

**18.** Перейдите в панель **Поддон**.

**19.** С помощью панели инструментов **Масштаб** увеличьте масштаб графической диаграммы типа агента **Поддон** до 500%, а затем переместите холст диаграммы вправо и вниз, чтобы увидеть начало координат, в котором расположена фигура анимации поддона.

**20.** Добавьте фигуры анимации коробок поверх фигуры анимации поддона:

Откройте палитру **3D объекты** (это последняя палитра в списке), найдите и раскройте секцию палитры **Коробки**.

Перетащите объект **Коробка 1 Закрытая** из палитры в верхний левый угол поддона.

**21.** Поскольку по сравнению с поддоном коробка кажется слишком большой, уменьшите **Масштаб** коробки до 75%.

**22.** Выделите фигуру коробки, раскройте раздел свойств **Расположение** и измените координату **Z** коробки на 2.

Это изменение необходимо потому, что нам нужно поместить коробки на поддоны, а высота каждого поддона - около двух пикселей.

**23.** Добавьте три коробки, вернитесь к исходному масштабу диаграммы.

**24.** Вернитесь на диаграмму **Main**.

**25.** Запустите модель.

Вы увидите, что поддоны отображаются натуралистичными трехмерными моделями. Однако если вы увеличите масштаб

трехмерного изображения, то вы заметите, что поддоны расположены чуть в стороне от вилок погрузчиков.

Устраните эту неточность.

**26.** В панели **Проекты**, сделайте двойной щелчок по элементу **АвтоПогрузчик**. При этом откроется диаграмма этого типа агента. Переместите рисунок **АвтоПогрузчик** для устранения несоответствия.

**27.** Для стеллажа установите количество уровней 2.

**28.** В свойствах блока диаграммы процесса установите значение параметра **Время поднятия на уровень** в 30 секунд.

**29.** В свойствах блока **перемещениеПоддонов** установите значение параметра **Время понижения на уровень** в 30 секунд.

**30.** Запустите модель, вы увидите двухуровневый стеллаж.

#### **ЭТАП 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОСТАВКИ ПОДДОНОВ ГРУЗОВИКАМИ**

На этом этапе добавьте грузовики, доставляющие поддоны на завод. Для этого создать тип агента **Грузовик**. В качестве фигуры анимации выберите **Фура**.

Добавьте в сеть два новых элемента: узел, в котором будут появляться грузовики, и путь, по которому они будут следовать до приемной зоны.

**3.** **Точечный узел** поместите у начала подъездной дороги.

**5.** Назовите этот точечный узел **прибытиеГрузовиков**.

**6. Нарисуйте Путь , соединяющий прибытие Грузовиков с приемная Зона.**

**7. Создайте диаграмму процесса, которая будет описывать логику движения фуры. Для этого добавьте на диаграмму Main новые блоки Библиотеки моделирования процессов и соедините в следующем порядке:**

**Source – MoveTo – Delay – MoveTo – Sink.**

- В блоке **Source** создается грузовик.
- Первый блок **MoveTo** перемещает грузовик ко въезду в цех.

Блок **MoveTo** перемещает агентов в заданный узел сети. Если к агенту в данный момент прикреплены ресурсы, то они будут перемещаться вместе с агентом.

- Блок **Delay** моделирует разгрузку поддонов.
- Второй блок **MoveTo** моделирует отъезд грузовика.
- Блок **Sink** удаляет грузовики из модели.

**8. Присвойте блоку Source имя источник Грузовиков.**

**9. Для того, чтобы агент типа Грузовик прибывал ко въезду на подъездную дорогу раз в час и с заданной скоростью, в свойствах блока выполните следующее: установите время между прибытиями 1 час, скорость 40 км/час. Выберите соответствующее местоположение и узел.**

**10. Присвойте первому блоку MoveTo имя в Приемную Зону.**

**11.** Чтобы задать цель движения агента, в панели. Задайте цель движения согласно диаграмме процесса.

**12.** Переименуйте блок **Delay** в **разгрузка**.

**13.** В свойствах блока **разгрузка** необходимо выполнить следующее:

- У параметра **Тип** нужно выбрать опцию **До вызова функции stopDelay()**.
- В списке **Место агентов** выберите **приемнаяЗона**.

Продолжительность операции определяется скоростью разгрузки и отвоза поддонов автопогрузчиками. Будем считать эту операцию выполненной, когда блок **RackStore** завершит установку поддонов на хранение, и смоделируем это изменением режима работы блока **Delay**.

### *Программное управление временем задержки*

Как правило вы будете задавать **Время задержки** для работы блока **Delay**. Время может быть фиксированным, например, равным пяти минутам, или быть стохастическим (случайным), т.е. определяться функцией распределения вероятности, например: `triangular(1, 2, 6)`.

Вы также можете программно управлять длительностью операции и при необходимости прервать задержку, вызвав соответствующую функцию блока. Если вам необходимо прекратить ожидание всех агентов, находящихся в состоянии **Delay**, вызовите функцию блока `stopDelayForAll()`. Другая функция - `stopDelay(agent)` - завершает операцию и освобождает указанного агента.

**14.** Назовите второй блок **MoveTo** движение **Квыходу**.

**15.** Чтобы задать конечный узел, в свойствах блока выберите соответствующий вариант.

Два блока **Source** модели создают агентов двух разных типов: грузовики, появляющиеся каждый час, и поддоны, появляющиеся каждые пять минут. Поскольку необходимо, чтобы поддоны появлялись при разгрузке фуры, измените настройки того блока **Source**, который генерирует поддоны.

### *Управление созданием агентов*

Вы можете управлять созданием агентов блоком **Source** во время выполнения модели, генерируя требуемое количество агентов в определенные моменты времени жизни моделируемой системы. Для этого нужно выбрать в параметре блока **Прибывают согласно** опцию **Вызовам функции inject()** и вызывать функцию блока `inject(int n)`. Эта функция при ее вызове создаст заданное количество агентов. Вы указываете это количество с помощью аргумента функции, например: `источникПоддонов.inject(12)`;

**16.** В свойствах блока **источникПоддонов** выберите в списке **Прибывают согласно** опцию **Вызовам функции inject()**.

**17.** Чтобы блок **источникПоддонов** создавал поддоны при прибытии фуры в блок **разгрузка**, необходимо выполнить следующее:

- В свойствах блока **разгрузка** раскройте раздел **Действия**.

В поле **При входе** введите следующее:

- источникПоддонов.inject(16);

Эта функция создаст 16 поддонов в момент начала разгрузки фуры.

Чтобы первая фура появлялась при запуске модели, и не нужно было ждать ее появления целый час модельного времени, выполнить следующее:

**18.** В панели **Проекты** выберите элемент Main. В области **Свойства** раскройте раздел **Действия агента** и в поле **При запуске** введите вызов следующей функции:

источникГрузовиков.inject(1);

#### *Порядок инициализации модели*

Код, заданный в поле **При запуске** агента верхнего уровня модели, исполняется на заключительном этапе инициализации модели после создания, соединения и инициализации всех объектов модели. В это время проходит дополнительная инициализация и запуск действий агентов, таких как события.

**19.** В свойствах блока **загрузкаСтеллажа** раскройте раздел **Действия**. В поле **При выходе** введите следующий код:

```
if( self.queueSize() == 0 ) разгрузка.stopDelayForAll();
```

В примере self – это ссылка на блок **загрузкаСтеллажа** из кода его собственного действия.

Когда требующие разгрузки поддоны заканчиваются, операция блока **разгрузка** завершается (путем вызова его функции

stopDelayForAll()). При этом фура покидает блок **разгрузка** и поступает в следующий блок диаграммы процесса: **движениеКвыходу**.

