

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ЛЕНИНСК-КУЗНЕЦКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по
учебной работе

_____ Е.И.Будасова

« _____ » _____

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**
МДК. 06.04 Интеллектуальные системы и технологии
Специальность 09.02.07
Информационные системы и программирование

Методические рекомендации по выполнению практических работ по МДК. 06.04 Интеллектуальные системы и технологии для специальности: 09.02.07 Информационные системы и программирование Государственное профессиональное образовательное учреждение «Ленинск-Кузнецкий политехнический техникум». – Ленинск-Кузнецкий, 2024. – 100 с.

Методические рекомендации рассмотрены на заседании цикловой методической комиссии преподавателей профессиональных дисциплин Государственного профессионального образовательного учреждения «Ленинск-Кузнецкий политехнический техникум» (протокол от «__» _____ № «__»).

Методические рекомендации рассмотрены и рекомендованы к использованию методическим советом Государственного профессионального образовательного учреждения «Ленинск-Кузнецкий политехнический техникум» (протокол от «__» _____ № «__»).

Составитель: Щеглова А.А., преподаватель.

Оглавление

Пояснительная записка	4
Правила выполнения практических работ	6
Иструкция по выполнению практических работ для обучающихся	7
Практическая работа № 1	8
Практическая работа № 2	14
Практическая работа № 3	18
Практическая работа № 4	21
Практическая работа № 5	24
Практическая работа № 6	25
Практическая работа № 7	27
Практическая работа № 8, 9	33
Практическая работа № 10	34
Практическая работа № 11	73
Практическая работа № 12	92
Практическая работа № 13,14	97
Практическая работа № 15, 16	98
Список рекомендованных источников:	100

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по МДК. 06.04 Интеллектуальные системы и технологии разработаны на основании положений:

- рабочей программы учебной дисциплины ОГСЭ МДК. 06.04 Интеллектуальные системы и технологии Согласно рабочей учебной программе УД ОГСЭ МДК. 06.04 Интеллектуальные системы и технологии предусмотрено 65 часов аудиторных занятий, на практические занятия отводится 32 аудиторных часов.

Практические работы позволят определить прочность и глубину усвоения материала по информационным технологиям, а также повторить пройденные темы и систематизировать знания обучающихся.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен:

Уметь:

1. Поддерживать документацию в актуальном состоянии.
2. Формировать предложения о расширении функциональности информационной системы.
3. Формировать предложения о прекращении эксплуатации информационной системы или ее реинжиниринге.

Знать:

1. Классификация информационных систем.
2. Принципы работы экспертных систем.
3. Достижения мировой и отечественной информатики в области интеллектуализации информационных систем.
4. Структура и этапы проектирования информационной системы.
5. Методологии проектирования информационных систем

Практические работы направлены на освоение практических умений и знаний согласно требованиям ФГОС СПО

Методические указания по проведению практических работ содержат краткую инструкцию, практические задания, требования к их оформлению и критерии оценивания практических работ.

Практические работы по УД ОГСЭ МДК. 06.04 Интеллектуальные системы и технологии проводятся в следующих формах:

- Описание предметной области. Разработка базы фактов и правил интеллектуальной системы
- Использование правил продукции для представления знаний. Прямая цепочка рассуждений. Обратная цепочка рассуждений

- Использование теории Байеса при проектировании интеллектуальных систем
- Использование коэффициента уверенности при проектировании интеллектуальных систем с нечеткой логикой
- Моделирование интеллектуальных систем
- Разработка самообучающихся систем
- Имитационное моделирование в среде GPSS World
- Имитационное моделирование в среде AnyLogic
- Имитационное моделирование в среде NS-3
- Разработка интеллектуальной системы для мониторинга и управления функционированием технического объекта
- Изучение основ разработки приложений экспертных систем в среде CLIPS

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Работа должна быть выполнена в той же последовательности, в какой приведены вопросы практического занятия.

Каждый студент после выполнения работы должен представить отчет о проделанной работе. Отчет о проделанной работе следует делать в текстовом редакторе. Содержание отчета указано в описании практической работы.

Если студент не выполнил практическую работу или часть работы, то он может выполнить работу или оставшуюся часть во внеурочное время, согласованное с преподавателем.

Оценку по практической работе студент получает, с учетом срока выполнения работы, если:

- задания выполнены правильно, в полном объеме и в соответствии с требованиями
- сделан анализ задачи работы и вывод по результатам работы
- студент может пояснить выполнение любого этапа работы
- отчет выполняется в соответствии с требованиями к выполнению работы

ИСТРУКЦИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Повторить теоретический материал, пройденный на аудиторных занятиях, изучить материал интернет – ресурсов.
2. Выполнить работу согласно заданию;
3. Ответить на поставленные вопросы;
4. По каждой практической работе представить преподавателю отчет.

Каждая работа оценивается по пятибалльной системе. Критерии оценки приведены в данных методических рекомендациях.

При возникновении затруднений в процессе работы, обратитесь за консультацией к преподавателю.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема: «Модель представления знаний»

Цель: Научиться строить модели знаний

Перечень оснащения и оборудования, источников: ПК, раздаточный материал

Время на подготовку и выполнение: 2 часа

План выполнения задания:

1. Повторить теоретический материал
2. Выполнить задания в соответствии с номером Вашего варианта
3. Ответить на контрольные вопросы
4. Используя скриншоты и текст программы, создать отчет о проделанной работе,

отчет содержит файлы с выполненными заданиями

Задание:

№ 1. Представьте в виде логической формулы следующие высказывания:

Варианты:

- 1) Без еды не будет и беседы.
- 2) Без недостатка только Бог, без грязи только вода.
- 3) Ближнему не говори ложь, постороннему не говори правду.
- 4) Если тебе угощать нечем – хоть говори ласково.
- 5) Когда грома много – дождя мало.
- 6) Гнев впереди, ум позади.
- 7) Доброе слово – половина счастья.
- 8) Кто ленив в молодости, испытывает нужду в старости.
- 9) На вкус и цвет товарищей нет.
- 10) Если долго мучиться, что-нибудь получится.
- 11) Не зная броду не суйся в воду.
- 12) Тяжело в ученье, легко в бою.
- 13) То не беда, что во ржи лебеда, то беда, что ни ржи, ни лебеды.
- 14) Где тонко, там и рвется.
- 15) И волки сыты, и овцы целы.
- 16) За двумя зайцами погонишься – ни одного не поймаешь.
- 17) Кто много видит – становится умнее, кто много говорит – становится красноречивее.

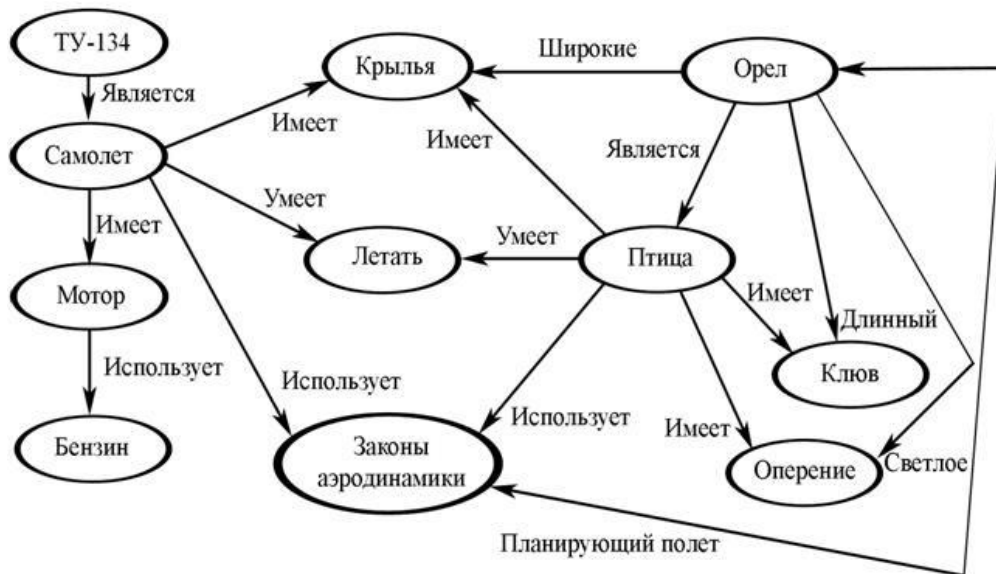
№ 2. Составьте таблицы истинности для формул:

- 1) $(A \rightarrow A \wedge C) \vee (B \wedge \neg A)$
- 2) $(A \rightarrow (A \wedge C)) \vee (A \rightarrow \neg C)$

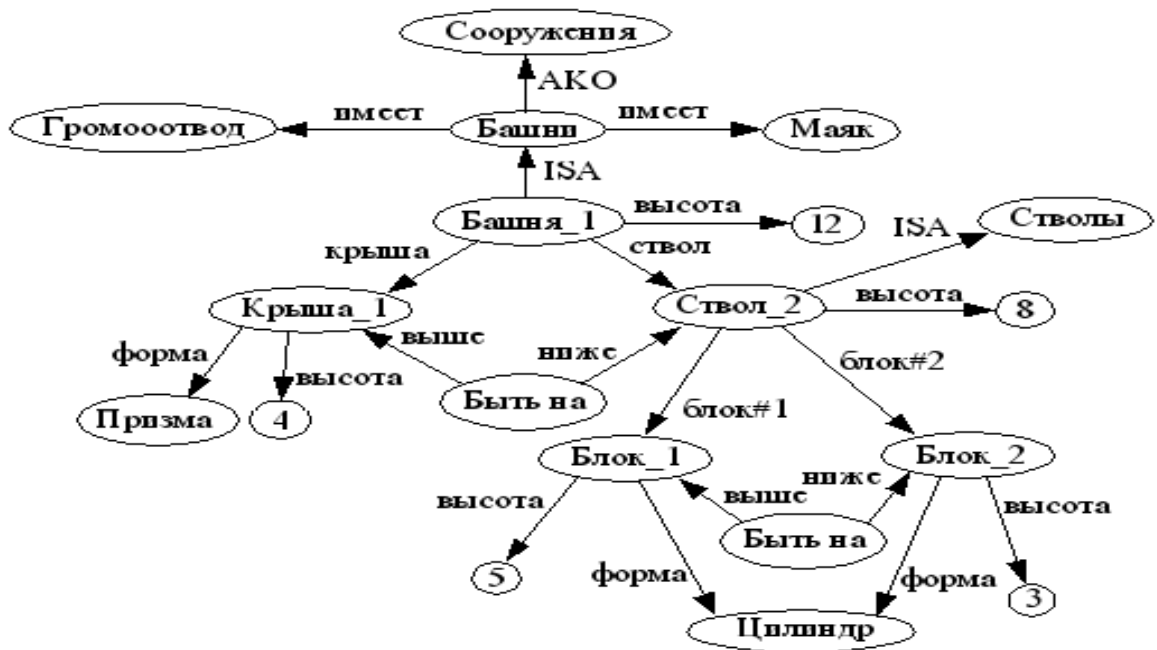
- 3) $(A \rightarrow C) \vee (\neg B \wedge A)$
- 4) $(A \rightarrow (C \rightarrow B))$
- 5) $(A \rightarrow A \wedge C) \vee (B \wedge A)$
- 6) $(A \wedge C) \vee (\neg B \vee \neg A \wedge B)$
- 7) $(A \rightarrow A \vee C) \vee (B \wedge \neg A)$
- 8) $\neg A \vee B \vee \neg C$
- 9) $A \wedge B \rightarrow \neg B \vee A \wedge C$
- 10) $\neg B \leftrightarrow A \rightarrow C$
- 11) $A \wedge B \rightarrow \neg B \vee A \wedge C$
- 12) $B \rightarrow A \wedge C \vee \neg A \wedge B$
- 13) $A \rightarrow (A \wedge C \leftrightarrow B)$
- 14) $B \rightarrow A \wedge C \vee \neg A \wedge B$
- 15) $(A \wedge C) \vee (\neg B \vee \neg A \wedge B)$

№ 3. По семантической сети определить:

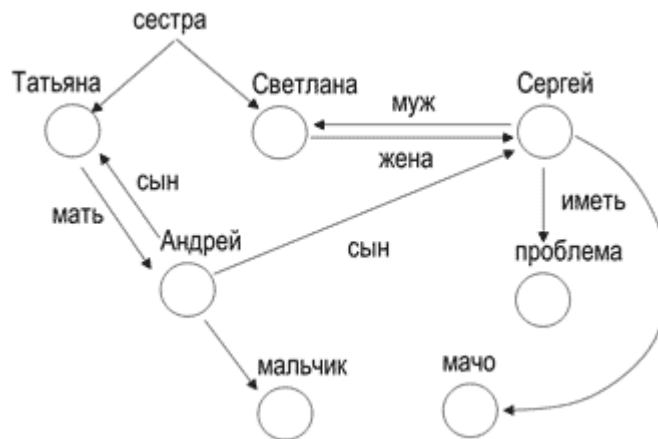
1. Как связаны между собой Орёл и Самолет?



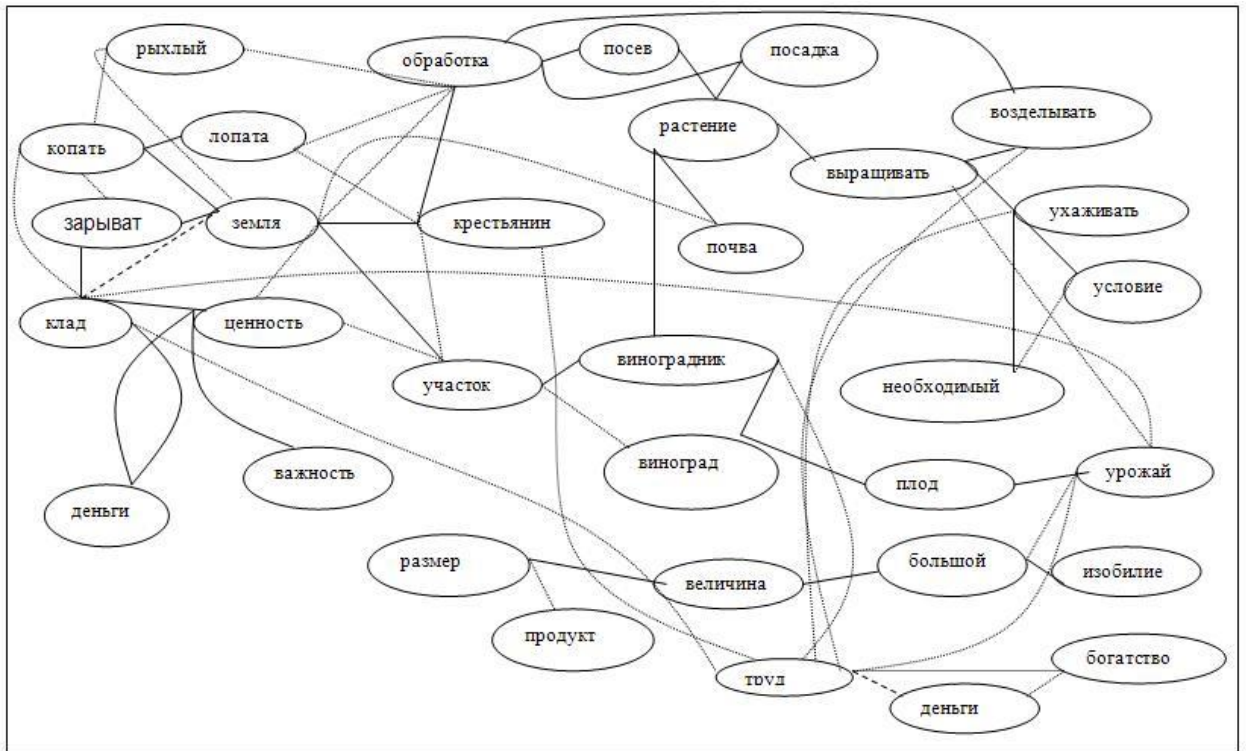
2. В какой форме и какой высоты должен быть Блок, находящийся ниже другого блока в Башне1?



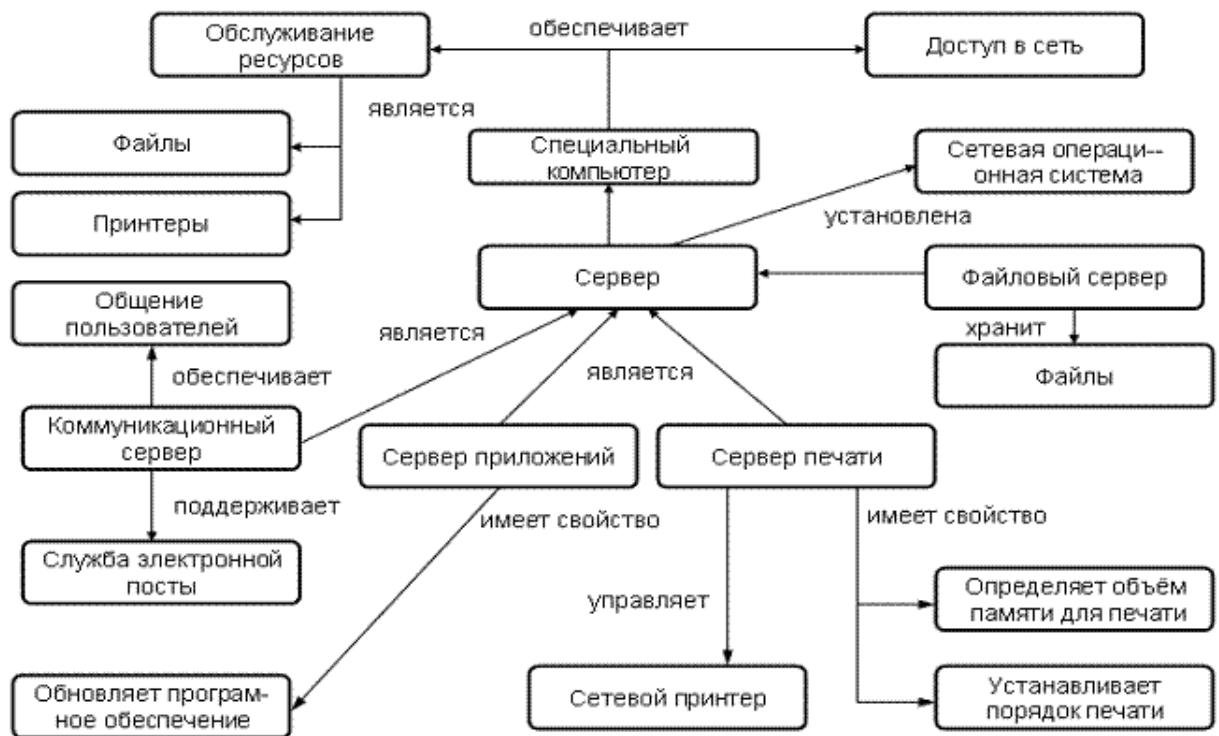
3. Добавить вершину сети так, чтобы была ещё одна связь между Сергеем и Андреем.



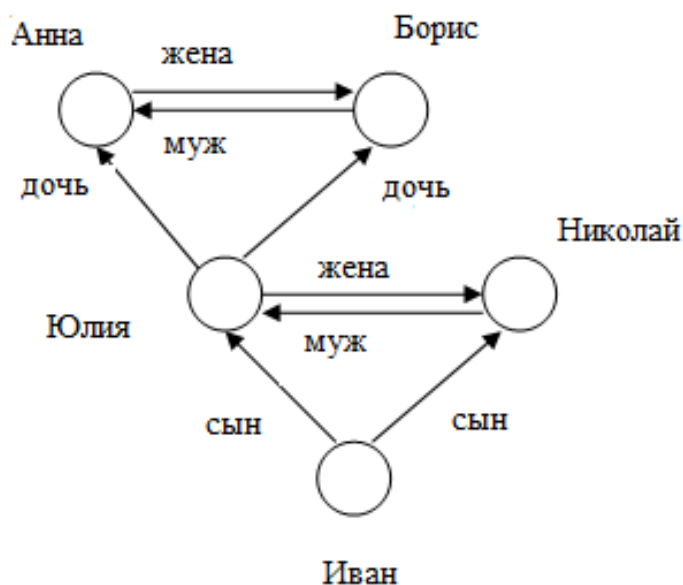
4. Как может крестьянин разбогатеть, что ему для этого надо сделать?



5. Чем схожи и чем отличаются серверы Файловый и Коммуникационный?



6. Какими родственными узлами связаны Анна и Николай?



№ 4. Используя фреймовую модель представления знаний реализовать структуру отношений

Ход работы:

1. Повторить теоретический материал
2. Составить отчет по созданию семантической сети в соответствии с выбранным вариантом:
 1. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Аэропорт» (диспетчерская).
 2. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Железная дорога» (продажа билетов).
 3. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Торговый центр» (организация).
 4. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Автозаправка» (обслуживание клиентов).
 5. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Автопарк» (пассажирские перевозки).
 6. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Компьютерные сети» (организация).
 7. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Университет» (учебный процесс).
 8. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Компьютерная безопасность» (средства и способы ее обеспечения).
 9. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Компьютерная безопасность» (угрозы).

10. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Интернет-кафе» (организация и обслуживание).

11. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Разработка информационных систем» (ведение информационного проекта).

12. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Туристическое агентство» (работа с клиентами).

13. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Зоопарк» (организация).

14. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Кухня» (приготовление пищи).

15. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Больница» (прием больных).

16. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Кинопрокат» (ассортимент и работа с клиентами).

17. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Прокат автомобилей» (ассортимент и работа с клиентами).

18. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Операционные системы» (функционирование).

19. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Информационные системы» (виды и функционирование).

20. Построить фреймовую и семантическую модель представления знаний в предметной области «Предприятие» (структура и функционирование).

Контрольные вопросы:

1. Что такое семантическая сеть и для чего ее применяют?
2. Каким образом представляются данные в семантической сети?
3. Какие отношения предложены в качестве операторов отношения для группировки вершин?
4. Чем семантическая сеть отличается от фреймов?
5. Что такое фрейм и для чего он применяется?

Критерии оценки:

оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в выполненных заданиях нет ошибок, неточностей;

– возможна одна (две) неточность, не являющаяся следствием незнания или не понимания материала.

оценка «4» ставится, если:

– правильно выполнена большая часть работы (свыше 85%), допущено не более трех ошибок;

– работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны.

оценка «3» ставится, если:

– работа выполнена не полностью, допущено более трех ошибок, но обучающийся владеет основными знаниями, умениями по проверяемой дисциплине.

оценка «2» ставится, если:

– допущены существенные ошибки, показывающие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями, умениями по данной дисциплине

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: «Описание предметной области, разработка базы фактов и правил ИС»

Цель: формирование навыков построения модели предметной области, описывания решаемой задачи правилами продукционной системы и формализация используемых знаний.

Перечень оснащения и оборудования, источников: ПК, раздаточный материал

Время на подготовку и выполнение: 2 часа

План выполнения задания:

1. Повторить теоретический материал (Приложение 5)
2. Выполнить задания в соответствии с номером Вашего варианта
3. Ответить на контрольные вопросы
4. Используя скриншоты и текст программы, создать отчет о проделанной работе, отчет содержит файлы с заданиями

Задание:

№ 1. Построить базу фактов, отражающую предметную область, соответствующую номеру Вашего варианта

Ход работы:

- 1) Описать предметную область: определение характера решаемых задач, выявить информационные объекты и их свойства, отношения между объектами
- 2) Построить семантическую сеть, фреймы
- 3) Написать факты
- 4) Написать не менее пяти правил
- 5) Написать вопросы к правилам и фактам

Список тем

- 1) Родословная Романовых
- 2) Царства в биологии
- 3) Географические объекты (страны, столицы, материки, границы государств)
- 4) Состав компьютера
- 5) Компьютерные сети
- 6) Организационная структура университета
- 7) Субъекты РФ
- 8) Устройство автомобиля
- 9) Родственные отношения (сваты, зять, свекры и т.д.)
- 10) Аудитория (описание) при составляющих: вместимость, назначение, составляющие, местонахождение
- 11) Животный мир при составляющих: вид, тип, среда обитания, особенности поведения
- 12) Географии какого-либо региона, государство, страна, континент, широта
- 13) Диагностики глазных заболеваний, категории болезней, патофизиологическое состояние, наблюдения, симптомы
- 14) Распознавания химических структур, формула вещества, свойства вещества, область применения, меры предосторожности

№ 2. Решить логическую задачу согласно варианту.

Варианты:

1) Трое, назовем их А, Б и В оказались вместе: один из России, другой из Финляндии, третий из Англии. Один из них увлекается математикой, другой - астрономией, а третий - литературой.

а. А живет не в России, Б - не в Финляндии

б. Тот, кто из России равнодушен к математике, а финн любит астрономию.

с. Для Б не интересна литература.

Чем увлекается В и из какой он страны?

2) По древнему поверью, у каждого месяца есть свой камень-талисман. Так, июню, июлю и сентябрю соответствуют камни рубин, сапфир и жемчуг. Эти камни означают мудрость, здоровье и благополучие. У какого месяца какой камень-талисман и что он означает, если известно, что:

– жемчуг и рубин не соответствуют сентябрю;

– в июне и июле мудрости не наблюдается;

– здоровье не соответствует рубину;

– благополучие не относится к июню.

3) Три друга – Петр, Роман и Сергей учатся на математическом, физическом и химическом факультетах университета. Если Петр математик, то Сергей не физик. Если Роман не физик, то Петр – математик. Если Сергей не математик, то Роман – химик. Определите специальность Сергея.

4) На новогодний праздник три друга – Евгений, Николай, Алексей, выбрали себе костюмы трех богатырей: Ильи Муромца, Алеши Поповича, Добрыни Никитича. Известно, что:

а) Евгений – самый высокий.

б) Выбравший костюм Добрыни Никитича меньше ростом, чем выбравший костюм Ильи Муромца.

в) Алексею не подошел костюм Добрыни Никитича.

д) Ни у одного из друзей имя не совпадает с именем богатырей, выбранных костюмов. Какой костюм выбрал каждый из друзей?

5) Три друга заняли первое, второе и третье места в соревнованиях универсиады. Друзья — разной национальности, зовут их по-разному и любят они разные виды спорта. Майкл предпочитает баскетбол и играет лучше чем американец. Израильтянин Саймон играет лучше теннисиста. Игрок в крикет занял первое место. Кто является австралийцем? Каким видом спорта занимается Ричард?

б) Один из пяти братьев разбил окно. Андрей сказал: Это или Витя, или Коля.

Витя сказал: «Это сделал не я и не Юра».

Дима сказал: «Нет, один из них сказал правду, а другой неправду».

Юра сказал: «Нет, Дима ты не прав».

Их отец, которому, конечно можно доверять, уверен, что не менее трех братьев сказали правду. Кто разбил окно?

7) В автомобильных гонках три первых места заняли Алеша, Петя и Коля. Какое место занял каждый из них, если Петя занял не второе и не третье место, а Коля - не третье?

8) Витя, Юра и Миша сидели на скамейке. В каком порядке они сидели, если известно, что Миша сидел слева от Юры, а Витя слева от Миши.

9) Трое ребят вышли гулять с собакой, кошкой и хомячком. Известно, что Петя не любит кошек и живет в одном подъезде с хозяйкой хомячка. Лена дружит с Таней, гуляющей с кошкой. Определить, с каким животным гулял каждый из детей.

10) Беседуют трое друзей: Белов, Рыжов, Чернов. Брюнет сказал Белову: "Посмотри, один из нас блондин, другой – рыжий, третий – брюнет, но ни у кого цвет волос не соответствует фамилии". