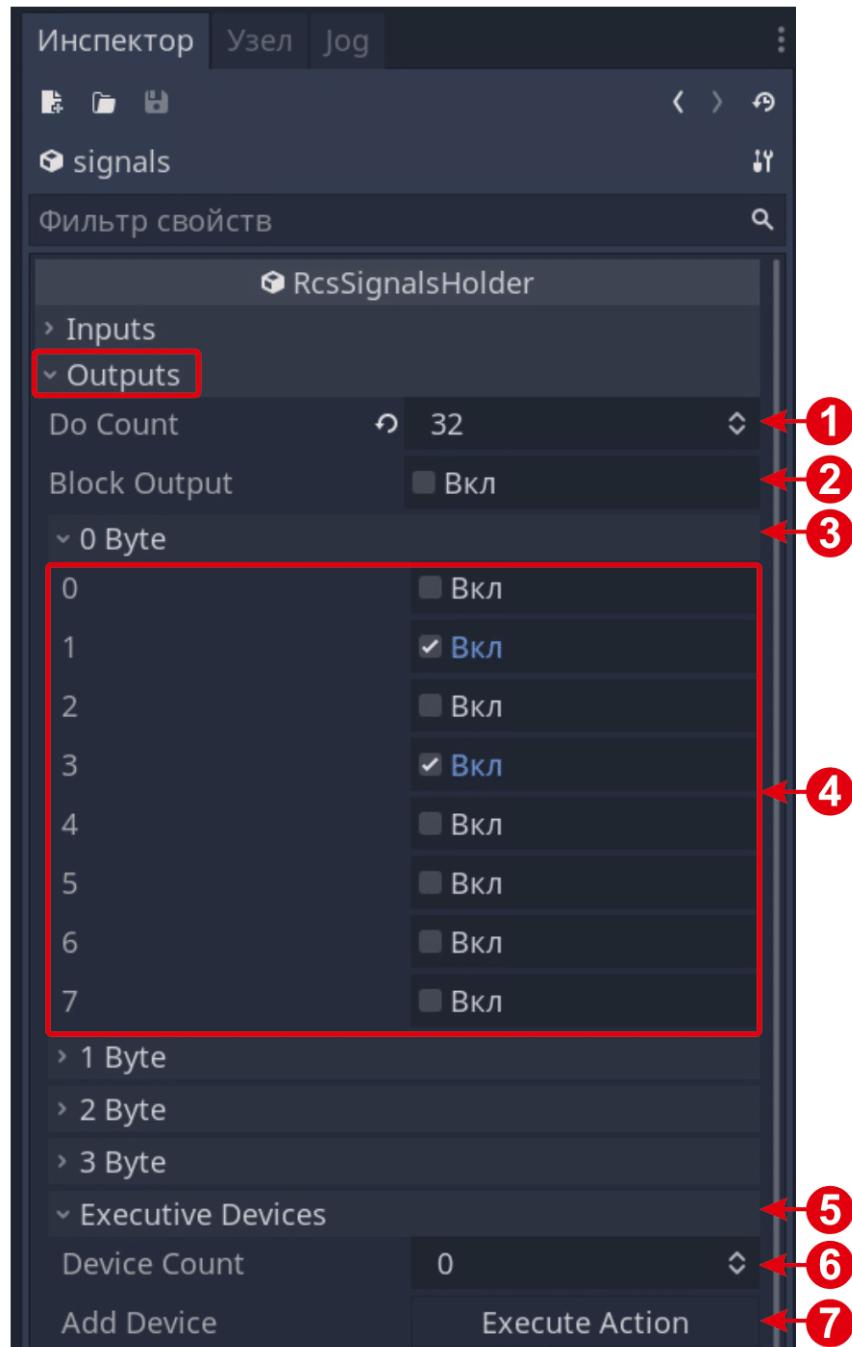


Рис. 101. Окно управления выходными сигналами

- Графа *DO Count*. Количество выходных сигналов.
- Флаг *Block Output*. Заблокировать сигнал. Данная функция блокирует запись вы-

ходных сигналов RCS и разрешает только ручное управление сигналами. Используется при отладке программ, чтобы вручную включить/выключить сигнал, который без этой функции постоянно переписывался бы RCS.

3. Стока с указанием номера байта. Нажмите для раскрытия параметров.
4. Флаги *Вкл.* Список бит с указанием текущего значения каждого дискретного сигнала.
5. Стока *Executive Devices*. Нажмите для получения подробной информации об исполнительных устройствах.
6. Графа *Device Count*. Количество исполнительных устройств (редактируется системой в зависимости от количества подключенных устройств).
7. Кнопка *Add Device*. Нажмите для добавления исполнительного устройства.

18.2.1 Управление выходными сигналами

Для работы со входными сигналами:

1. Откройте нужный объект типа *RcsSignalsHolder* и раскройте его параметры в окне *Инспектор*.
2. Раскройте строку *Outputs*.
3. В случае если необходимо заблокировать сигналы, установите флаг *Block Output*.
4. Установите флаги напротив нужных сигналов.
5. Снимите флаг *Block Output*. Состояния сигналов сохранятся.

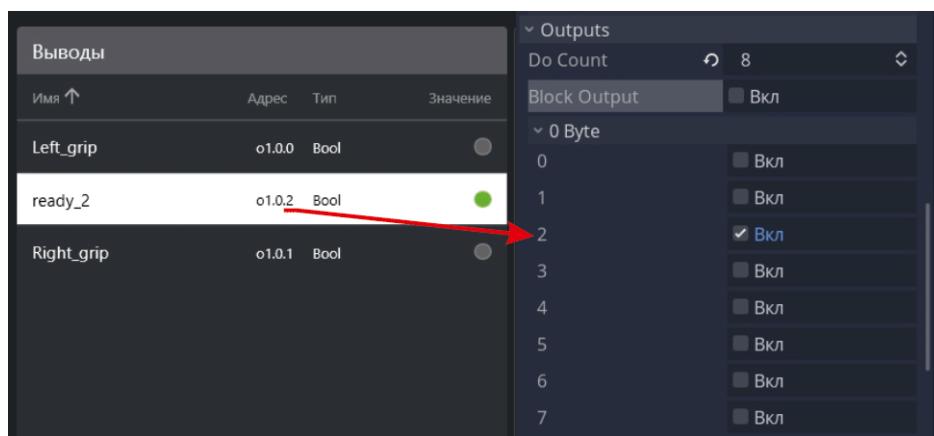


Рис. 102. Выходные сигналы в симуляции и на HMI

18.2.2 Управление исполнительными устройствами

Для редактирования данных об исполнительном устройстве:

1. Откройте нужный объект типа *RcsSignalsHolder* и откройте его параметры в окне *Инспектор*.
2. Раскройте строку *Outputs*.
3. Раскройте строку *Devices*.
4. Если необходимо создать новое исполнительное устройство, нажмите кнопку *Execute Action* напротив графы *Add Device*.
5. Выберите нужное устройство.
6. В графике *Byte Number* укажите номер байта, к которому необходимо привязать значение выходного сигнала.
7. В графике *Bit Number* укажите номер бита, к которому необходимо привязать значение выходного сигнала.
8. В графике *Link* укажите путь к файлу устройства. Данный объект должен поддерживать метод *set_rcs_control_signal* (например, объект класса *RcsToggleJoint*).
9. Если необходимо удалить данное исполнительное устройство, нажмите кнопку *Execute Action* напротив графы *Delete Device*.

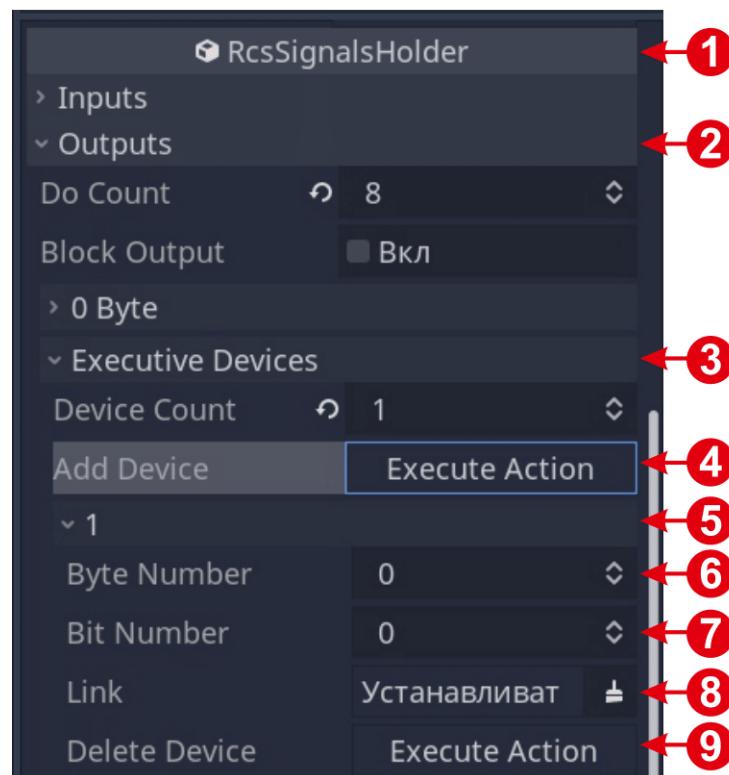


Рис. 103. Управление исполнительными устройствами

18.3 Сигналы безопасности

Объект класса *RcsSafetySignals* позволяет эмулировать работу элементов безопасности.

