

ДИСЦИПЛИНА	Программные средства имитационного моделирования систем (полное наименование дисциплины без сокращений)
ИНСТИТУТ	ИТ
КАФЕДРА	Прикладной математики полное наименование кафедры)
ВИД УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА	Практики (в соответствии с пп.1-11)
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ	Есипов Иван Владимирович (фамилия, имя, отчество)
СЕМЕСТР	7, 2024-2025 (указать семестр обучения, учебный год)



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

Учреждение высшего образования

МИРЭА – Российский технологический университет

Институт Информационных Технологий

Кафедра Прикладной математики

Практическая работа №3

Тема практической работы

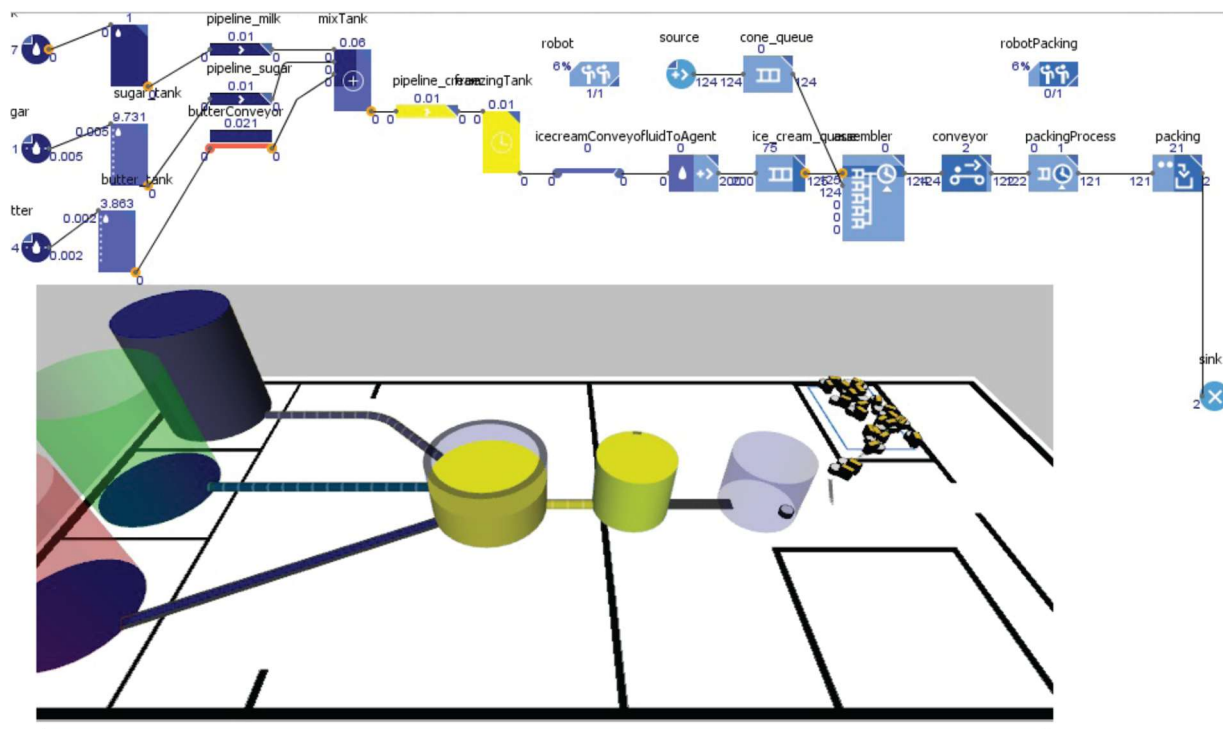
«Модель производства мороженого»

Москва 2024

Дискретно-событийное моделирование. Моделирование производственных систем

Задача:

Промоделировать процесс производства мороженого. Мороженое производится из молока, сахара и масла в пропорциях 60:10:30. Ингредиенты поступают в реактор-смеситель из резервуаров по трубопроводам — молоко и сахар, по контейнеру — масло. В смесителе составляющие смешиваются в заданных пропорциях и смесь гомогенизируется 10 минут. Далее смесь по трубопроводу поступает в реактор заморозки. Процесс замораживания проходит 10 минут. Полученное мороженое нарезается порциями по 100 граммов и помещается в стаканчики. Стаканчики мороженого пакуются по 50 штук. Упаковки мороженого увозятся с производства.



Решение

Этап 1. Моделирование процесса смешивания ингредиентов

Шаг 1. Моделирование источников ингредиентов

Поскольку составляющие мороженого являются жидкостями или сыпучими материалами, то для моделирования работы с ними нужно использовать библиотеку моделирования потоков. Библиотека моделирования потоков находится на вкладке Палитра и содержит в себе блоки для моделирования работы с потоками и разметки пространства.



Рис. 2.1. Библиотека моделирования потоков

Источники потоков моделируются блоком FluidSource. Перетащите на рабочее поле 3 блока FluidSource. Первый из них будет моделировать источник молока в модели, второй — сахара, третий — масла (рис. 2.2).

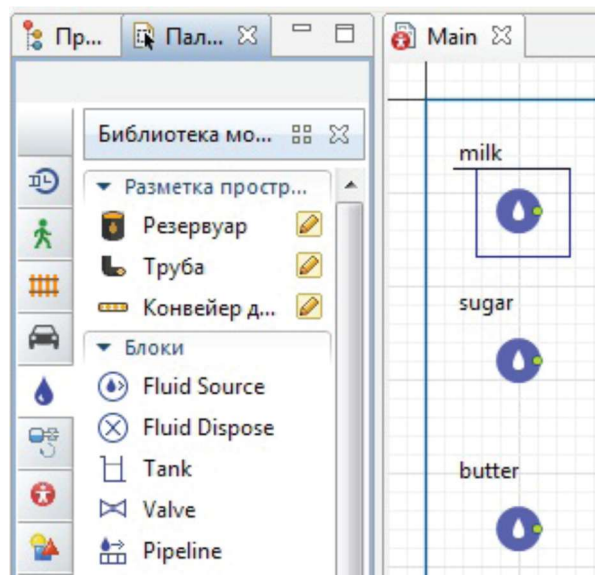


Рис. 2.2. Моделирование источников ингредиентов

В свойствах блоков задайте скорость потоков, с которой они будут поступать в модель, и ограничьте объем, который может быть произведен источником (рис. 2.3).

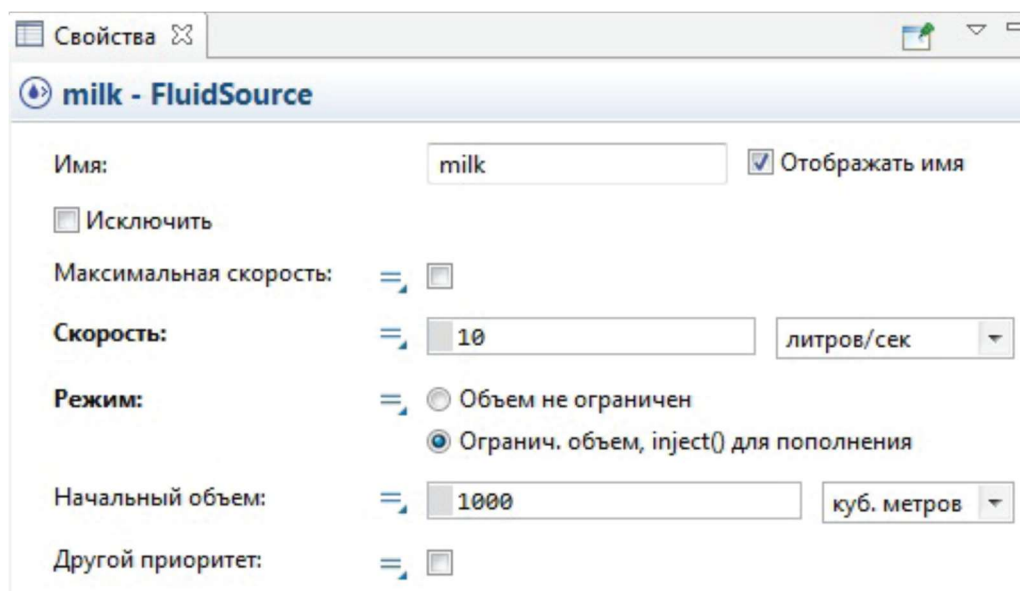


Рис. 2.3. Свойства источников ингредиентов

Шаг 2. Моделирование резервуаров ингредиентов

Поскольку скорости потребления ингредиентов в модели будут разные, нужно предусмотреть резервуары для их хранения после того, как они потупили в модель.

Резервуары моделируются блоком Tank. Перетащите три блока Tank на рабочее поле и соедините их с источниками ингредиентов. Дайте им имена — milk_tank, sugar_tank, butter_tank. Должно получиться, как на рис. 2.4.

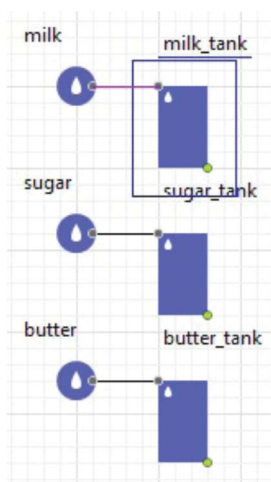


Рис. 2.4. Резервуары источников ингредиентов

В свойствах объектов Tank задайте объем резервуаров и скорости потоков на выходе из них (рис. 2.5).

Имя:	<input type="text" value="milk_tank"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Отображать имя
<input type="checkbox"/> Исключить		
Вместимость:	<input type="text" value="1000"/>	<input type="text" value="литров"/>
Начальный объем:	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="куб. метров"/>
Скорость на выходе ограничена:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Макс. скорость на выходе:	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="литров/сек"/>
Другой приоритет:	<input type="checkbox"/>	
Другая начальная партия:	<input type="checkbox"/>	
Партия на выходе:	<input checked="" type="radio"/> Та же, что и вошла в блок <input type="radio"/> Партия по умолчанию <input type="radio"/> Другая	

Рис. 2.5. Свойства объектов Tank

Шаг 3. Моделирование доставки ингредиентов в смеситель

Доставка жидких ингредиентов в смеситель осуществляется по трубопроводу. Трубопровод моделируется объектом Pipeline. Перетащите два объекта Pipeline на рабочее поле модели и соедините их входы с выходами резервуаров. Дайте названия трубопроводам `pipeline_milk` и `pipeline_sugar`. Доставка конденсированных ингредиентов (масла) осуществляется конвейером. Конвейер конденсированных веществ моделируется объектом BulkConveyor. Перетащите этот объект на рабочее поле модели и соедините его с выходом резервуара масла. В результате должно получиться, как на рис. 2.6.