**20. Запустите модель.**

**21.** Если грузовик не так повернут в пространстве (как на следующем рисунке), исправьте это, повернув его на -180 градусов.

**22.** Чтобы заданный угол поворота не менялся при изменении направления движения фуры, необходимо снять флажок **Поворачивать анимацию согласно направлению движения**.

**23.** Откройте диаграмму **Main**.

**24.** Чтобы обеспечить правильное расположение поддонов и фуры внутри узла сети **приемнаяЗона**, откройте палитру **Разметка пространства** и перетащите **Аттрактор** внутрь узла **приемнаяЗона**.

*Аттракторы в узлах*

Аттрактор позволяет задать точное местоположение агента внутри узла.

- Если узел задает пункт назначения, к которому движутся агенты, то аттрактор задает точку – цель движения внутри узла.
- Если узел задает место ожидания, то аттракторы задают точки внутри узла, в которых агенты будут находиться во время ожидания.

Аттракторы также задают угол поворота анимации агента, когда агент находится внутри узла. В нашем случае будем использовать именно это свойство аттрактора.

Аттракторы можно добавить, перетаскивая их по отдельности из палитры, но если они образуют регулярную структуру, то проще будет добавить их все разом с помощью специального мастера. У этого мастера имеется несколько режимов создания, он также способен удалить все аттракторы узла. Открыть мастер можно, щелкнув по кнопке **Аттракторы...** в панели свойств узла.

**25.** Чтобы понять, что изменилось в модели с добавлением аттрактора, запустите модель.

### **ЭТАП 5. МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАНКОВ С ЧПУ**

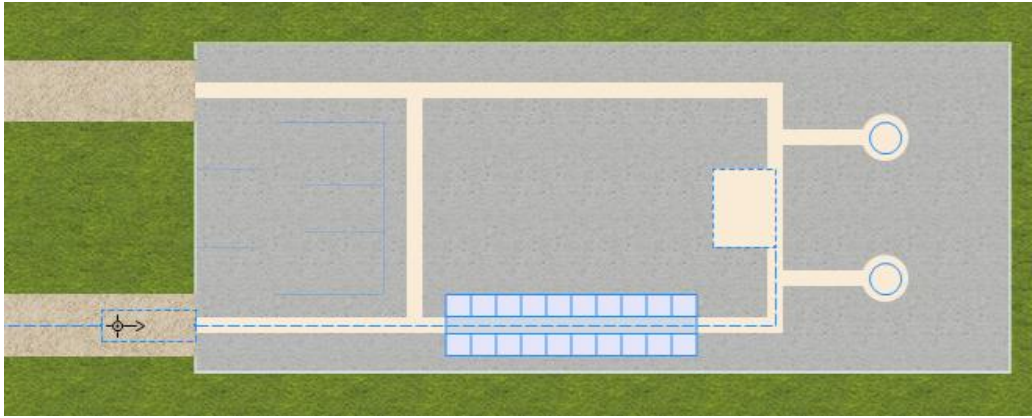
На этом этапе добавьте в модель станки с ЧПУ, на которых будет производиться изготовление готовой продукции.

Для этого добавьте места расположения станков с помощью точечных узлов.

**1.** Перетащите элемент **Точечный узел** из палитры **Разметка пространства** на план цеха. Назовите этот узел станокЧПУ1.

**2.** Скопируйте этот узел, чтобы отметить местонахождение еще одного станка.

AnyLogic присвоит второму узлу имя станокЧПУ2.



Далее необходимо нарисовать пути, чтобы подключить оба эти узла к сети. Эти пути потребуются автопогрузчикам для подъезда к станкам.

**3.** В палитре **Разметка пространства** сделайте двойной щелчок по элементу **Путь** и нарисуйте два пути к станкам.

Убедитесь, что нарисованные пути действительно подсоединяют станок ЧПУ1 и станок ЧПУ2 к сети. Проверить соединения путей можно, выделив их на диаграмме. Если путь подсоединен к сети, то его конечные точки будут выделены зеленым цветом.

Станок с ЧПУ – это ресурс, добавьте его в модель, создав новый тип ресурса с помощью блока **ResourcePool**.

**4.** Перетащите блок **ResourcePool** на диаграмму **Main**.

**5.** В области **Свойства** блока **ResourcePool** необходимо выполнить следующее:

- В поле **Имя** введите **станок**.
- В списке **Тип** выберите **Статический**.

*После задания набора ресурсов необходимо создать новый тип ресурса.*

6. Щелкните по ссылке **создать другой тип**, расположенной под списком **Новый ресурс**.

7. В мастере **Создание агентов** создайте новый тип с именем **СтанокЧПУ**.

В качестве фигуры анимации выберите фигуру **Вертикальный станок 2 Сост 1**.

8. Закройте диаграмму типа агента **СтанокЧПУ** и вернитесь на диаграмму **Main**.

9. Чтобы поместить два станка с ЧПУ в точки, заданные точечными узлами **станокЧПУ1** и **станокЧПУ2**, сделайте следующее:

- Откройте свойства блока **станок**.
- В списке **Количество задано** выберите опцию **Базовым местоположением** (таким образом задается количество ресурсов равным количеству узлов базового местоположения, указанных для этого пула ресурсов).
- Щелкните по кнопке и добавьте **станокЧПУ1** и **станокЧПУ2** в список **Базовое местоположение (узлы)**.

Измените диаграмму процесса, описывающую поведение поддонов: добавьте блок **Seize**, который будет занимать ресурс – станок. Следующий за ним блок **Delay** будет моделировать обработку заготовок

на станке, а блок **Release** будет освобождать станок с ЧПУ, делая его готовым для обработки заготовок со следующего поддона.

В диаграмме процесса уже есть блок **перемещениеПоддонов**, моделирующий доставку поддонов в зону парковки автопогрузчиков.

**10.** Перетащите блоки диаграммы процесса **перемещениеПоддонов** и **sink** вправо, чтобы освободить место для нового блока.

**11.** Перетащите блок **Seize** из палитры на диаграмму таким образом, чтобы вставить его в диаграмму процесса поддона после блока **времяХраненияПоддонов**.

**12.** В свойствах блока **Seize** необходимо выполнить следующее:

- В поле **Имя** введите **занятиеСтанка**.
- Нажмите кнопку под параметром **Набор ресурсов**, а затем выберите из раскрывающегося списка **станок**.

В итоге блок **Seize** будет захватывать один ресурс из набора ресурсов **станок**.

**13.** В свойствах блока **перемещениеПоддонов** необходимо сделать следующее:

- В списке **Место назначения** выберите опцию **Захваченный ресурс**.
- В расположенном ниже списке **Ресурс** выберите **станок**.

Этот блок будет моделировать перемещение поддонов не в зону стоянки автопогрузчиков, а к зарезервированному для выполнения операции станку.

**14.** Чтобы промоделировать обработку заготовок на станке с ЧПУ, добавьте блок **Delay**, поместите его непосредственно после блока **перемещениеПоддонов** и присвойте ему имя **обработка**.

**15.** В свойствах блока **Delay** необходимо выполнить следующее.

- В поле **Время задержки** введите `triangular(2,3,4)`, и из списка справа выберите **минуты**.
- Чтобы станки могли обрабатывать заготовки из нескольких поддонов, установите флажок **Максимальная вместимость**.

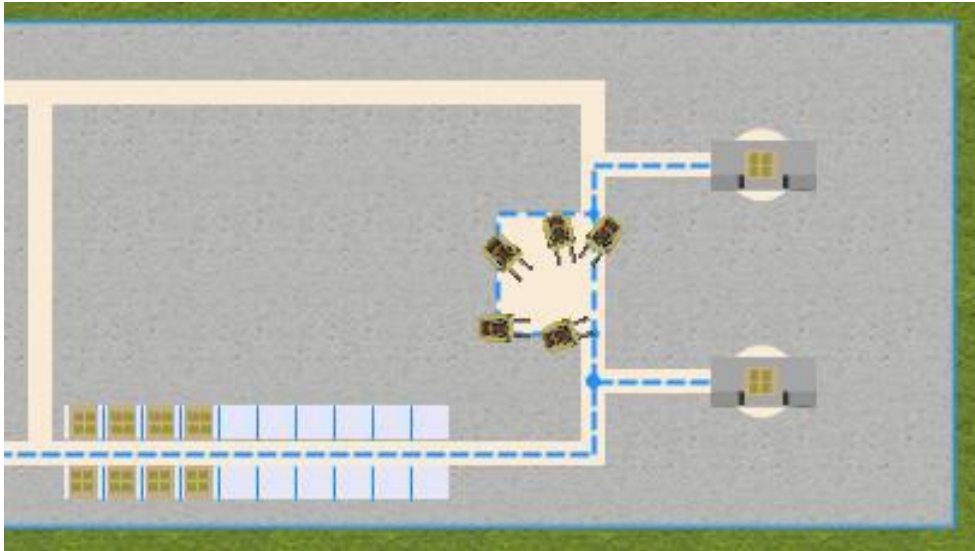
У каждого агента, прибывающего в блок **Delay**, должен быть зарезервирован один из двух имеющихся в нашей модели станков с ЧПУ.

**16.** Перетащите блок **Release** из палитры **Библиотека моделирования процессов** в диаграмму процесса поддонов. Поместите его после блока **обработка**.

**17.** Присвойте этому блоку **Release** имя **освобождениеСтанка**.

После запуска модели вы увидите, что, хотя процессы и промоделированы правильно, но на трехмерной анимации поддоны отображаются прямо по центру фигуры анимации станка с ЧПУ. Это происходит потому, что и станок, и обрабатываемый им поддон используют один и тот же точечный узел для отображения анимации.

Чтобы решить эту проблему, необходимо переместить станок с ЧПУ вправо и повернуть его так, чтобы он был обращен к поддону.



**18.** В панели **Проекты**, сделайте двойной щелчок по элементу **Станок ЧПУ**. При этом откроется диаграмма этого типа агента.

**19.** Переместите анимацию вправо и поверните фигуру анимации станка.

Используйте для анимации станка два схожих объекта трехмерной анимации, один из которых будет представлять станок в режиме ожидания, а второй - в процессе обработки заготовок. У этих объектов настройте значения параметра **Видимость**, благодаря чему модель будет отображать ту или иную фигуру в зависимости от текущего состояния станка.

**20.** Для этого необходимо выполнить следующее:

- Выделите фигуру анимации станка.

- В свойствах, щелкните по значку «=», расположенному рядом с меткой параметра **Видимость**, и выберите опцию **Динамическое значение**.

Значок статического параметра **=** поменяется на значок динамического параметра, при этом появится поле для задания динамического выражения. В это поле можно ввести выражение Java, возвращающее значение true или false

- Введите в поле выражение **isBusy()** (функция проверяет, занят ли текущий ресурс).

Эта функция ресурса возвращает **true** в случае занятости ресурса. В нашем случае этот трехмерный объект будет отображаться, если в данный момент станок обрабатывает заготовки.

### *Динамические параметры*

Когда вы задаете выражение для динамического значения параметра, по ходу выполнения модель будет вычислять это выражение на каждом кадре анимации и применять вычисленное значение в качестве текущего значения параметра. С помощью этой возможности вы можете анимировать модели, задавая динамические значения для координат, размерностей или цвета графических объектов.

Если вы не зададите динамическое значение параметра, то в процессе выполнения модели параметр сохранит свое статическое значение.

У блоков, входящих в диаграмму процесса, могут быть:

- **Статические параметры**, имеющие постоянное значение на протяжении всего процесса моделирования, которое, однако, может быть изменено функцией **set\_имяПараметра** (новое значение).
- **Динамические параметры**, значение которых вычисляется заново для каждого прибывающего в блок агента.
- **Кодовые параметры**, с помощью которых вы можете задавать действия, которые необходимо выполнить в особые моменты жизни агентов в данном блоке диаграммы процесса, например, действия **При входе** или **При выходе** из блока. Как правило, кодовые параметры размещены в разделе свойств **Действия**.

Небольшой треугольник у значка параметра говорит о том, что при щелчке по значку вы можете переключаться между редактором статических значений и полем, в котором вы можете ввести выражение для регулярного вычисления динамического значения.

**21.** Чтобы добавить трехмерный объект анимации, который будут отображаться, только если станок не обрабатывает заготовки, необходимо выполнить следующее:

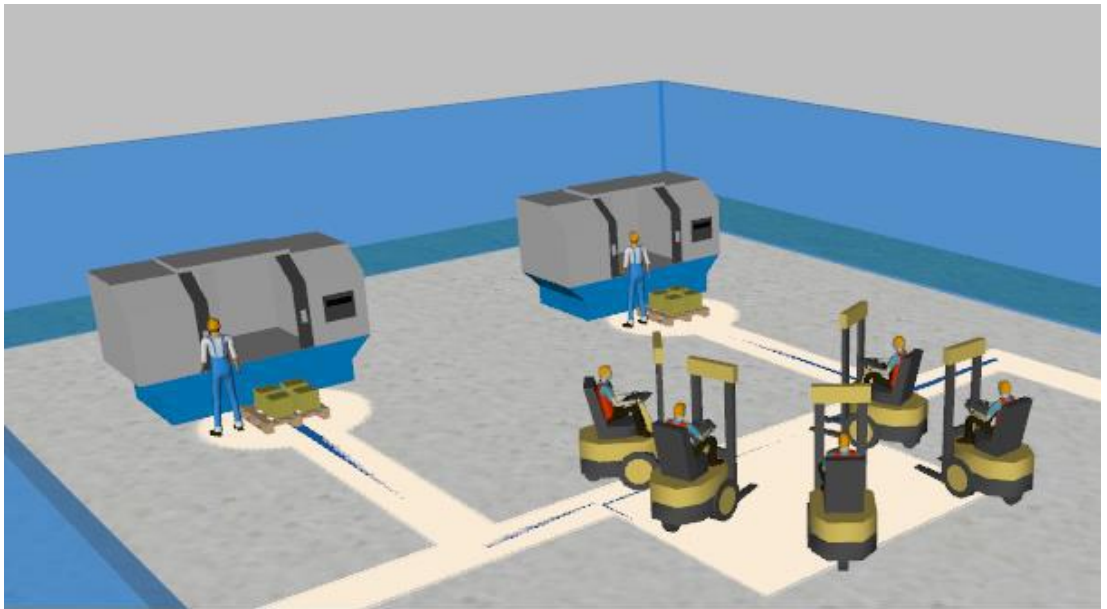
- перетащите графический объект **Вертикальный станок 2 Сост 2** на диаграмму типа агента **СтанокЧПУ**.
- Поверните графический объект и расположите его непосредственно поверх добавленной нами ранее фигуры.

- Перейдите в редактор динамических значений поля **Видимость**, и в качестве выражения введите isIdle() (функция проверяет, свободен ли текущий ресурс).

**22.** Раскройте раздел **Люди** палитры **3D Объекты** и перетащите графический объект **Рабочий** на диаграмму **СтанокЧПУ**.

**23.** Запустите модель и наблюдайте за процессом.

Вы увидите, как автопогрузчики подвозят поддоны к станкам с ЧПУ для обработки заготовок. Вы также должны увидеть анимацию процесса обработки – трехмерное изображение станков будет меняться в зависимости от их состояния.



**24. Самостоятельно:**

- предложения по сбору статистики;
- реализация предложений (посмотрите пассажиропоток).