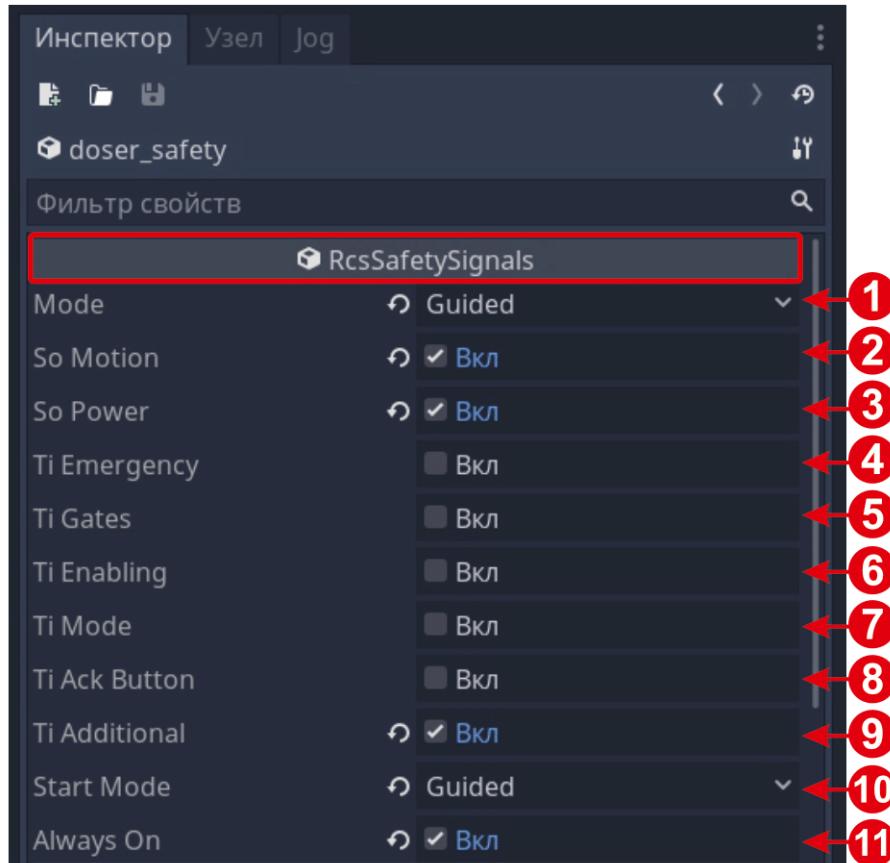


Рис. 104. Управление сигналами безопасности

- Графа *Mode* (режим). Выпадающий список позволяет выбрать один из 4 режимов: *Manual*, *Teach*, *Auto* или *Guided*.
- Флаг *So Motion*. Сигнал разрешения движения осей.
- Флаг *So Power*. Сигнал разрешения подачи питающего напряжения на приводы.
- Флаг *Ti Emergency* (входной сигнал проверки сигнала безопасности при нажатии на кнопку аварийного останова). При выключении данного флага эмулируется сигнал нажатия на кнопку аварийного останова.
- Флаг *Ti Gates* (входной сигнал проверки сигнала безопасности при закрытии двери

защитного ограждения). При выключении данного флага эмулируется сигнал открытия двери защитного ограждения.

6. Флаг *Ti Enabling* (входной сигнал проверки сигнала безопасности при нажатии на кнопку активации приводов с пульта в ручных режимах).
7. Флаг *Ti Mode* (входной сигнал проверки сигнала безопасности при переключении режимов).
8. Флаг *Ti Ack Button* (входной сигнал проверки сигнала безопасности при нажатии на кнопку квитирования защиты оператора, которая необходима для включения приводов в режиме *Auto*).
9. Флаг *Ti Additional* (дополнительный сигнал безопасности). Пример использования: дополнительная кнопка аварийного останова или датчик удара сварочной горелки.
10. Графа *Start Mode* (режим по умолчанию). Выпадающий список позволяет выбрать один из 4 режимов: *Manual*, *Teach*, *Auto* или *Guided*, который должен активироваться по умолчанию.
11. Флаг *Always On*. При установке данного флага автоматически устанавливаются флаги *So Motion* и *So Power*.

19 Настройка Modbus TCP

19.1 Настройка Modbus TCP

Параметры для объектов класса *ModbusTCP* расположаются в окне *Инспектор*. В данном окне отображаются следующие элементы:

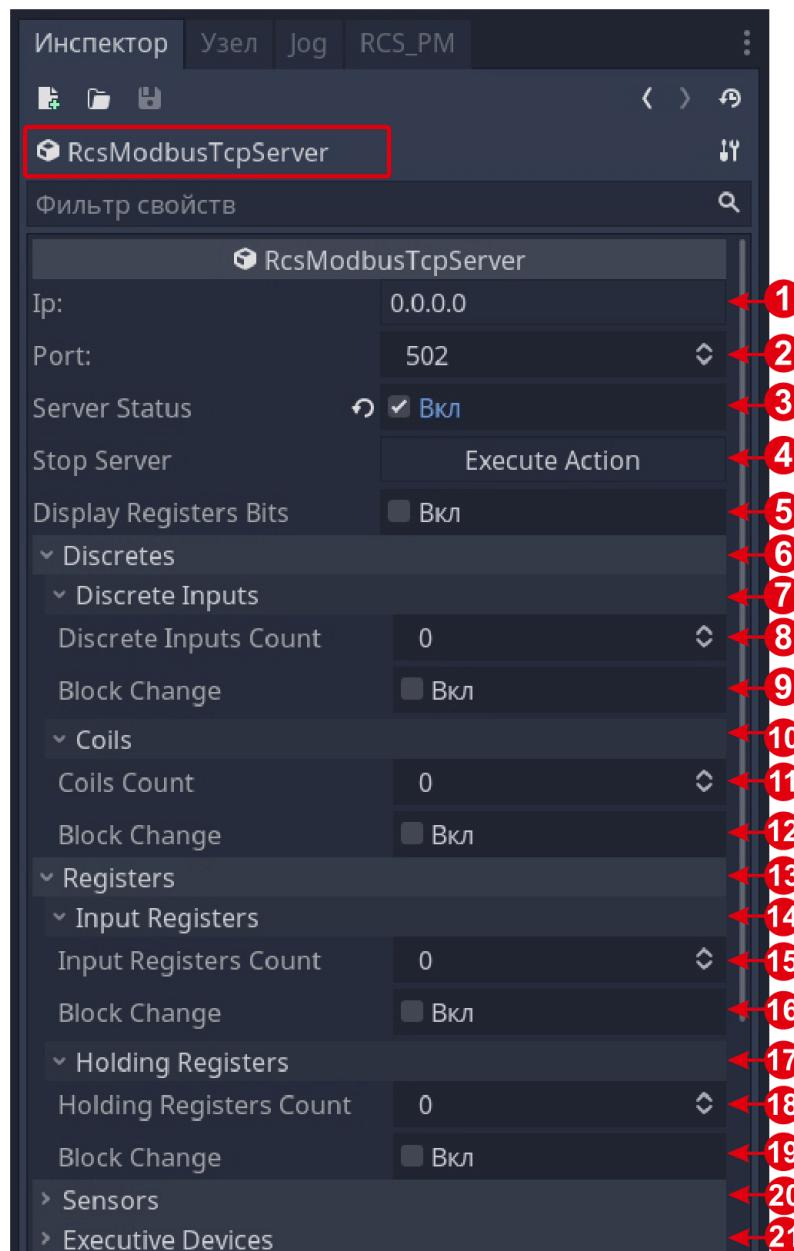


Рис. 105. Настройка Modbus TCP

- Графа *Ip*. Укажите IP адрес сервера (рекомендуется оставить 0.0.0.0.).

2. Графа *Home Position*. Укажите порт сервера.
 3. Флаг *Server Status*. Устанавливается системой при включенном сервере.
 4. Кнопка *Start/Stop Server*. Нажмите для установления или прекращения подключения к серверу.
 5. Флаг *Display Registers Bits*. Установите для отображения битов регистров.
 6. Стока *Discretes*. Нажмите для отображения параметров дискретных сигналов.
 7. Стока *Discrete Inputs*. Нажмите для отображения параметров дискретных входов.
 8. Графа *Discrete Inputs Count*. Количество входных дискретных сигналов. Для добавления сигналов увеличивайте их количество.
 9. Флаг *Block Change*. Позволяет блокировать изменения входных дискретных сигналов.
 10. Стока *Coils*. Нажмите для отображения параметров дискретных выходов.
 11. Графа *Coils Count*. Количество выходных дискретных сигналов. Для добавления сигналов увеличивайте их количество.
 12. Флаг *Block Change*. Позволяет блокировать изменения выходных дискретных сигналов.
 13. Стока *Registers*. Нажмите для отображения параметров регистров.
 14. Стока *Input Registers*. Нажмите для отображения параметров входных регистров.
 15. Графа *Input Registers Count*. Количество входных регистров. Для добавления регистров увеличивайте их количество.
 16. Флаг *Block Change*. Позволяет блокировать изменения входных регистров.
 17. Стока *Holding Registers*. Нажмите для отображения параметров выходных регистров.
 18. Графа *Holding Registers Count*. Количество выходных регистров. Для добавления регистров увеличивайте их количество.
 19. Флаг *Block Change*. Позволяет блокировать изменения выходных регистров.
-

20. Стока *Sensors*. Нажмите для отображения параметров датчиков.
21. Стока *Executive Devices*. Нажмите для отображения параметров исполнительных устройств.

19.2 Работа с датчиками

Для добавления датчика необходимо:

1. Раскрыть список датчиков нажатием на строку *Sensors*.
2. Нажать кнопку *Execute Action* в графе *Add Sensor*.
3. Выбрать номер датчика.
4. В графике *Memory* выбрать *Discrete Inputs*.
5. Указать номер байта.
6. Указать номер бита.
7. Выбрать объект, поддерживающий метод *get_rcs_sensor_state* (например, объект класса *RcsToggleJoint*).
8. Указать номер сигнала с датчика.

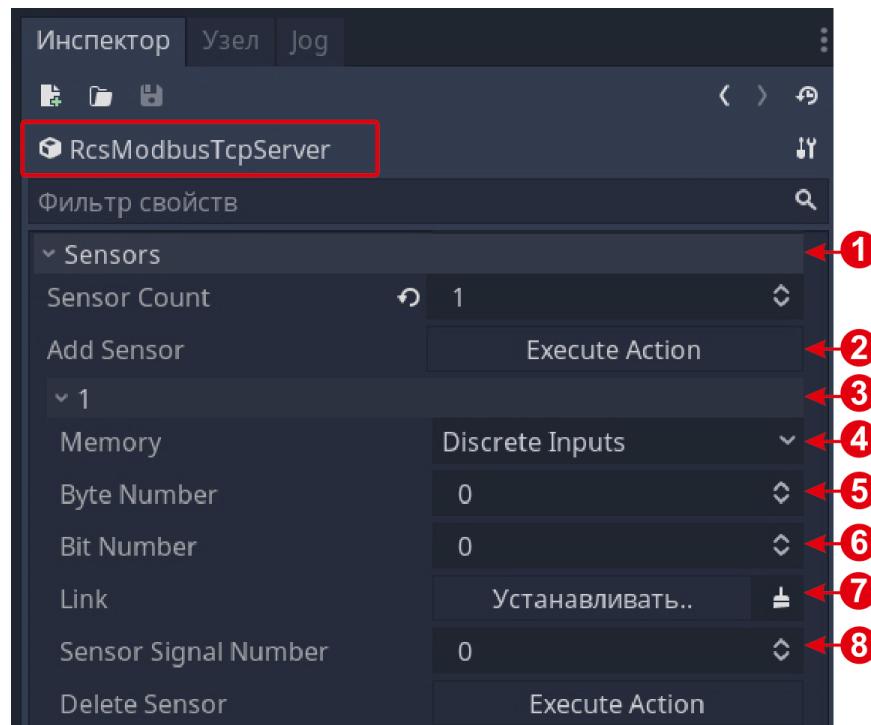


Рис. 106. Добавление датчика

Для удаления датчика нажмите кнопку *Execute Action* в графе *Delete Sensor*.

19.3 Работа с исполнительными устройствами

Для добавления исполнительного устройства необходимо:

1. Раскрыть список устройств нажатием на строку *Executive Devices*.
2. Нажать кнопку *Execute Action* в графе *Add Device*.
3. Выбрать номер устройства.
4. В графике *Memory* выбрать *Coils*.
5. Указать номер байта.
6. Указать номер бита.
7. Выбрать объект, поддерживающий метод *set_rcs_control_signal* (например, объект класса *RcsToggleJoint*).

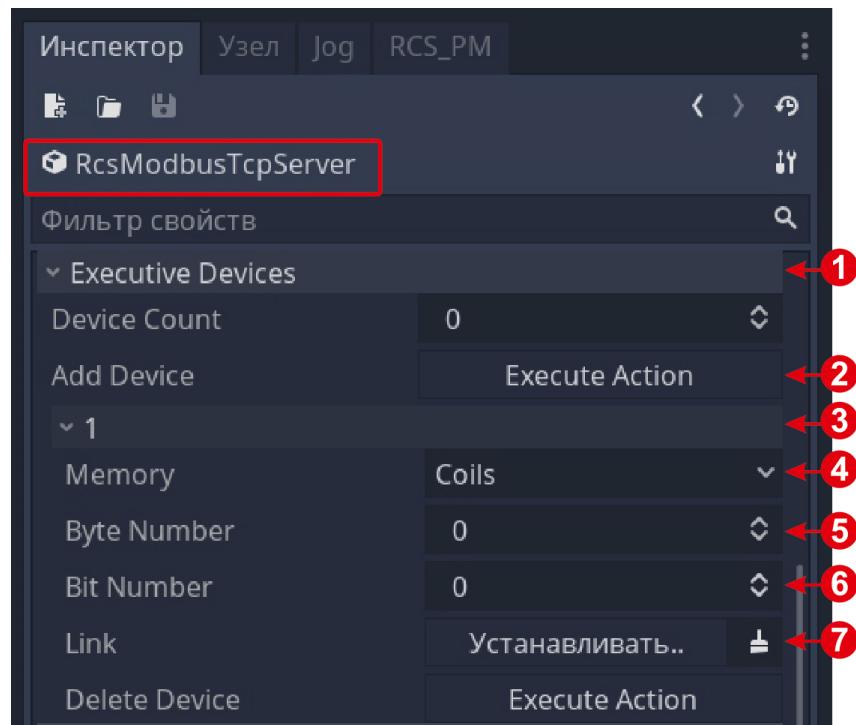


Рис. 107. Добавление исполнительного устройства

Для удаления исполнительного устройства нажмите кнопку *Execute Action* в графе *Delete Device*.

20 Настройка позиционера

20.1 Подключение позиционера в качестве дополнительной оси

- Выберите робота, к которому необходимо добавить позиционер.
- Перейдите в раздел *Kinematics* окна *Инспектор*.
- Раскройте параметры *Joints Data* и нажмите кнопку *Execute Action* в графе *Add Positioner*.
- Раскройте параметры позиционера и укажите путь к позиционеру в графе *Positioner Path*.
- Проверьте количество осей робота в графе *Joints Count*.
- Проверьте общее количество осей в графе *Joints With Positioners*. Максимальное допустимое количество осей - 12.
- Обновите настройки осей нажатием кнопки *Execute Action* в графе *Update Joints Config*.

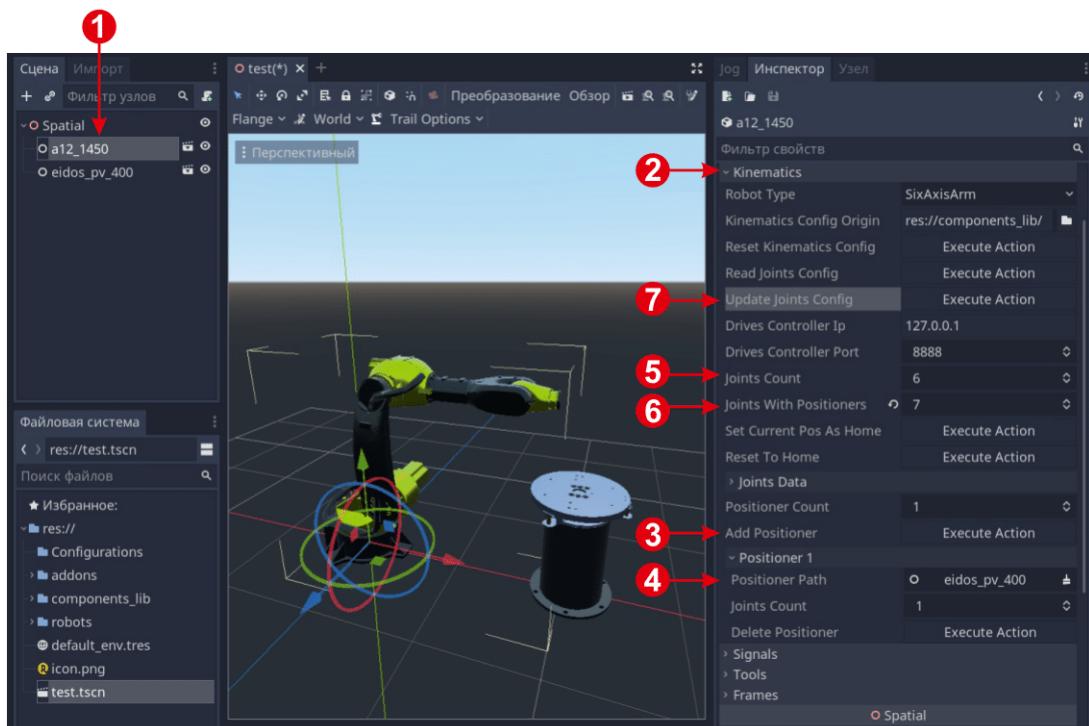


Рис. 108. Добавление позиционера в качестве дополнительной оси

20.2 Настройка позиционера

В окне *Инспектор* для объекта класса *RcsPositioner* отображаются следующие элементы:

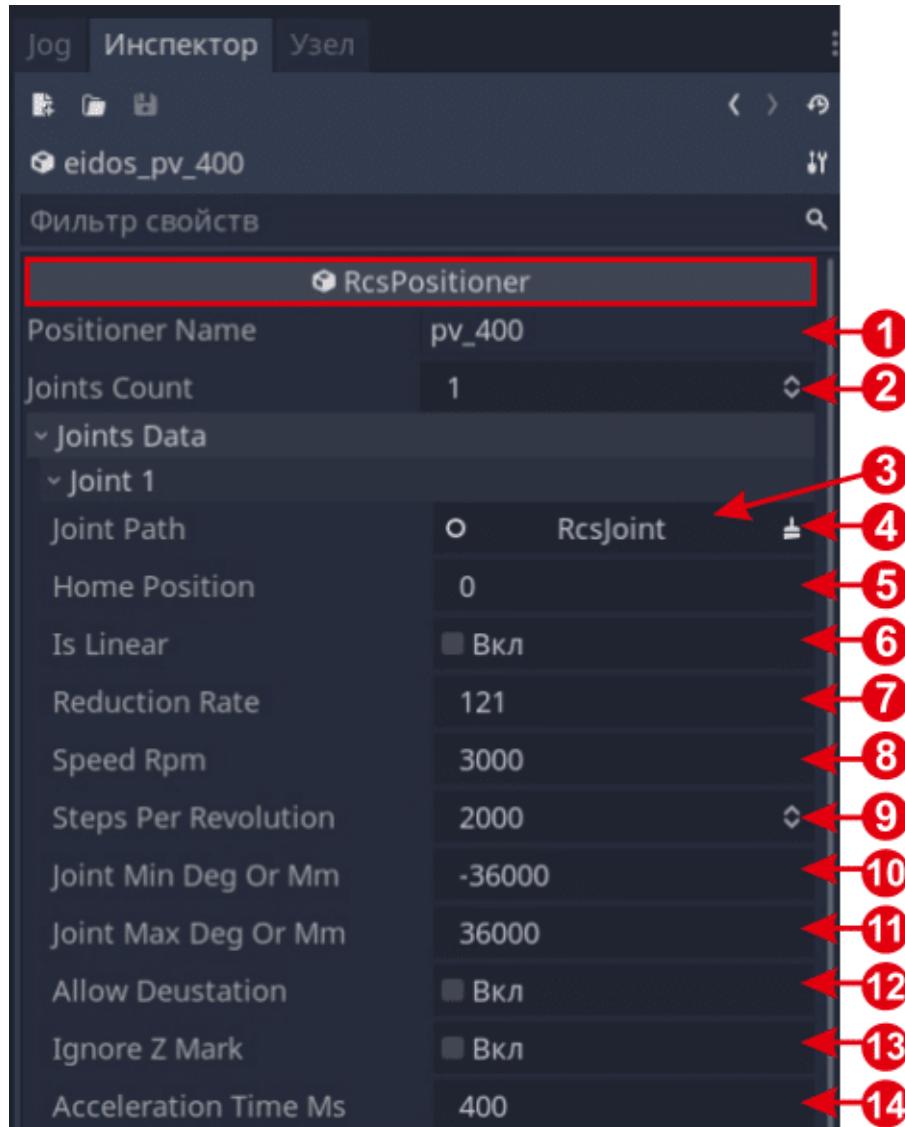


Рис. 109. Настройки позиционера

1. Название позиционера.
2. Количество осей позиционера (определяется системой автоматически).
3. Графа *Joint Path*. Пропишите путь к объекту типа *joint*.
4. Кнопка *Очистить*. Используется для удаления пути к файлу позиционера.

5. Графа *Home Position*. Укажите домашнее положение оси.
6. Флаг *Is Linear*. Устанавливается в случае, если ось является линейной.
7. Графа *Reduction Rate*. Укажите передаточное число редуктора оси.
8. Графа *Speed Rpm*. Укажите максимальную скорость двигателя в оборотах в минуту.
9. Графа *Steps Per Revolution*. Укажите количество импульсов на один оборот двигателя.
10. Графа *Joint Min Deg Or Mm*. Укажите минимальное положение оси. Для линейных осей - в мм, для поворотных - в градусах.
11. Графа *Joint Max Deg Or Mm*. Укажите максимальное положение оси. Для линейных осей - в мм, для поворотных - в градусах.
12. Флаг *Allow Detonation*. Устанавливается в случае, если разрешается движение с деюстированной осью.
13. Флаг *Ignore Z Mark*. Устанавливается в случае, если нужно игнорировать сигнал нарушения позиции Z-метки.
14. Графа *Acceleration Time Ms*. Укажите время разгона до максимальной скорости.

20.3 Удаление позиционера

1. Выберите робота, к которому добавлен позиционер.
 2. Перейдите в раздел *Kinematics* окна *Инспектор*.
 3. Раскройте параметры *Joints Data*, выберите позиционер и нажмите кнопку *Execute Action* в графе *Delete Positioner*.
 4. Проверьте количество осей робота в графике *Joints Count*.
 5. Проверьте общее количество осей в графике *Joints With Positioners*.
 6. Обновите настройки осей нажатием кнопки *Execute Action* в графике *Update Joints Config*.
 7. Удалите позиционер из дерева сцены.
-

21 Настройка подвижных элементов

21.1 Настройка осей

Для симуляции работы поворотных или линейный осей используются объекты класса *RcsJoint*. Для таких объектов в окне *Инспектор* отображаются следующие элементы:

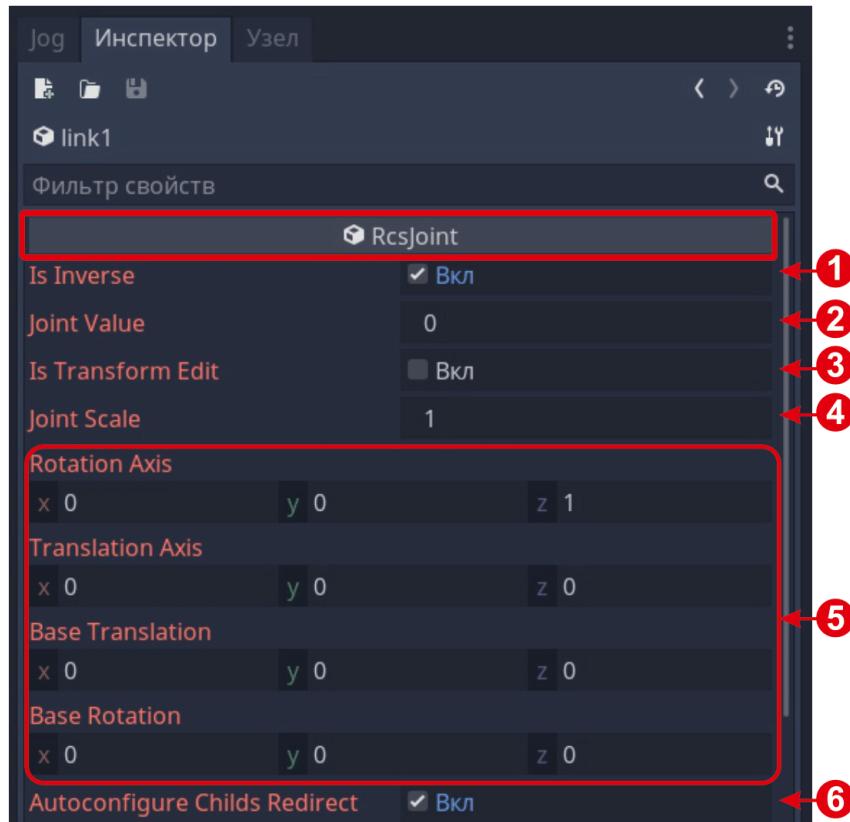


Рис. 110. Настройка оси

1. Флаг *Is Inverse*. Включите изменения направления движения.
2. Графа *Joint Value*. Редактируйте значение для изменения положения оси.
3. Флаг *Is Transform Edit*. Установите для редактирования положения оси. При включенном флаге передвижение оси невозможно.
4. Графа *Joint Scale*. Устанавливается при необходимости введения коэффициента к *Joint Value*. Например, при установке коэффициента 2 оси будет передвигаться на угол вдвое больше указанного в графике *Joint Value*.
5. Параметры положения оси.

6. Флаг *Autoconfigure Childs Redirect*. Устанавливается в случае, если при выборе объекта в окне просмотра необходимо открывать свойства родителя данного объекта. Применяется для того, чтобы при нажатии на корпус оси (объект типа *MeshInstance*) выделялся бы не меш, а ось (объекта *RcsJoint*).

21.2 Настройка подвижных элементов

Для симуляции работы подвижных элементов с двумя конечными положениями используются объекты класса *RcsToggleJoint*. Для таких объектов в окне *Инспектор* отображаются следующие элементы:

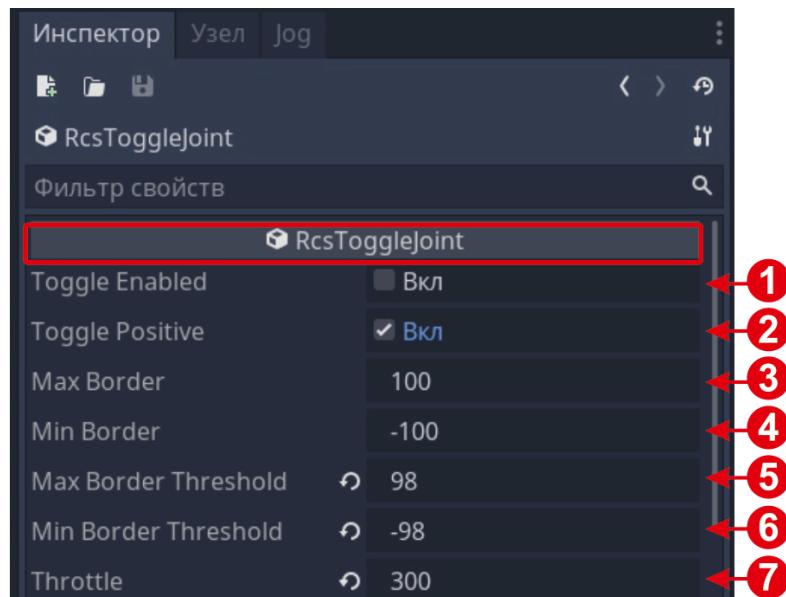


Рис. 111. Настройка подвижного элемента

1. Флаг *Toggle Enabled*. Включите для начала перемещения.
2. Флаг *Toggle Positive*. Используется для определения направления движения.
3. Графа *Max Border*. Максимальное положение подвижного элемента.
4. Графа *Min Border*. Минимальное положение подвижного элемента.
5. Графа *Max Border Treshold*. Положение подвижного элемента, при котором должен срабатывать концевой датчик, срабатывающий при движении в положительную сторону.

6. Графа *Max Border Threshold*. Положение подвижного элемента, при котором должен срабатывать концевой датчик, срабатывающий при движении в отрицательную сторону .
7. Графа *Throttle*. Позволяет изменять скорость движения подвижного элемента.

Подвижный элемент можно сделать поворотным, указав в графе *RotationAxis* значение 1 для оси Z.

21.3 Настройка объекта RcsToggleJoint на примере схватов

Для симуляции движения схватов необходимо:

1. Создать два объекта класса *RcsToggleJoint*. Первый будет отвечать за движение пары нижних схватов, второй- за движение пары верхних схватов.
2. Переподчините меши, движение которых необходимо симулировать, соответствующим объектам *RcsToggleJoint*.
3. Настройте объект *RcsToggleJoint*, отвечающий за движение нижних схватов:
 - 3.1 Настройте минимальную и максимальную границы движения. Так как данные схваты должны будут перемещаться вверх, то в графе *Min Border* устанавливается значение 0. В графу *Min Border* устанавливается смещение в мм (в данном случае 3).
 - 3.2 В графике *Throttle* установите значение для передвижения схватов с нужной скоростью.
 - 3.3 Убедитесь в том, что в графике *Joint Value* установлено значение 0.
 - 3.4 В графике *Rotation Axis* установите нули, иначе объект при перемещении будет переворачиваться.
 - 3.5 В графике *Translation Axis* установите значение 1 для оси Y.

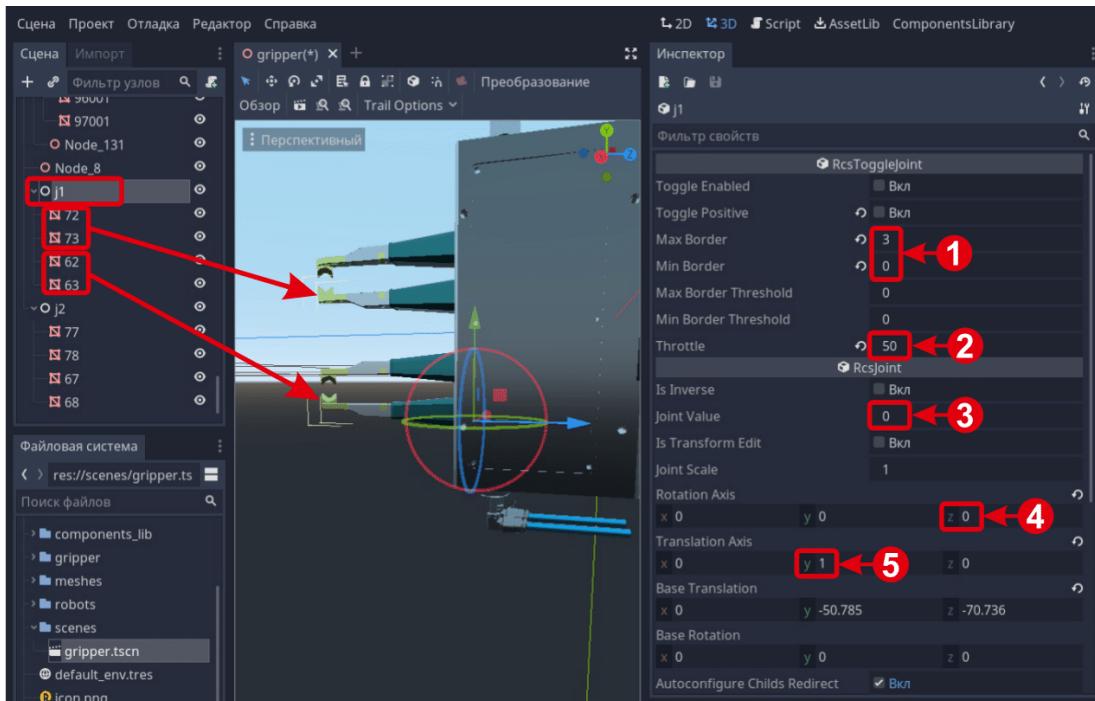


Рис. 112. Настройка нижних схватов

4. Настройте объект *RcsToggleJoint*, отвечающий за движение верхних схватов. Данный объект настраивается аналогично предыдущему, однако необходимо установить флаг *Is Inverse* для движения оси вниз, а не вверх.

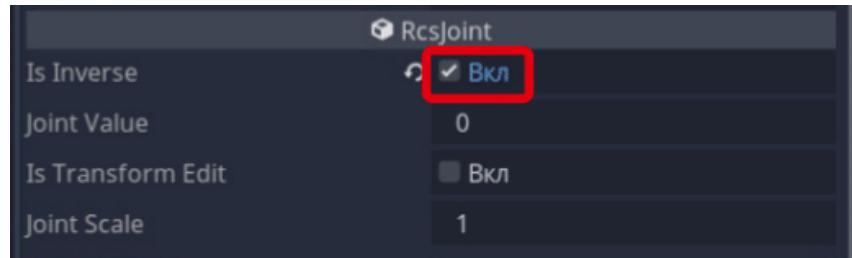


Рис. 113. Инвертирование направления движения

Для проверки движения схватов установите флаг в графе *Toggle Enabled* и попреключайте флаг *Toggle Positive*.

Для одновременного переключения обеих пар схватов необходимо прикрепить к объекту схвата скрипт (подробный пример приводится в разделе 11.5).

22 Генератор заготовок

В целях ускорения процесса создания одинаковых заготовок, расположенных с одинаковым шагом в пространстве, целесообразно использовать генератор заготовок (объект типа *RcsGridPartGenerator* или *RcsSpiralPartGenerator*).

Управление заготовками осуществляется в разделе *RcsPartGenerator* при помощи следующих элементов:



Рис. 114. Раздел RcsPartGenerator

1. Кнопка *Rebuild Parts*. Позволяет перестроить заготовки после изменения каких-либо параметров.
2. Кнопка *Clear Parts*. Позволяет удалить все созданные заготовки.
3. Кнопка *Generate Parts*. Позволяет сгенерировать заготовки согласно введенным параметрам.
4. Флаг *Mark Manipulatable*. Установите в случае, если необходимо сделать заготовки захватываемыми (см. раздел 10.1).
5. Флаг *Temporary Parts Generation*. Установите, если не нужно сохранять файлы заготовок в проекте и можно их удалять при закрытии проекта.
6. Флаг *Rebuild On Ready*. Установите для автоматического создания заготовок при загрузке проекта.

7. Флаг *Generation To Scene Root*. Используется при включенном флаге *Temporary Parts Generation* в случаях, когда создаваемые заготовки необходимо сделать потомками узла сцены, а не самого генератора (например, в случаях, когда сам генератор движется, а заготовки должны оставаться на тех местах, где были сгенерированы).
8. Графа *Reference Spatial*. Используется для определения положения первой заготовки и для построения смещений остальных заготовок относительно нее. Предварительно, в качестве дочернего для генератора, создается объект типа *Spatial*, а затем в данной графе указывается ссылка на него.
9. Графа *Part Scene Path*. Укажите путь к объекту заготовки, которую необходимо генерировать.

22.1 Генератор строк и столбцов заготовок

Объект типа *RcsGridPartGenerator* позволяет создать множество заготовок в 3D-сетке, используя следующие элементы окна *Инспектор*:

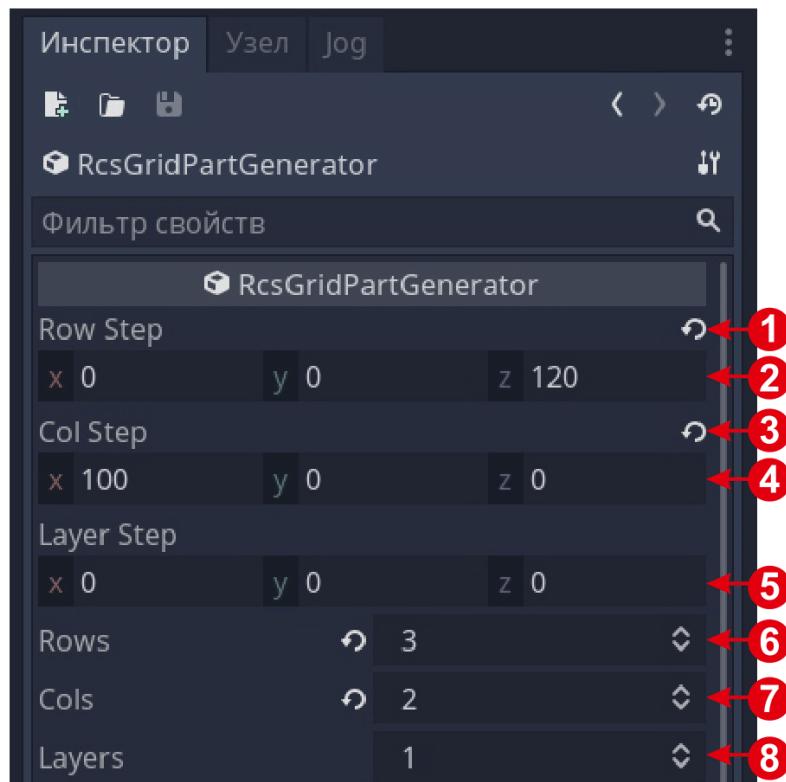


Рис. 115. Раздел RcsGridPartGenerator

1. Кнопка сброса параметров строки.
2. Графы значений параметров строки (необходимо указать смещения по нужной оси).
3. Кнопка сброса параметров столбца.
4. Графы значений параметров столбца (необходимо указать смещения по нужной оси).
5. Значения слоев. Позволяет создать стопку заготовок, указав нужное значение по оси Y.
6. Укажите количество заготовок в строке.
7. Укажите количество заготовок в столбце.
8. Укажите количество слоев заготовок.

Например, для создания двух рядов заготовок по три элемента в каждом необходимо:

1. Создать в новой сцене объект типа *RcsGridPartGenerator*.
2. Указать в графе *Part Scene Path* к объекту заготовки, которую необходимо генерировать.
3. Указать шаг заготовок в строке.
4. Указать шаг заготовок в столбце.
5. Указать количество заготовок в строке.
6. Указать количество заготовок в солбце.
7. Нажать кнопку *Execute Action* напротив графы *Generate Parts*.

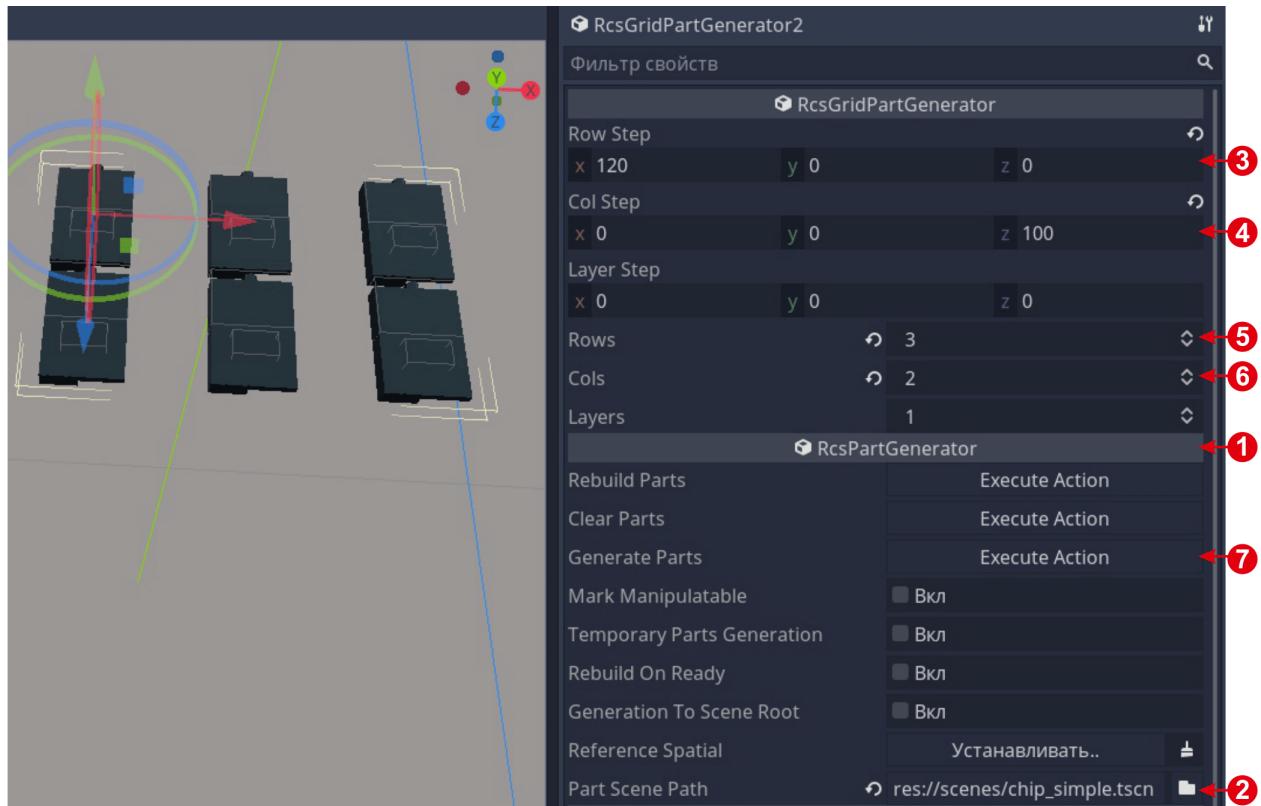


Рис. 116. Создание заготовок при помощи генератора

22.2 Генератор заготовок, расположенных по спирали

Объект типа *RcsGridPartGenerator* позволяет создать множество заготовок, расположенных по спирали. В окне *Инспектор* расположены следующие элементы:

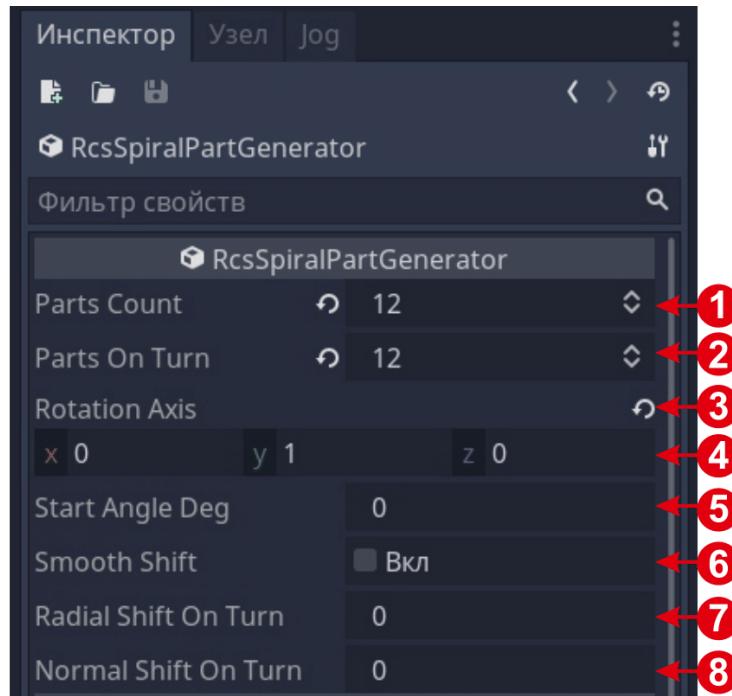


Рис. 117. Раздел RcsSpiralPartGenerator

1. Графа *Parts Count*. Укажите количество заготовок, которые необходимо сгенерировать.
2. Графа *Parts On Turn*.
3. Кнопка сброса параметров поворота заготовки.
4. Графа *Rotation Axis* (необходимо задать значение для оси вращения).
5. Графа *Start Angle Deg*. Угол, на который будет повернута первая заготовка.
6. Флаг *Smooth Shift*. Включите для создания смещений.
7. Графа *Radial Shift On Turn*. Позволяет задать смещение в плоскости ХОZ. Используется при включенном флаге *Smooth Shift*.
8. Графа *Normal Shift On Turn*. Позволяет задать смещение по оси Z. Используется при включенном флаге *Smooth Shift*.

Например, для создания кольца заготовок необходимо:

1. Создать в новой сцене объект типа *RcsSpiralPartGenerator*.
2. Добавить к объекту *RcsSpiralPartGenerator* дочерний узел *Spatial* и поместить его в место, где должна будет располагаться первая заготовка.
3. Указать в графе *Reference Spatial* путь к созданному узлу *Spatial*.
4. Указать в графике *Part Scene Path* путь к объекту заготовки, которую необходимо генерировать.
5. Указать необходимое количество заготовок.
6. Указать количество секторов, на которое необходимо разбить пространство. Например, если указать значение 4, то каждая следующая заготовка будет размещена в следующей четверти круга.
7. Определить ось, вокруг которой должны располагаться заготовки (установите значение 1 для нужной оси в графике *Rotation Axis*).
8. Нажать кнопку *Execute Action* напротив графы *Generate Parts*.

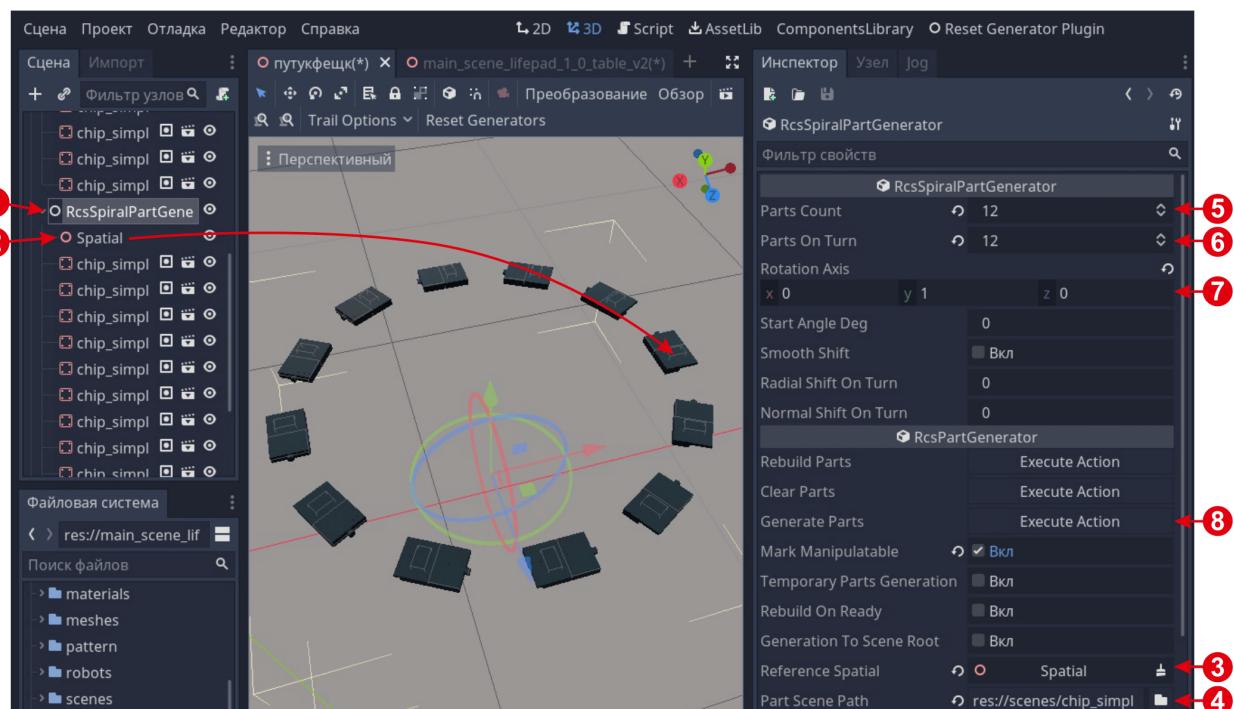


Рис. 118. Создание заготовок по спирали при помощи генератора

22.3 Сброс заготовок в сцене к начальному состоянию

Для возвращения заготовок сцены в начальное состояние необходимо:

1. Перейти в окно *Reset Generator Plugin*.
2. Ввести в строку *Generator Group Name* **parts_generator**.
3. Перейти в окно просмотра 3D-сцены.
4. Нажать кнопку *Reset Generators* на верхней панели окна просмотра 3D сцены.

Сброс занимает некоторое время.

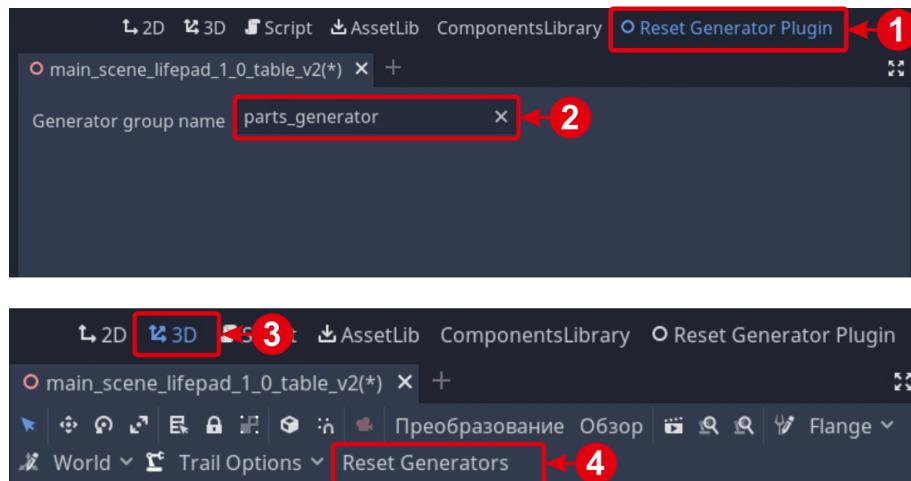


Рис. 119. Сброс заготовок к начальному состоянию

23 Эмуляция сварки

23.1 Установка дополнения сварки

Для подключения эмуляции сварки необходимо:

1. Выбрать в дереве сцены робота и кликнуть по нему правой кнопкой мыши.
2. Нажать *Добавить дочерний узел*.
3. В списке выбрать класс *RcsWeldingPowerSource*.
4. В папку настроек робота *configurations* скопировать с заменой файлы *Signals.xml*, *WeldAddonConfig.xml*, папку *ModbusTCPBusForDevice*.
5. Во вкладке *RCS_PM* установить подключение к RCS и запустить RCS HMI (см. раздел 14.2).
6. Вставить в компьютер флешку с дополнением сварки.
7. В HMI перейти в раздел *Дополнения* ⇒ *Установка и удаление дополнений*.
8. Выбрать путь к файлам дополнения сварки и нажать кнопку *Установить дополнение*.

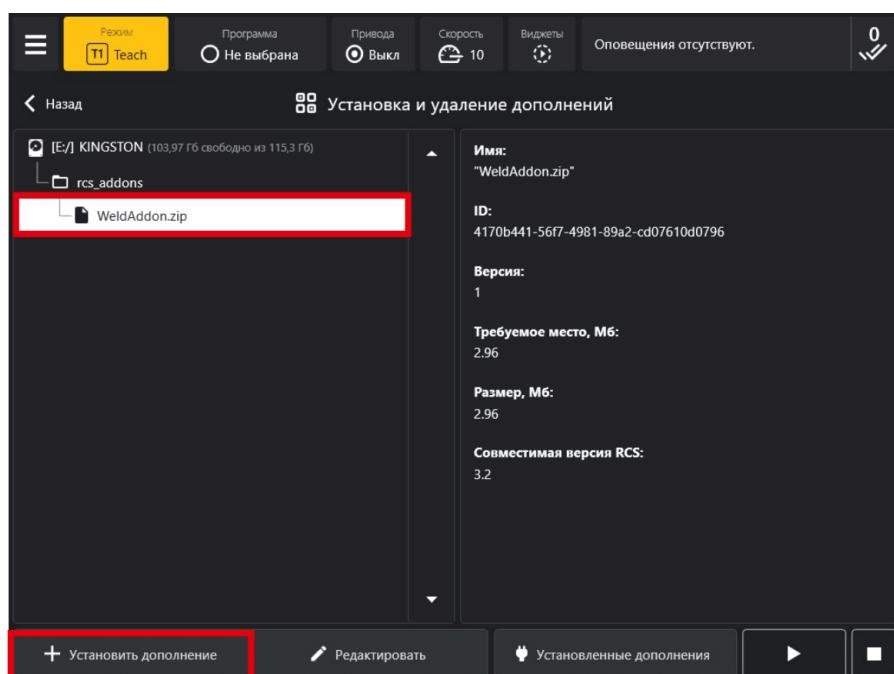


Рис. 120. Установка дополнения сварки

9. Подтвердить установку дополнения.

10. Перезагрузить RCS.

23.2 Настройка параметров и управление сваркой в HMI

Для управления сваркой выберите виджет *RCS Weld*.

В данном виджете доступны следующие элементы:

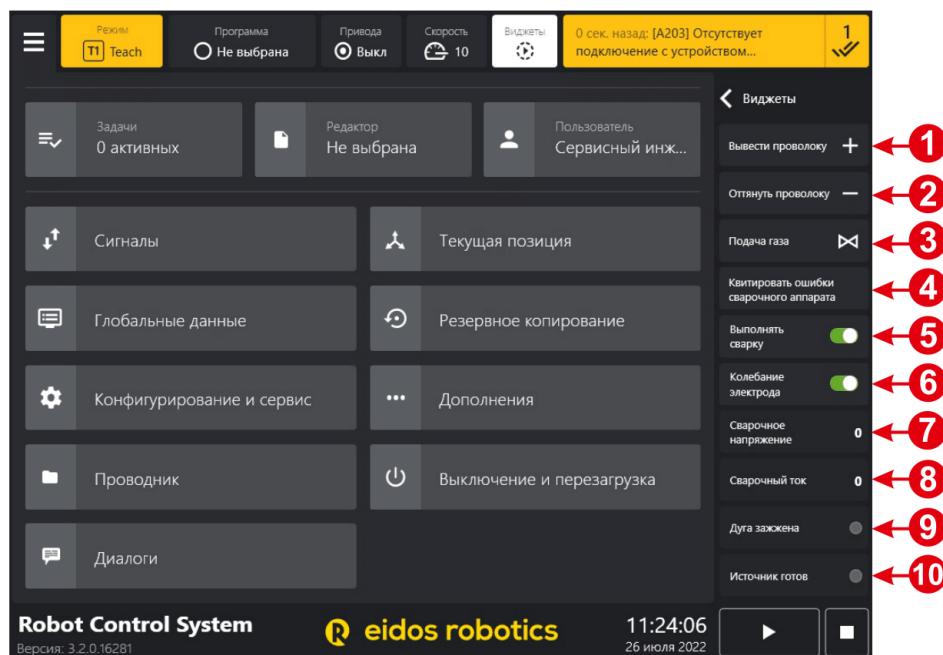


Рис. 121. Виджет управления сваркой

1. Кнопка *Вывести проволоку*. Нажмите для ручной подачи проволоки.
2. Кнопка *Оттянуть проволоку*. Нажмите для ручного оттягивания проволоки.
3. Кнопка *Подача газа*. Нажмите для продувки трубок подачи газа после длительного простоя.
4. Кнопка *Квитировать ошибки сварочного аппарата*. Нажмите для квитирования ошибок сварки.
5. Флаг *Выполнять сварку*. Установите для включения функции сварки сварки. В случае, когда необходимо лишь проверить траекторию движения флаг необходимо выключить.

6. Флаг *Колебание электрода*. Выключите во время тестирования прохождения роботом траектории без включения сварки.
7. Графа *Сварочное напряжение*. Отображается, если сварочный источник позволяет следить за напряжением сварочной дуги.
8. Графа *Сварочный ток*. Отображается, если сварочный источник позволяет следить за током сварочной дуги.
9. Индикатор *Дуга зажжена*. Загорается, когда приходит сигнал от сварочного источника о том, что дуга зажжена.
10. Индикатор *Источник готов*. Сигнализирует о готовности сварочного источника зажечь дугу.

Для настройки параметров сварки необходимо перейти в окно *Дополнения* ⇒ *RCS Weld* ⇒ *Weld Addon Config*. Конфигурирование дополнения сварки описано подробно в руководстве по эксплуатации RCS Weld 1.0.

23.3 Управление эмуляцией сварки

В окне *Инспектор* объекта *RcsWeldingPowerSource* отображаются следующие элементы:

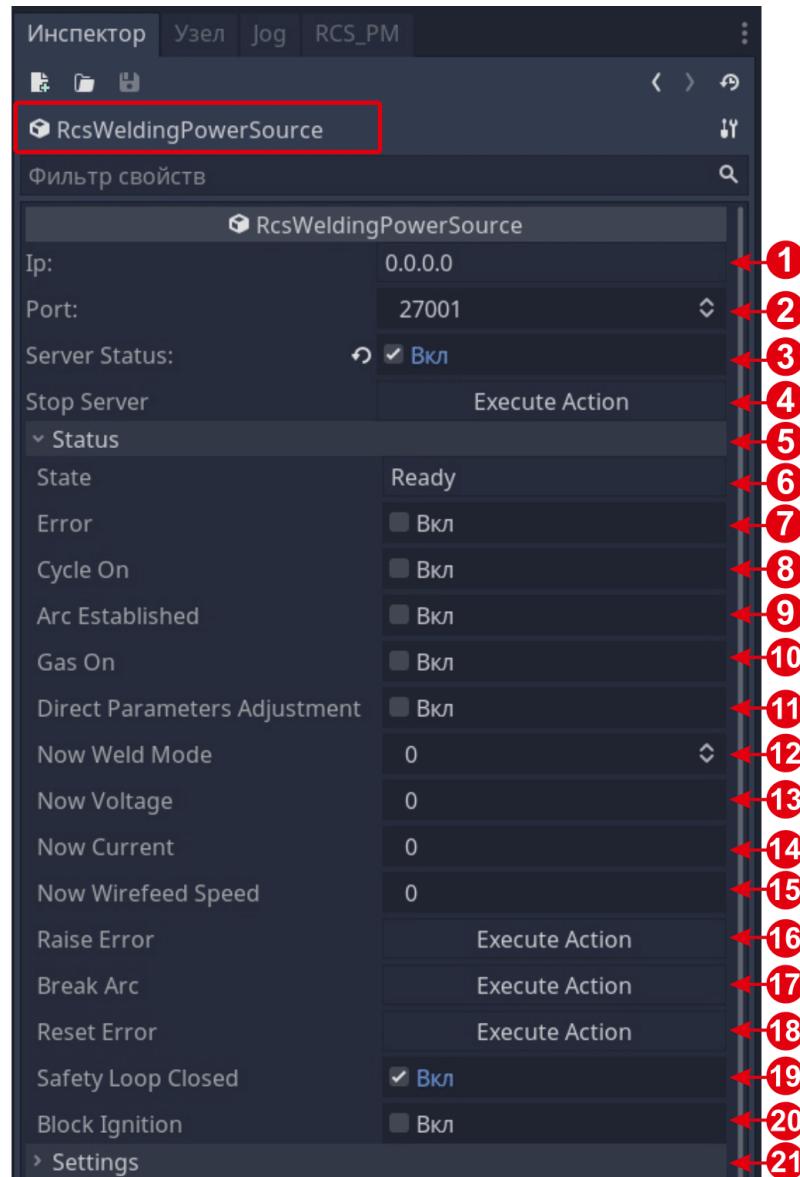


Рис. 122. Параметры эмуляции сварки

1. Графа *Ip*.
 2. Графа *Port*.
 3. Графа *Server Status*.
 4. Кнопка *Stop Server*. Нажмите для остановки
 5. Стока *Status*. Нажмите для раскрытия параметров эмуляции сварки.
 6. Графа *State*. Отображает текущее состояние сварочного источника:
 - **Error** - в ошибке.
 - **Ready** - включен.
 - **Ignition** - в процессе поджига дуги.
 - **Welding** - в процессе сварки.
 - **CraterFilling** - в процессе заварки кратера.
 7. Флаг *Error*. Индикатор наличия ошибок.
 8. Флаг *Cycle On*.
 9. Флаг *Arc Established*. Индикатор зажжения дуги.
 10. Флаг *Gas On*. Индикатор подачи газа.
 11. Флаг *Direct Parameters Adjustment*.
 12. Графа *Now Weld Mode*. Укажите номер режима сварки, который необходимо использовать.
 13. Графа *Now Voltage*. Напряжение сварки, В.
 14. Графа *Now Current*. текущий ток, рассчитанный на основе коэффициента *Weld Current Coefficient* из раздела *Settings* и текущей скорости подачи проволоки А.
 15. Графа *Now Wirefeed Speed*. Скорость подачи проволоки, м/мин.
 16. Кнопка *Raise Error*. Позволяет принудительно вызвать ошибку на сварочном источнике при отладке для проверки реакции на возникновение ошибок на разных этапах сварки.
-

17. Кнопка *Break Arc*. Позволяет принудительно вызвать обрыв дуги во время сварки или заварки кратера при отладке для проверки реакции на обрыв дуги.
18. Кнопка *Reset Error*. Позволяет сбросить ошибки.
19. Флаг *Safety Loop Closed*. Позволяет размыкать контур безопасности для имитации ошибок.
20. Флаг *Block Ignition*. Используется для отладки поведения RCS Weld в ситуациях, когда сварочному источнику не удается поджечь дугу. При включенном флаге попытки поджига дуги будут неудачными.
21. Стока *Settings*. Нажмите для раскрытия списка параметров сварочного источника.

Далее располагаются настройки режимов сварочного источника:

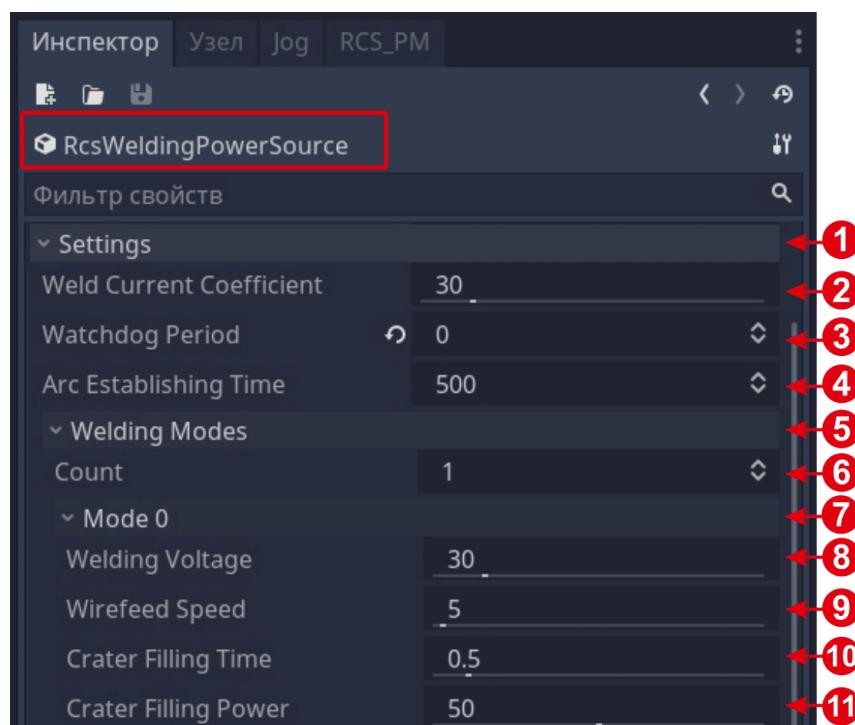


Рис. 123. Настройка режимов сварочного источника

1. Стока *Settings*. Нажмите для раскрытия списка параметров сварочного источника.
2. Графа *Weld Current Coefficient*. Коэффициент для расчета текущего тока исходя из текущей скорости подачи проволоки, А.

3. Графа *Watchdog Period*. Ожидаемый период в мс переключения Watchdog(Heartbeat) сигнала роботом. Если установить значение 0, сигнал не будет проверяться. Watchdog timer будет отключен.
4. Графа *Arc Establishing Time*. Ожидаемое время в мс, за которое сварочный источник зажигает дугу.
5. Стока *Welding Modes*. Нажмите для раскрытия списка режимов.
6. Графа *Count*. Количество настроенных режимов сварки. Для добавления режима сварки увеличьте количество режимов и введите нужные параметры.
7. Стока *Mode*. Нажмите для раскрытия параметров данного режима.
8. Графа *Welding Voltage*. Напряжение сварки.
9. Графа *Wirefeed Speed*. Скорость подачи проволоки, м/мин.
10. Графа *Crater Filling Time*. Время заварки кратера.
11. Графа *Crater Filling Power*. Мощность во время заварки кратера.

23.4 Настройка сигналов для работы с эмуляцией сварки

Для начала работы с эмуляцией сварки необходимо настроить в RCS HMI входные и выходные сигналы в соответствии с таблицами ниже.

Таблица 23.5. Входные регистры (от сварочного источника к RCS)

Адрес	Тип	Описание	Название
i1.1006.0	bool	Нет ошибок, источник функционирует нормально в автоматическом режиме.	StatusOk.
i1.1006.1	bool	Источник готов начать сварку (нет ошибок, не находится в состоянии поджига дуги, не варит, не заваривает кратер).	Ready.
i1.1006.2	bool	Цикл сварки активен. Включается в начале сварки и отключается по окончании.	CycleOn.
i1.1006.3	bool	Дуга зажжена и стабилизирована. Включено все время, пока горит дуга.	ArcEstablished.
i1.1006.4	bool	Включено все время, пока идет подача защитного газа.	GasFlowOk.
i1.1007.0	bool	Нарушение контура безопасности.	SafetyLoopOpen.
i1.1007.1	bool	Флаг наличия активной ошибки.	Error.
i8.1004.0	uint	Код последней ошибки. (0, если нет активной ошибки.)	ErrorCode.
i16.1000.0	uint	Текущий ток сварки, 1 А. Значение 100 соответствует текущему току 100 А. Указывается значение в диапазоне 0-1024.	NowCurrent.
i16.1002.0	uint	Текущее напряжение сварки, 0.1 В. Значение 305 соответствует текущему напряжению 30.5 В. Указывается значение в диапазоне 80-460.	NowVoltage.
i16.1008.0	uint	Текущая скорость подачи проволоки, 0.1 м/мин. Значение 45 соответствует 4.5 м/мин. Указывается значение в диапазоне 0-250	NowWirefeed.

Таблица 23.6. Регистры хранения (от RCS к сварочному источнику)

Адрес	Тип	Описание	Название
o1.1006.0	bool	По положительному фронту данного сигнала запускается сварка (предподача газа, поджиг дуги, поддержание дуги.) По отрицательному фронту запускается процесс завершения сварки - заварка кратера, гашение дуги, отключение газа.	StartWelding.
o1.1006.2	bool	Включить подачу проволоки (ручная подача, доступно в состоянии <i>Ready</i>).	WirePullOut.
o1.1006.3	bool	Включить затягивание проволоки назад в катушку (ручная подача, доступно в состоянии <i>Ready</i>).	WireRetract.
o1.1006.4	bool	Включить подачу защитного газа.	GasPurge.
o1.1007.0	bool	Указывается, включена ли подача проволоки и напряжения из регистров. Если отключено, то используются преднастроенные режимы сварки.	DirectParametersSet.
o1.1007.1	bool	Сброс ошибки по положительному фронту.	ErrorReset.
o1.1007.2	bool	Данный сигнал должен переключаться RCS с заданной периодичностью, чтобы исключить зависание программы.	Watchdog.
o8.1004.0	uint	Задание номера предохраненного режима сварки.	SetWeldMode.
o16.1000.0	uint	Задание скорости подачи проволоки во время сварки, 0.1 м/мин. Значение 45 соответствует 4.5 м/мин. Задается в диапазоне 50-250.	SetWirefeed.
o16.1002.0	uint	Задание напряжения во время сварки, 0.1 В. Значение 305 соответствует текущему напряжению 30.5 В. Задается значение в диапазоне 80-460.	SetVoltage.

24 Устранение проблем

В процессе работы с симулятором возможно возникновение некоторых проблем. Наиболее распространенные из них представлены в таблице ниже.

Таблица 24.7. Устранение проблем при работе с RCS Simulator

№	Проблемы	Решение
1	Не отображается панель инструментов над окном просмотра.	Попробуйте перейти в какое-либо меню и вернуться в окно просмотра или изменить размер окна просмотра перетягиванием его границы.
2	При попытке управления роботом через RCS HMI выходит предупреждение об ошибке кинематики.	Проверьте ограничения кинематики осей в RCS HMI (требуется правка параметров минимального или максимального угла оси в раздел Конфигурация робота ⇒ <i>SplinePathGeneratorInfo</i> ⇒ Информация об осях ⇒ Номер оси).
3	При попытке подключения к RCS появляется сообщение о подключении и тут же исчезает.	Убедитесь в том, файлы проекта не расположены на рабочем столе, а путь к файлам не содержит букв кириллицы и пробелов.
4	В окне просмотра ничего не отображается.	Настройте параметры отображения (см. раздел 7.3).
5	При повторной установке дополнения RCS Weld выходит ошибка о невозможности установить дополнение, т.к. в процессе будет удален какой-либо файл.	Откройте в папке проекта файлы робота и удалите указанные папки (для робота без дополнений должны содержаться только папки <i>configurations</i> , <i>RcProgramFolder</i> и <i>RcsData</i>).

24.1 Запрос для сервисной службы

По вопросам, связанным с технической поддержкой, можно обращаться к сервисной службе EIDOS ROBOTICS.

При оформлении запроса необходимо указать следующую информацию:

- версия системного программного обеспечения;
- подробное описание проблемы, продолжительность и периодичность возникновения ошибки.

24.2 Сервисная служба

Российская Федерация:

Республика Татарстан, 420107, Казань, Петербургская, 50

Телефон: +7(843) 227-40-62

Web-сайт: www.eidos-robotics.ru

E-mail: mail@eidos-robotics.ru

25 Алфавитный указатель

Б

Базовые системы координат, 95
Библиотека компонентов, 42

В

Визуализация движения объекта, 102
Входные сигналы, симуляция, 107
Входные сигналы, управление, 106
Входные сигналы, управление датчи-
ками, 108
Выбор языка, 20
Выходные сигналы, блокировка, 111
Выходные сигналы, управление, 110
Выходные сигналы, управление исполните-
льными устройствами, 112

Г

Генератор заготовок, 128

Гизмо, 8

Горячие клавиши, 19

Д

Датчики, 108

Директории для работы симулятора, со-
здание, 13

Дочерняя сцена, редактирование, 25

З

Захват, 62

Захватываемые объекты, 61

И

Инструменты, 89

Информация о производителе, 7

Исполнительные устройства, 112

К

Конвейер, 64

М

Меш, 34

О

Общая информация, 7
Объекты, добавление в формате .glb,
44
Объекты, добавление из библиотеки
компонентов, 42
Объекты, перемещение и поворот, 37
Объекты, удаление, 41
Объекты, фиксация положения, 40
Окно просмотра сцены, 30
Окно просмотра сцены, инструменты,
31
Окно просмотра сцены, настройка, 32
Оси, настройка, 124
Оси, управление положением, 84
Оснастка, 63

П

Подвижные системы координат, 99

Подвижные элементы, симуляция,
125

Позиционер, настройка, 122

Позиционер, подключение в качестве
дополнительно оси, 121

Позиционер, удаление, 123

Привязка системы координат к машине,
101

Принципы работы в симуляторе, 16

Проблемы, устранение, 144	X
Проект, импорт, 21	Характеристики ПО, 11
Проект, создание, 21	
P	Ц
Робот, настройка, 72	Целевое назначение, 10
Робот, настройка параметров RCS, 74	
Робот, настройка модуля безопасности,	Э
76	Эмуляция робота, настройка, 72
Робот, настройка кинематики, 78	
Робот, настройка шин сигналов, 82	Я
C	Язык интерфейса симулятора, 20
Системные требования, 11	
Скрипты, добавление 68	A
Служба работы с клиентами, 7	API, 9
Сцена, импорт, 22	
Сцена, создание, 22	M
T	Mesh Saver, 59
Терминология, 8	Modbus TCP, 116
Траектория движения TCP, визуализация, 93	
У	R
Упрощение объекта в CAD Assistant, 45	RCS, подключение, 88
Упрощение объекта в Blender, 46	
Установка симулятора, 12	T
	TCP, 9
	TCP, визуализация траектории движения, 93
	TCP, перемещение при помощи гизмо, 92



ООО «Эйдос-Робототехника»

420107, Республика Татарстан, г. Казань,
ул. Петербургская 50

+7 (843) 227-40-62

www.eidos-robotics.com

mail@eidos-robotics.com