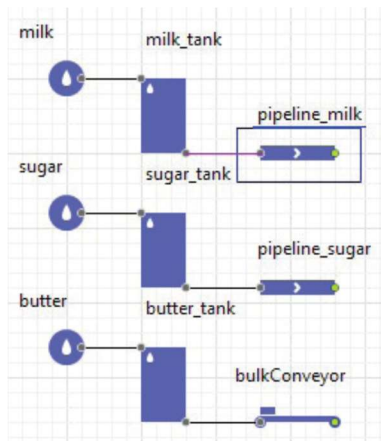


Рис. 2.6. Моделирование доставки ингредиентов в смеситель

В свойствах объектов Pipeline укажите объем трубы и скорость потока (рис. 2.7).

The screenshot shows the 'pipeline_milk - Pipeline' properties window. The 'Имя:' field is set to 'pipeline_milk'. The 'Отображать имя' checkbox is checked. The 'Вместимость:' field is set to '10' with the unit 'литров'. The 'Начальный объем:' field is set to '0' with the unit 'куб. метров'. The 'Скорость ограничена:' checkbox is checked. The 'Максимальная скорость:' field is set to '1' with the unit 'литров/сек'. The 'Другой приоритет:' checkbox is unchecked. The 'Другая начальная партия:' checkbox is unchecked.

Рис. 2.7. Свойства трубопроводов молока и сахара

В свойствах объекта BulkConveyor укажите его длину и скорость конвейера. Также укажите скорость входного потока жидкости (рис. 2.8).

The screenshot shows the 'Свойства' (Properties) window for an object named 'butterConveyor - BulkConveyor'. The window has a title bar with a close button and a maximize button. Below the title bar, there's a section for 'Имя:' (Name) with the value 'butterConveyor' and a checked 'Отображать имя' (Show name) checkbox. There's an 'Исключить' (Exclude) checkbox which is unchecked. The 'Длина задается:' (Length is set by:) section has two radio buttons: 'Явно' (Explicitly) which is selected, and 'Согласно длине фигуры конвейера' (According to the conveyor figure length). The 'Длина:' (Length) field is set to '10' with a unit of 'м' (m). The 'Скорость:' (Speed) field is set to '1' with a unit of 'м/с' (m/s). The 'Макс. входная скорость потока:' (Max. input flow speed) field is set to '1' with a unit of 'литров/сек' (liters/sec). The 'Изначально остановлен:' (Initially stopped) checkbox is unchecked. The 'Другой приоритет:' (Other priority) checkbox is also unchecked.

Рис. 2.8. Свойства конвейера масла

Шаг 4. Моделирование процесса смешивания

Процесс смешивания ингредиентов моделируется блоком MixTank. Этот блок имеет пять входов и один выход. Он принимает на вход составные части смеси и выдает на выходе смесь, сделанную в заданных пропорциях. Перетащите блок на рабочее поле модели и соедините его первый вход с выходом молокопровода, его второй вход — с выходом сахаропровода, а третий вход — с конвейером масла. Должно получиться, как на рис. 2.9.

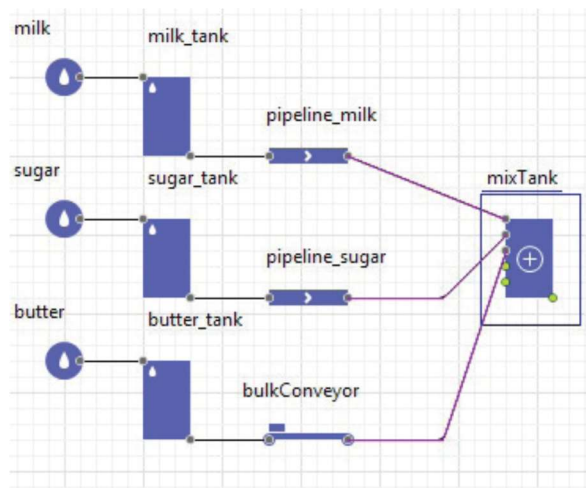


Рис. 2.9. Моделирование приготовления смеси

В свойствах объекта MixTank задайте объем смесителя, пропорции ингредиентов смеси и время смешивания (рис. 2.10). Также в свойствах объекта MixTank задайте скорость выходного потока смеси.

Свойства

mixTank - MixTank

Имя: mixTank ☒ Отображать имя

☐ Исключить

Смешивать: ☐ Заданные объемы ☒ Заданные доли

Вместимость (общий объем): 100 литров

Доля 1: 60

Доля 2: 20

Доля 3: 20

Доля 4: 0

Доля 5: 0

Время задержки: 10 минуты

Скорость на выходе ограничена: ☒

Макс. скорость на выходе: 1 литров/сек

Рис. 2.10. Свойства смесителя

Также в свойствах смесителя укажем, что смесь на выходе из него имеет другие свойства, чем входные ингредиенты. Для этого в пункте Партия на выходе укажем, что образуется другая партия, дадим ей название и поменяем цвет (рис. 2.11).

Партия на выходе: ☐ По умолчанию ☒ Другая

Партия: cream

Изменить цвет партии: ☒

Цвет партии: yellow

Рис. 2.11. Моделирование изменения свойств смеси

Этап 2. Моделирование процесса замораживания смеси

Шаг 1. Моделирование доставки смеси до реактора замораживания

Доставка смеси до реактора заморозки осуществляется по трубопроводу (рис. 2.12). Промоделируйте его таким же, как молокопровод.

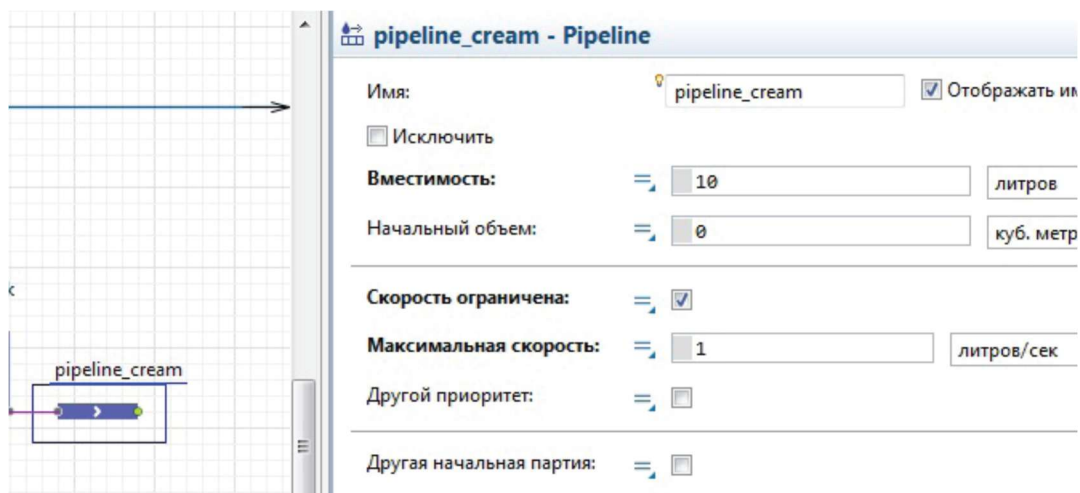


Рис. 2.12. Моделирование доставки смеси до заморозки

Процесс заморозки моделируется объектом ProcessTank. Этот объект моделирует наполнение резервуара и процесс в нем. Перетащите этот объект на рабочее поле и соедините его вход с выходом трубопровода смеси.

В свойствах объекта ProcessTank задайте объем реактора, время заморозки и скорость смеси на выходе из реактора. Также в свойствах укажем тот факт, что смесь в нем приобретает другие качества. Для этого укажем в пункте Партия на выходе, что партия на выходе из реактора образуется другая, зададим ее название и поменяем ей цвет (рис. 2.13).

Рис. 2.13. Моделирование процесса заморозки

Этап 3. Моделирование процесса разделения на порции и упаковки мороженого

Шаг 1. Моделирование доставки замороженной смеси на стадию разделения на порции

Поскольку смесь заморожена, то доставка ее осуществляется конвейером для конденсированных веществ также, как и доставка масла от его резервуара. Промоделируете этот конвейер аналогично конвейеру масла (рис. 2.14). В свойствах задайте его длину, скорость и скорость потока, входящего на него.

Рис. 2.14. Моделирование доставки смеси до процесса разделения на порции

Шаг 2. Моделирование процесса разделения на порции

Порция мороженого — это уже не поток вещества, а единичная заявка, поэтому процесс разделения на порции моделируем блоком FluidToAgent. Этот блок создает агентов из заданного объема жидкости. Перетащите его на рабочее поле и соедините с конвейером. В свойствах блока задайте объем смеси, из которого получается один агент (рис. 2.15).

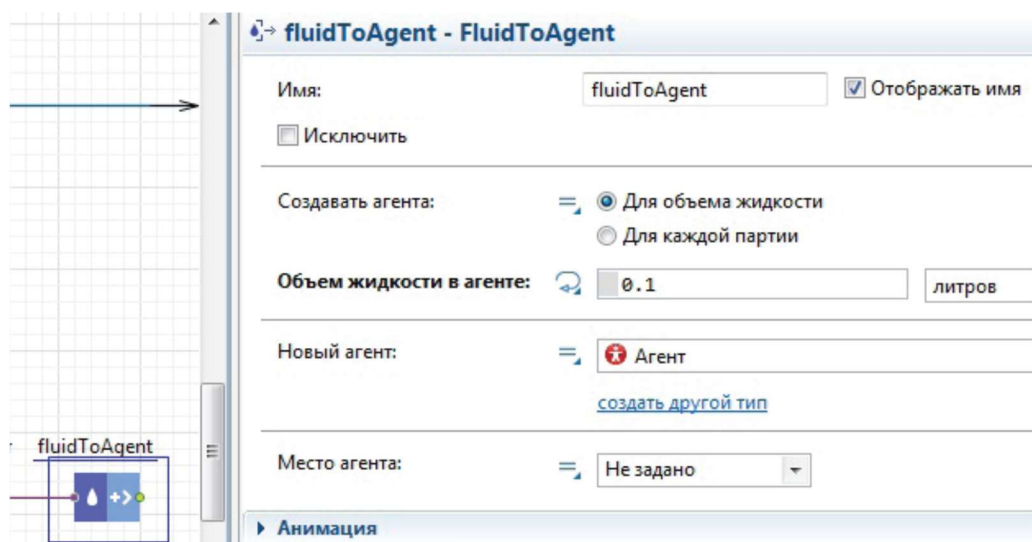


Рис. 2.15. Моделирование процесса разделения на порции

Этап 4. Моделирование процесса раскладки мороженого по стаканчикам

Шаг 1. Моделирование поставки стаканчиков для мороженого

Стаканчики для мороженого — товар штучный, поэтому для моделирования их появления в модели используется библиотека моделирования процессов. Для моделирования появления стаканчиков используется блок Source. Перетащите его на рабочее поле и задайте его свойства, а именно интенсивность появления стаканчиков — 10 штук в минуту (рис. 2.16).

source - Source

Имя: ☒ Отображать имя ☐ Исключить

Прибывают согласно:

Интенсивность прибытия:

Считать параметры агентов из БД: ☐

За 1 раз создается несколько агентов: ☐

Ограниченное кол-во прибытий: ☐

Рис. 2.16. Моделирование поставки стаканчиков

Поскольку мороженое производится 20 минут в модели, то создавать стаканчики раньше не нужно. Нужно указать в свойствах блока Source, что время начала его работы отложено. Для этого в разделе свойств Специфические установите галочку в пункте Установить время начала и задайте время задержки начала его работы (рис. 2.17).

▼ Специфические

Установить время начала: ☒

Начать создавать агентов:

Добавить агентов в: ☒ Популяцию по умолчанию ☐ Другую популяцию агентов

Выталкивать агентов: ☒

Рис. 2.17. Моделирование отложенного начала работы

Шаг 2. Моделирование накопителей мороженого и стаканчиков

Поскольку скорость производства мороженого и стаканчиков в модели разная, то необходимы их накопители. Накопители моделируются блоком Queue. Перетащите два блока в рабочее поле и соедините один из них с источником стаканчиков, второй — с блоком FluidToAgent (рис. 2.18).

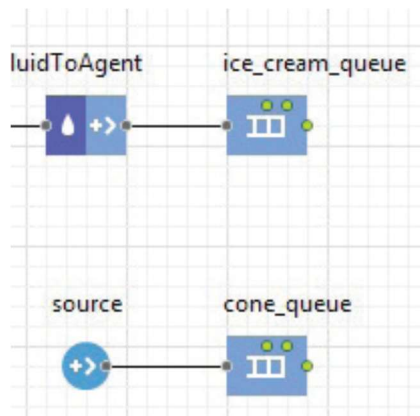


Рис. 2.18. Моделирование накопителей мороженого и стаканчиков

В свойствах очередей отметьте пункт Максимальная вместимость.

Шаг 3. Моделирование сборки мороженого

Сборка штучных заявок моделируется блоком Assembler. Этот блок имеет пять входов и один выход. Он может принимать до пяти агентов и собирать из них нового агента. Перетащите этот блок на рабочее поле модели (рис. 2.19). К первому его входу присоедините выход очереди мороженого, ко второму — выход очереди стаканчиков. В свойствах блока укажите количество каждого ресурса для сборки конечного продукта. В нашем случае для одного стаканчика мороженого требуется одна порция мороженого и один стаканчик. Также в свойствах блока задайте время сборки.

assembler - Assembler

Имя: assembler

☒ Отображать имя ☐ Исключить

Количество 1: 1

Количество 2: 1

Количество 3: 0

Количество 4: 0

Количество 5: 0

Новый агент: Агент [создать другой тип](#)

Захватить: ☒ (альтернативный) набор ресурсов ☐ ресурсы одного типа

Набор ресурсов:

Время задержки: triangular(0.5, 1, 1.5) секунды

Рис. 2.19. Моделирование сборки мороженого

Этап 5. Моделирование упаковки мороженого

Шаг 1. Моделирование доставки стаканчиков мороженого до упаковщика

Этот процесс моделируется конвейером (блоком Conveyor). Промоделируйте его аналогично конвейеру порции мороженого (рис. 2.20).

conveyor - Conveyor

Имя: conveyor ☒ Отображать имя

☐ Исключить

Длина задается: ☒ Явно ☐ Согласно пути

Длина: 10 м

Скорость: 1 м/с

Накапливающий: ☒

Рис. 2.20. Моделирование доставки мороженого до места упаковки

Шаг 2. Моделирование процесса упаковки

Любой процесс моделируется объектом Service, в свойствах которого задается время процесса и его ресурсы. Ресурсы мы создадим позже. Пока просто укажем время процесса. Перетащите объект Service на рабочее поле и соедините его с конвейером стаканчиков мороженого (рис. 2.21). Задайте в его свойствах время упаковки — среднее 1 секунда.

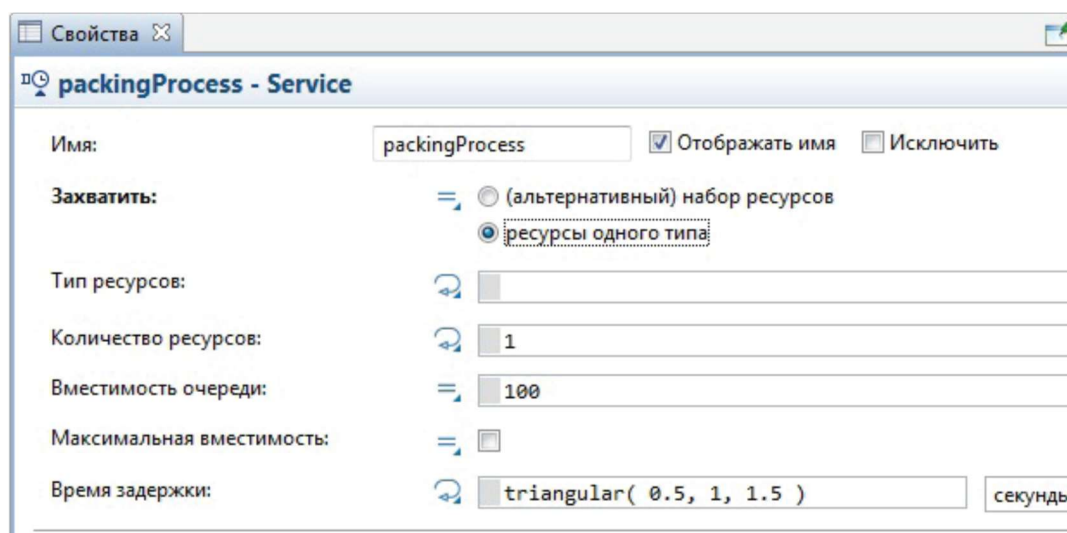


Рис. 2.21. Моделирование процесса упаковки

Шаг 3. Моделирование упаковки мороженого

Упаковку мороженого промоделируем объектом Batch, который собирает партии из входящих в него заявок (рис. 2.22). В свойствах блока задается объем партии. Перетащите его на рабочее поле и задайте в его свойствах объем партии — 50 штук.

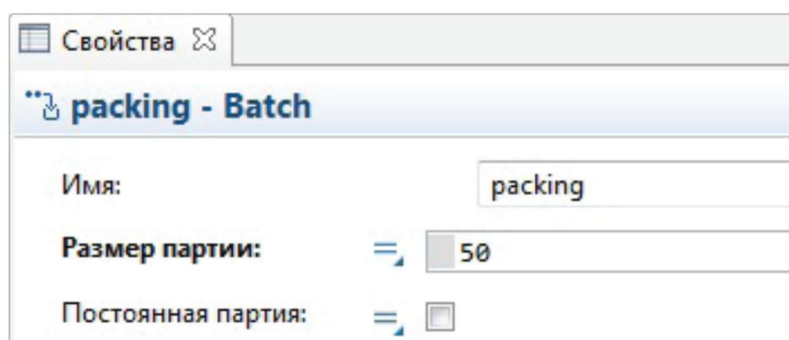


Рис. 2.22. Моделирование упаковки

Шаг 4. Моделирование увоза упаковок мороженого

Увоз упаковок промоделируйте объектом Sink (рис. 2.23).

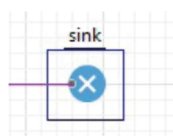


Рис. 2.23. Моделирование увоза упаковок мороженого

В результате модель должна выглядеть примерно, как на рис. 2.24.

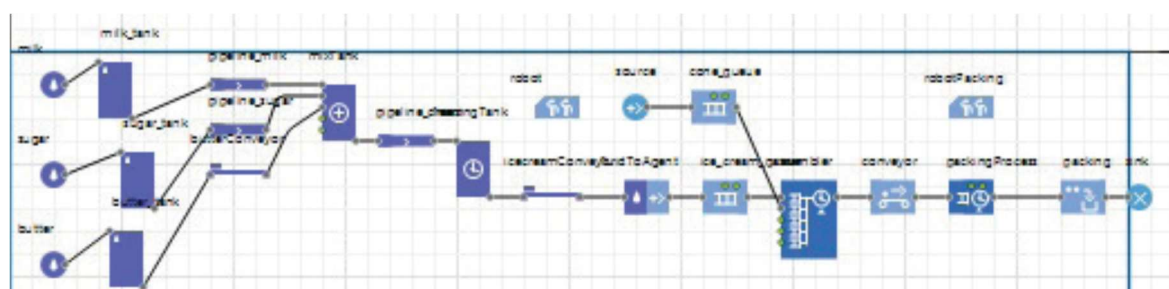


Рис. 2.24. Модель производства мороженого

Шаг 5. Проверка работоспособности модели

Запустите модель. Должно получиться примерно, как на рис. 2.25.

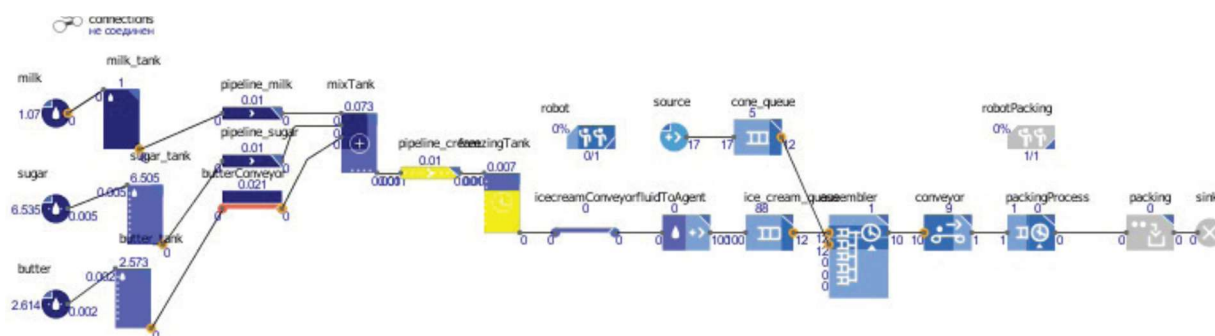


Рис. 2.25. Работа модели производства мороженого

Этап 6. Создание ресурсов в модели

Шаг 1. Моделирование ресурсов для сборки мороженого

Ресурсы моделируются блоком ResourcePool, в котором можно указать количество ресурсов и расписание их работы. В нашем случае сборка мороженого производится роботом, который работает круглосуточно. Поэтому расписание его

работы составлять не нужно. Просто перетащите объект ResourcePool на рабочее поле и задайте его имя (рис. 2.26).

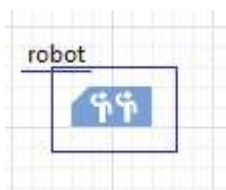


Рис. 2.26. Моделирование ресурсов для сборки мороженого

В свойствах объекта — тип ресурса Переносной, поскольку сам робот не может передвигаться от объекта к объекту (рис. 2.27). В пункте Количество ресурсов задайте 1. Поскольку расписание работы робота не задается, то в пункте Количество задано, выбираем вариант Напрямую.

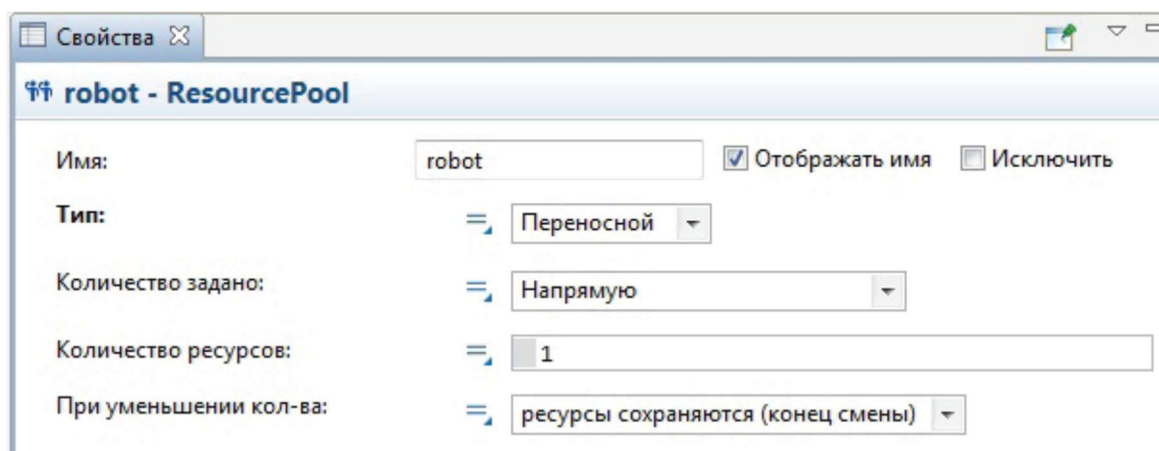


Рис. 2.27. Свойства ресурсов для сборки мороженого

Шаг 2. Моделирование ресурсов для упаковки мороженого

Поскольку упаковка мороженого также производится роботом, то моделирование ресурсов для упаковки мороженого проводится аналогично моделированию ресурсов для сборки мороженого, только для различия ресурсов задайте ему имя robotPacking.

Шаг 3. Привязка ресурсов к процессам

Для привязки ресурсов к процессам нужно в свойствах блока Assembler и блока Service указать ресурсы. Поскольку используется по одному роботу, то указываем ресурсы одного типа (рис. 2.28).

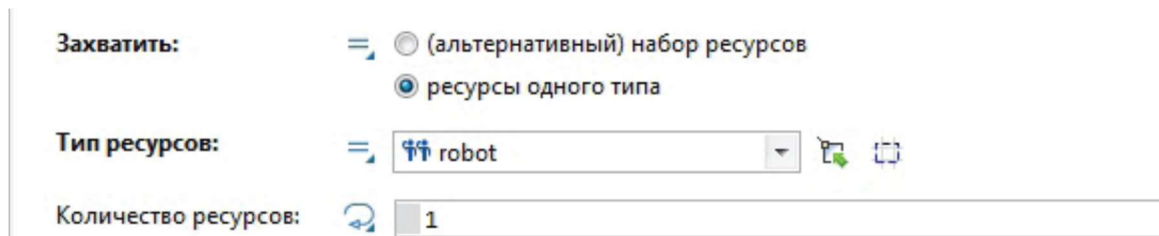


Рис. 2.28. Захват ресурсов для процесса сборки мороженого

Этап 7. Добавление новых агентов в модели

Для наглядности работы модели создадим агентов, имитирующих работа, стаканчик для мороженого, мороженое и стаканчик мороженого с собственной анимацией.

Шаг 1. Добавление агента Робот

Агент Робот является ресурсом в модели, поэтому для его создания используем инструмент Тип ресурса из библиотеки моделирования процессов. Перетащите на рабочее поле этот объект, и откроется окно Мастера по созданию нового агента-ресурса (см. рис. 2.27).

В нем укажите имя агента-ресурса Robot (рис. 2.29).

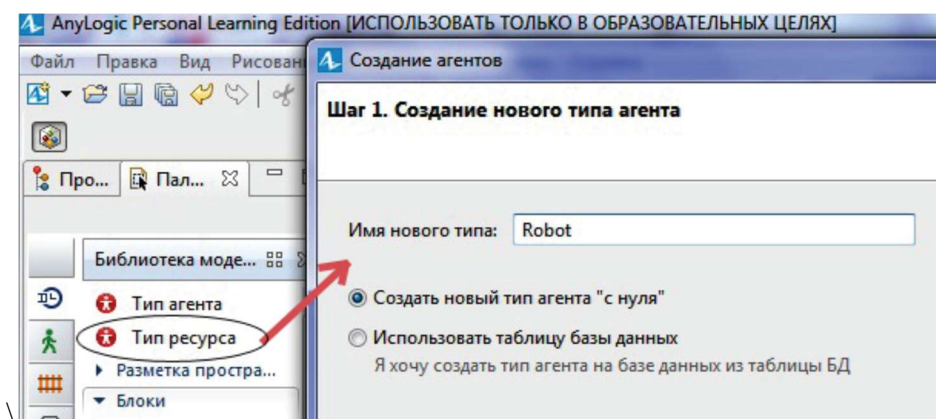


Рис. 2.29. Первый шаг Мастера по созданию нового агента-ресурса

Нажмите кнопку Далее. Появится окно второго шага Мастера (рис. 2.30). В нем нужно выбрать анимацию агента-ресурса. Выберите из раздела Производство Робот1.

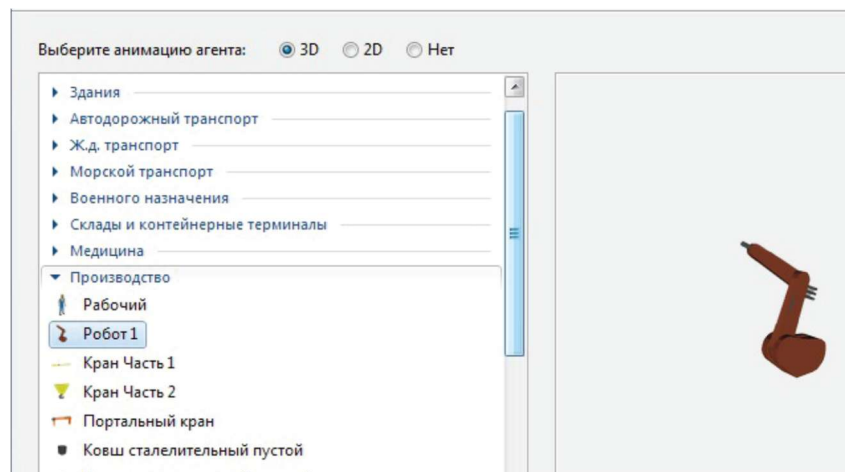


Рис. 2.30. Второй шаг Мастера по созданию нового агента-ресурса

Шаг 2. Привязка созданного агента-ресурса к объекту ResourcePool

Поскольку операции сборки и упаковки мороженого выполняет робот, то к обоим объектам resourcePool (robot и packingRobot) привязываем агент-ресурс Robot. Для этого в свойствах объектов в разделе Специфические укажите тип ресурса Robot (рис. 2.31).

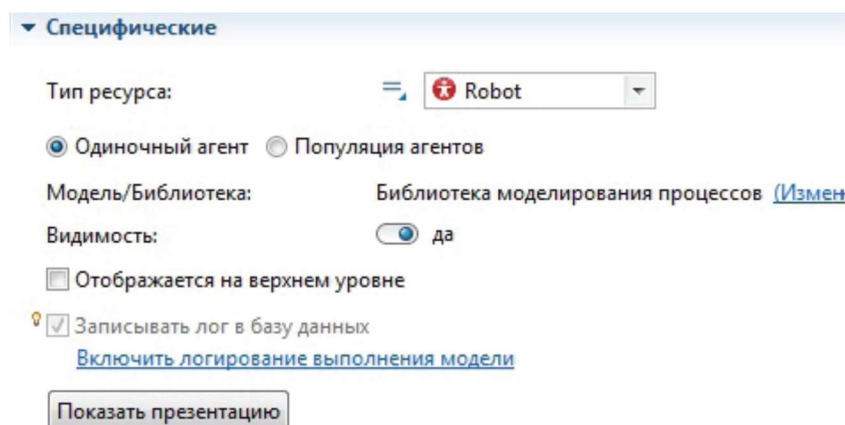


Рис. 2.31. Привязка агента-ресурса к объекту resourcePool

Шаг 3. Добавление агента Мороженое

Мороженое является заявкой в модели, поэтому для создания агента Мороженое используется инструмент Тип агента из библиотеки моделирования процессов. Перетащите его на рабочее поле модели, и откроется первый шаг мастера по созданию агентов-заявок (рис. 2.32).

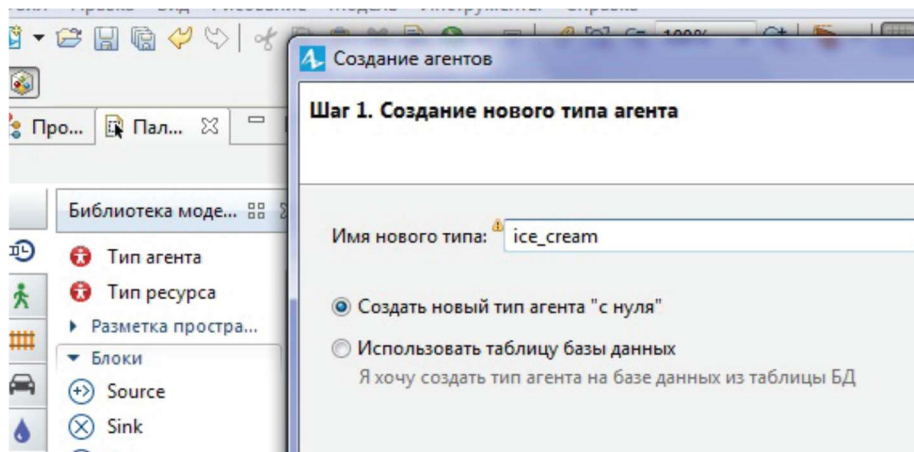


Рис. 2.32. Первый шаг Мастера по созданию агента-заявки

На первом шаге задайте имя агенту-заявке ice_cream и нажмите кнопку Готово. После закрытия Мастера откроется окно только что созданного агента. Анимацию агента создадим сами. Для этого перейдите на вкладку Презентация (рис. 2.33). На этой вкладке собраны все инструменты рисования в модели. Изобразим мороженое в виде круга. Выберите инструмент Овал двойным кликом мыши и нарисуйте круг вначале координат рабочего поля агента. Задайте в свойствах фигуры ее размер, цвет и координаты (рис. 2.34).

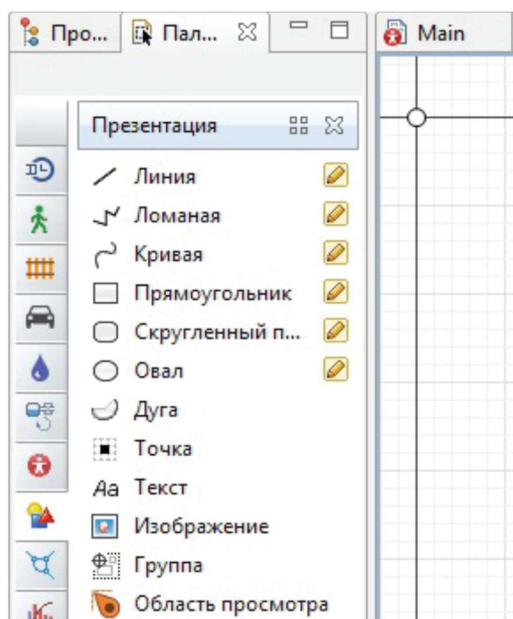


Рис. 2.33. Вкладка Презентация

oval - Овал

Имя: ☐ Исключить

☒ Отображается на верхнем уровне ☐ Значок ☐ Блокировать

Видимость: ☒ да

Внешний вид

Цвет заливки:

Цвет линии:

Толщина линии: pt

Стиль линии:

Местоположение и размер

Тип: ☒ Окружность ☐ Овал

X: Радиус:

Y: Радиус Y:

Z: Z-Высота:

Рис. 2.34. Свойства круга

Шаг 4. Добавление агента стаканчик для мороженого

Повторите действия шага 3. Назовите агента cone, а в качестве анимации задайте прямоугольник с параметрами, как на рис. 2.35.

Внешний вид

Цвет заливки:

Цвет линии:

Толщина линии: pt

Стиль линии:

Местоположение и размер

X: Ширина:

Y: Высота:

Z: Z-Высота:

Рис. 2.35. Свойства стаканчика

Шаг 5. Добавление агента стаканчик мороженого

Повторите действия шага 3. Назовите агента ice_cream_cone. В качестве анимации соедините в агенте круг и прямоугольник (рис. 2.36).

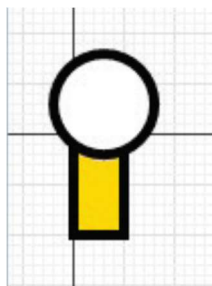


Рис. 2.36. Анимация агента стаканчик мороженого

Этап 8. Анимация модели

Шаг 1. Создание примерного плана цеха

В любом графическом редакторе нарисуйте примерный план цеха, который должен выглядеть, как на рис. 2.37.

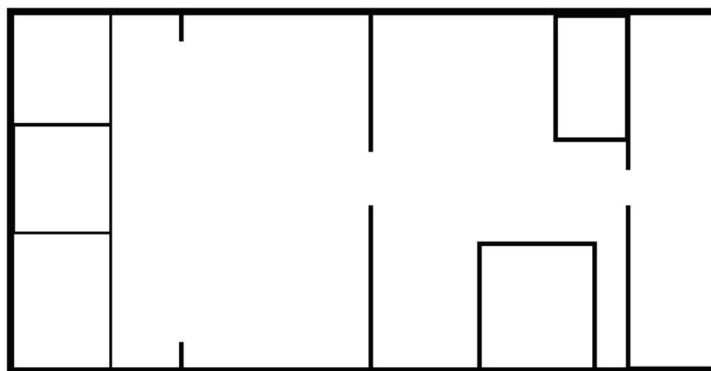


Рис. 2.37. План цеха

Шаг 2. Перенос плана цеха в модель

Для размещения любых изображений в модели используется инструмент Изображение из палитры Презентация. Перетащите инструмент на рабочее поле модели, и откроется окно проводника, в котором нужно выбрать файл с изображением (рис. 2.38).

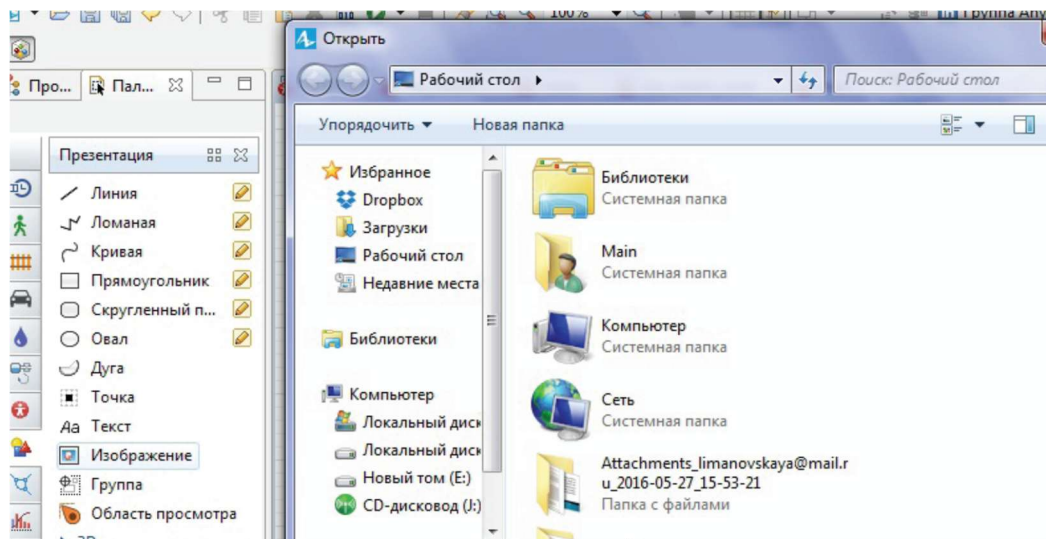


Рис. 2.38. Вставка изображения в модель

После выбора файла изображение плана цеха вставится в модель.

Шаг 3. Анимация резервуаров с ингредиентами

Для анимации резервуаров используется инструмент Tank из библиотеки моделирования потоков. Двойным щелчком мыши выберите этот инструмент и нарисуйте в левом верхнем квадрате плана резервуар (рис. 2.39).

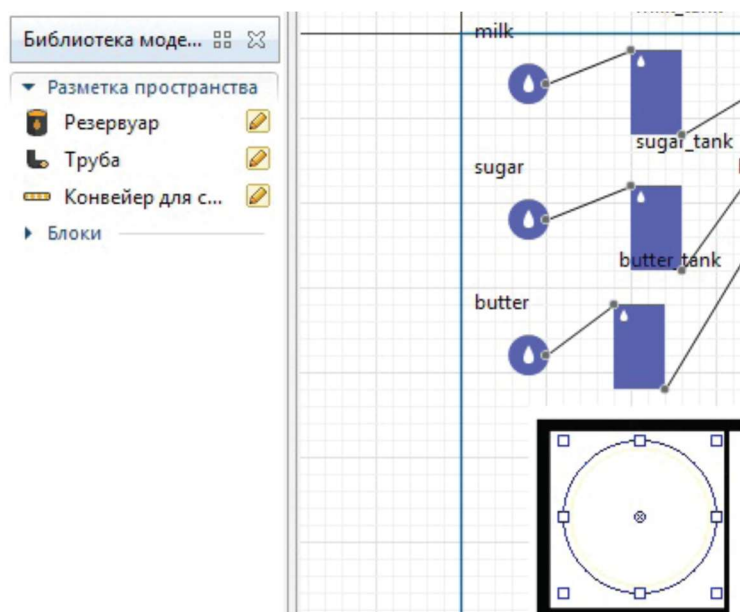


Рис. 2.39. Анимация резервуаров ингредиентов

В свойствах объекта Резервуар задайте его имя milkTank, цвет и размеры (рис. 2.40).

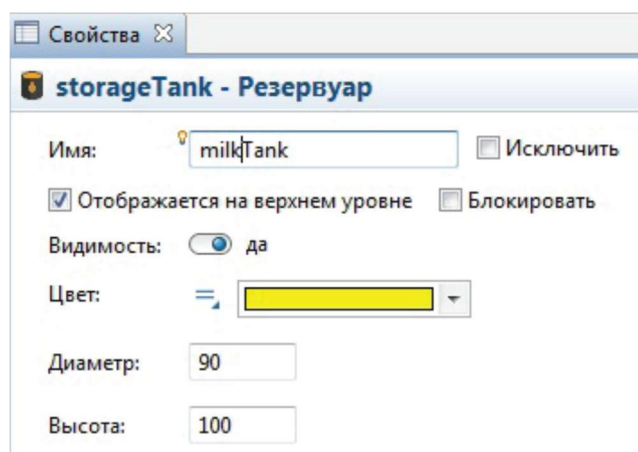


Рис. 2.40. Свойства резервуара молока

Аналогичным образом создайте еще два резервуара: один — для сахара, другой — для масла.

Шаг 4. Привязка анимации к резервуарам

Выделите в модели объект milk_tank и перейдите в его свойства (рис. 2.41). В свойствах объекта в разделе Анимация в пункте Резервуар выберите созданный на шаге 3 резервуар milkTank.

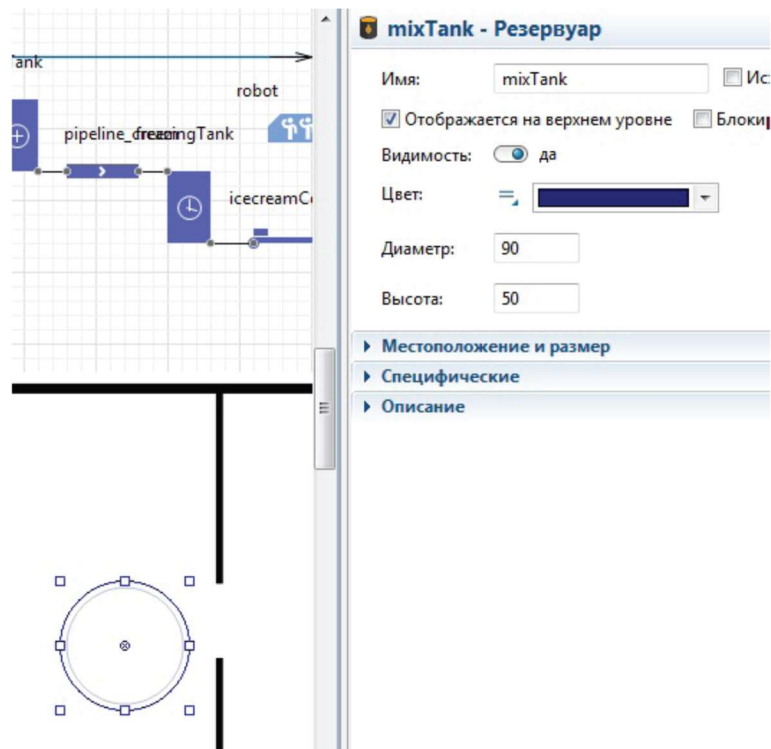


Рис. 2.42. Анимация смесителя

Привяжите созданный резервуар к блоку mixTank в модели (рис. 2.43).



Рис. 2.43. Привязка анимации к смесителю

Будьте внимательны: если имя блока совпадает с именем резервуара, то компилятор модели выдаст ошибку. Поменяйте имя резервуара.

Шаг 6. Анимация доставки ингредиентов до смесителя

Молоко и сахар до смесителя доставляются по трубопроводам. Трубопроводы анимируются с помощью инструмента Труба из библиотеки моделирования потоков (рис. 2.44). Активируйте элемент Труба, щелкнув на нем дважды, и нарисуйте трубу от резервуара с молоком до смесителя. В свойствах объекта Труба задайте ее имя, цвет и диаметр.

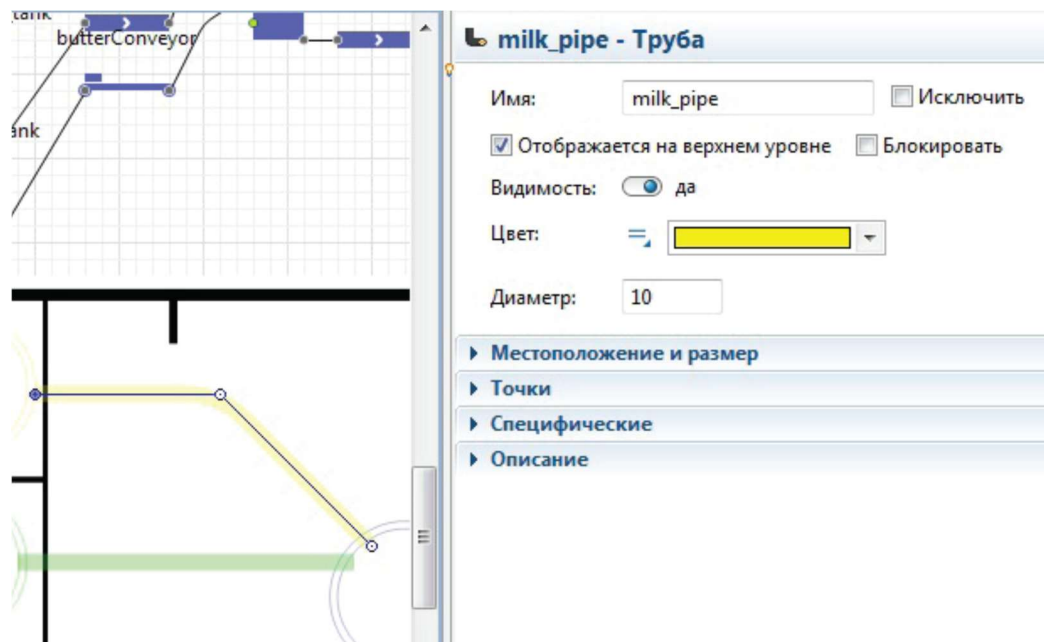


Рис. 2.44. Анимация трубопровода молока

Аналогичным образом нарисуйте трубопровод для сахара. Доставка масла осуществляется конвейером. Для анимации конвейера используется инструмент Конвейер из библиотеки моделирования потоков (рис. 2.45). Активируйте его, щелкнув на нем дважды, и нарисуйте конвейер от резервуара с маслом до смесителя. В свойствах объекта задайте его имя и ширину.

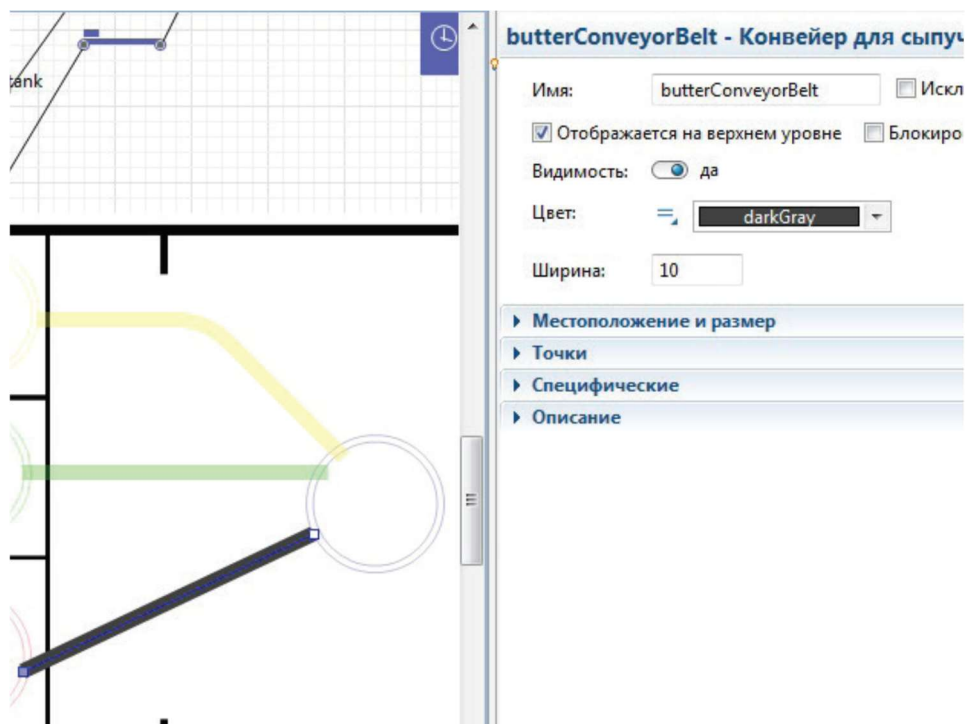


Рис. 2.45. Анимация конвейера масла

Шаг 7. Привязка анимации доставки ингредиентов до смесителя к трубопроводам и конвейеру

Для привязки анимации к объекту Pipeline, который моделирует трубопровод в модели, выделите объект pipeline_milk и перейдите в его свойства. В свойствах объекта в разделе Анимация выберите трубу (рис. 2.46)



Рис. 2.46. Привязка анимации к молокопроводу

Аналогичным образом привяжите трубу к сахаропроводу и конвейер к конвейеру масла. Далее поправьте свойства объекта конвейера масла, указав на то, что его длина теперь определяется длиной объекта Конвейер (рис. 2.47).

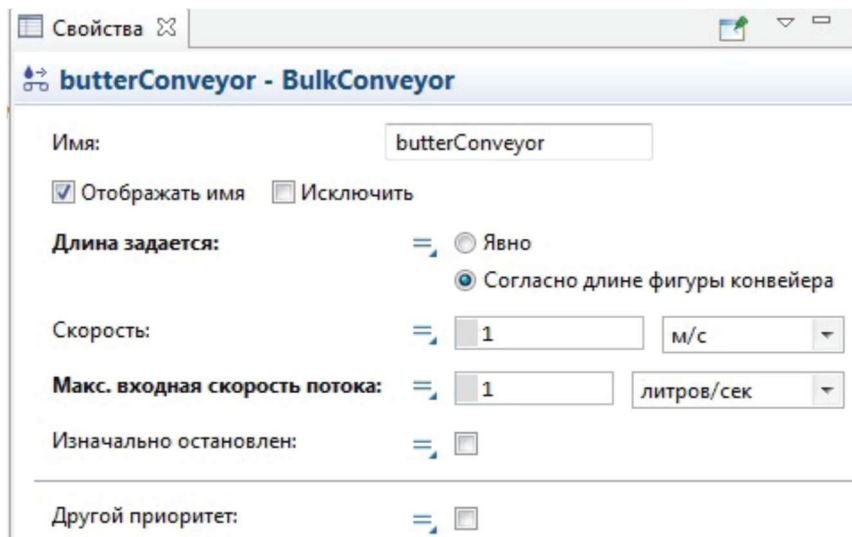


Рис. 2.47. Исправление задания длины конвейера

Шаг 8. Анимация реактора заморозки

Для анимации реактора также используется инструмент Резервуар, поэтому просто повторите действия шага 5.

Шаг 9. Анимация доставки смеси на заморозку

Доставка смеси на заморозку осуществляется конвейером. Анимация этого конвейера аналогична анимации конвейера масла. Поэтому просто повторите ту часть шага 6, где идет анимация конвейера, и шаг 7 по привязке его к объекту в модели.

Шаг 10. Анимация места накопления стаканчиков для мороженого

Для анимации узлов сети, которые могут принимать форму как точки, так и прямоугольника, используются инструменты из раздела Разметка пространства из библиотеки моделирования процессов. Активируйте элемент Прямоугольный узел и нарисуйте его в плане цеха (рис. 2.48).

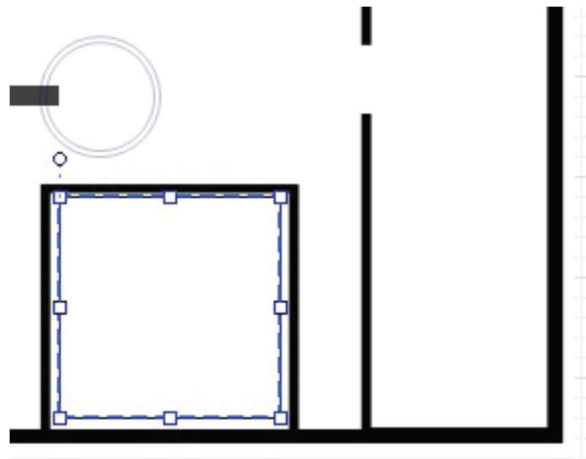


Рис. 2.48. Анимации накопления стаканчиков для мороженого

В свойствах объекта задайте его имя `conenode`. В свойствах объекта `cone_queue` в пункте Место агентов выберите только что созданный узел сети (рис. 2.49).

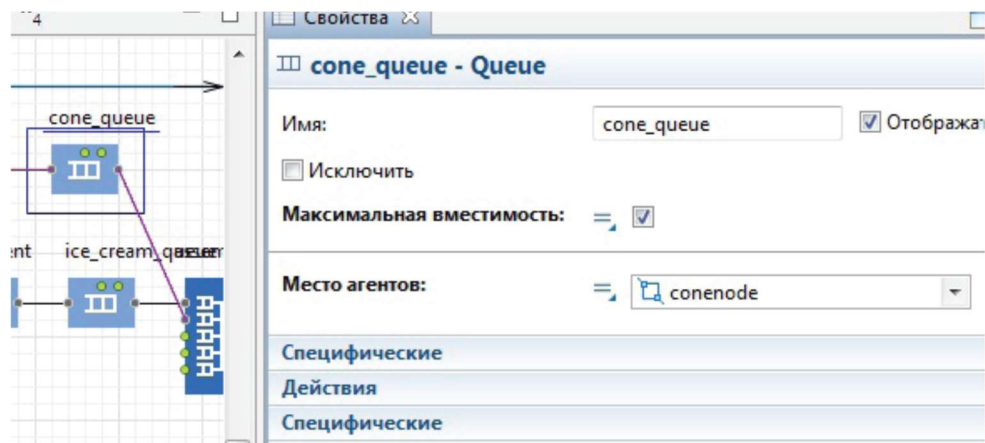


Рис. 2.49. Привязка анимации накопления стаканчиков для мороженого к объекту `cone_queue`

Шаг 11. Анимация сборки мороженого

Поскольку объект `Assembler` требует указания места входов агентов, места их сборки и места выхода собранного агента, то нужно создать несколько точечных узлов сети для стаканчиков, мороженого и собранного мороженого. Перетащите элемент Точечный узел из библиотеки моделирования процессов. Назовите его `cone_point` (рис. 2.50).

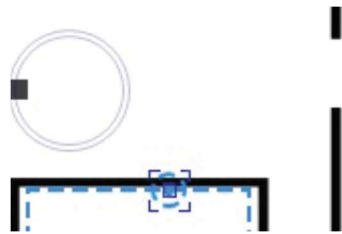


Рис. 2.50. Создание точечного узла для стаканчиков

Перетащите еще один точечный узел и назовите его ice_cream_point (рис. 2.51).



Рис. 2.51. Создание точечного узла для мороженого

Перетащите еще один точечный узел и назовите его ice_cream_cone_point (рис. 2.52).

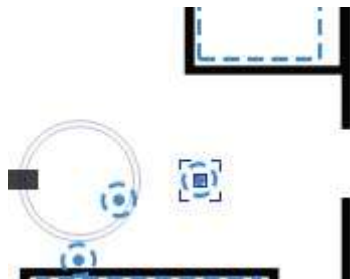


Рис. 2.52. Создание точечного узла для стаканчиков мороженого

Перетащите еще один точечный узел и назовите его robot_point (рис. 2.53).

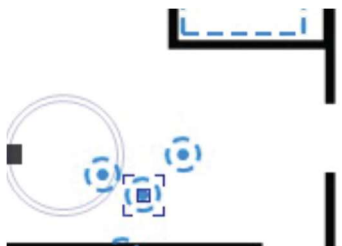


Рис. 2.53. Создание точечного узла для робота-сборщика

Привяжите все созданные узлы в свойствах объекта Assembler в разделе Анимация (рис. 2.54).

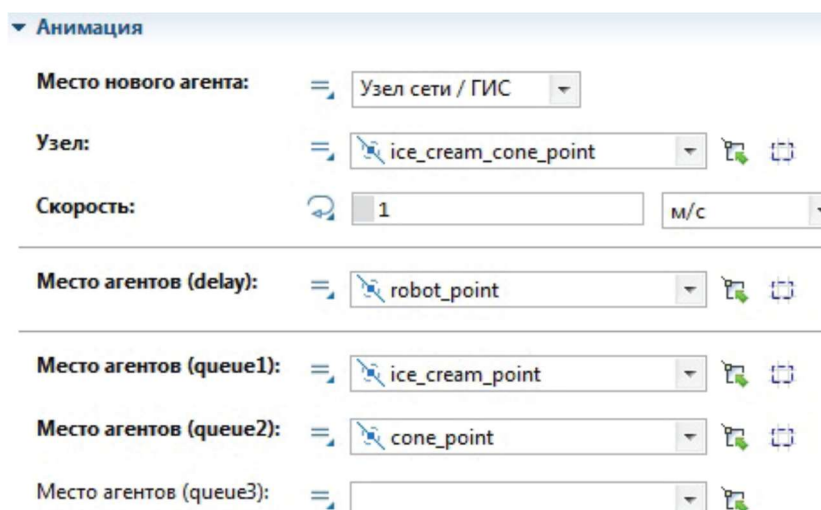


Рис. 2.54. Анимация процесса сборки

Шаг 12. Анимация упаковки мороженого

Нарисуйте прямоугольный узел сети в области, где будет проходить упаковка мороженого и назовите его `packing_node`. Нарисуйте к нему путь, задайте его имя `ice_cream_cone_path`. В разделе Внешний вид выберите тип Конвейер и задайте его ширину 30 см (рис. 2.55).

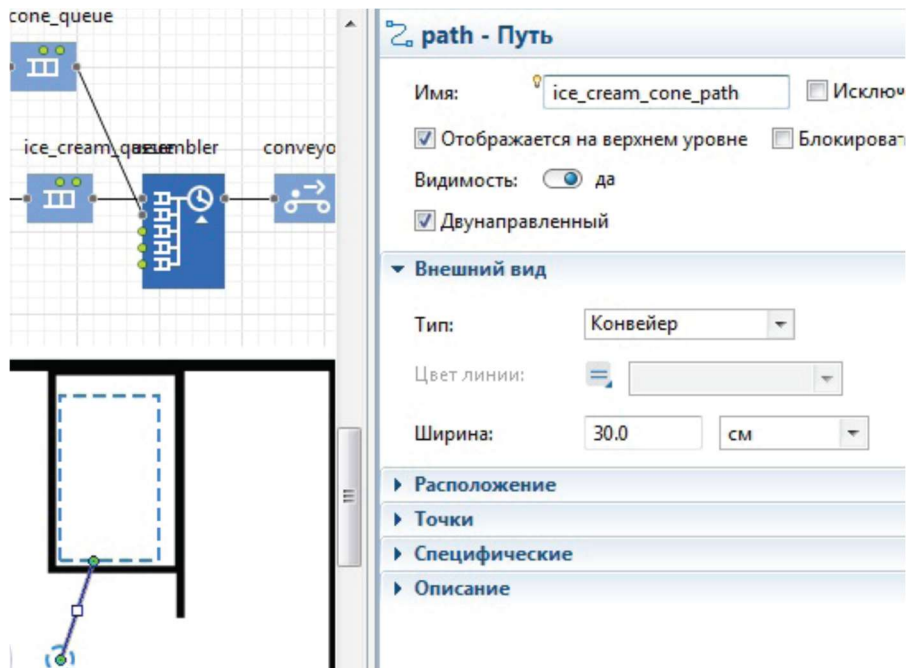


Рис. 2.55. Анимация процесса упаковки

Привяжите только что созданный путь к конвейеру доставки мороженого на упаковку (рис. 2.56).

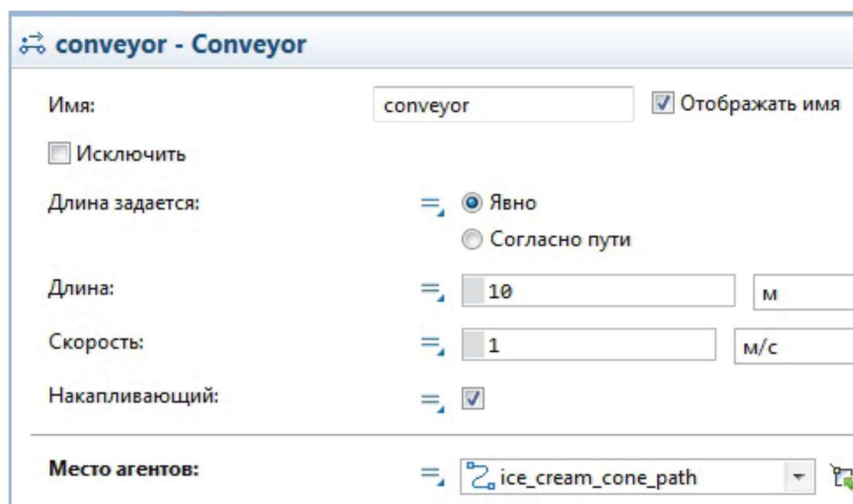


Рис. 2.56. Привязка анимации процесса упаковки

Шаг 13. Конечная модель без 3D-просмотра

Модель в конце должна получиться, как на рис. 2.57.

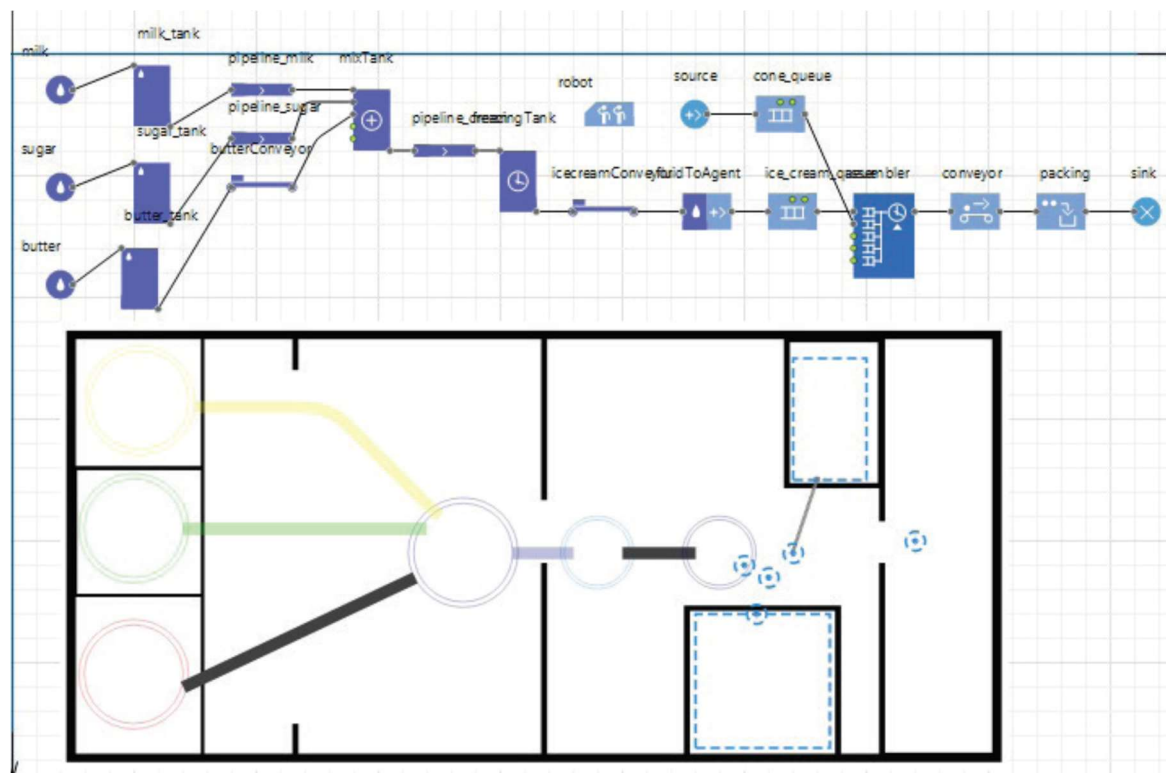


Рис. 2.57. Конечная модель

Шаг 14. Добавление окна 3D-просмотра

Инструмент 3D-окно позволяет просматривать работу модели в 3D-режиме (рис. 2.58). Все графические элементы модели, попавшие в область действия этого инструмента, становятся видны в своем объемном варианте, если таковой есть. Если элемент не имеет объемного варианта, то он остается в плоском варианте. Этот инструмент находится на панели Презентация. Перетащите его на рабочее поле модели и растяните его так, чтобы вся анимация модели попала в него.

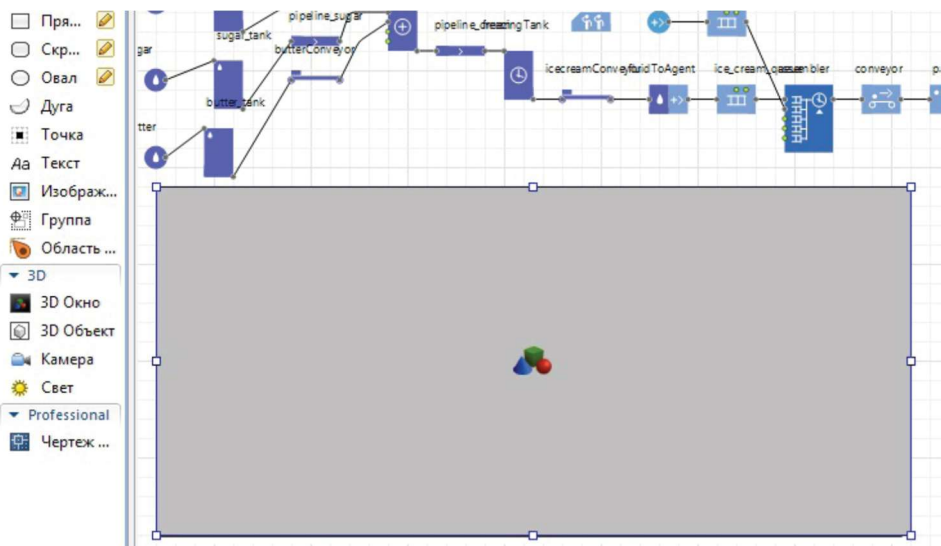


Рис. 2.58. Конечная модель с окном объемного просмотра

Шаг 15. Запуск модели

Запустите модель. Спустя некоторое время должно получиться примерно, как на рис. 2.59.

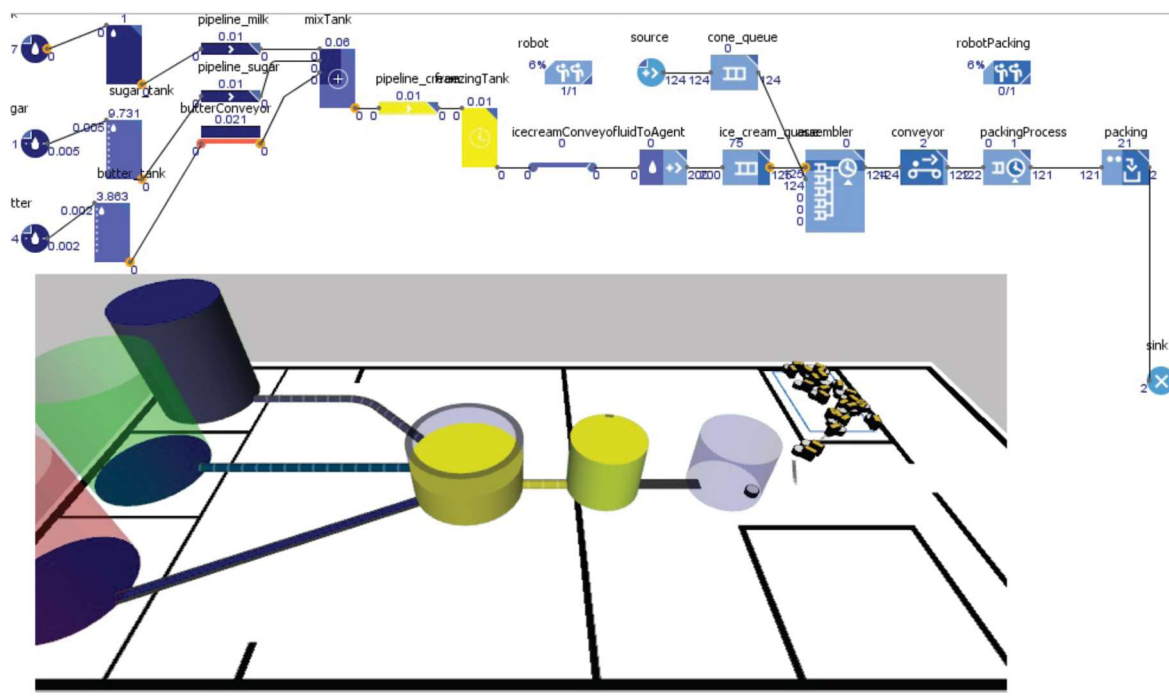


Рис. 2.59. Работа конечной модели с окном объемного просмотра

Самостоятельно

1. При прогоне модели выявите ее узкие места и предложите решения. Промоделируйте варианты решений.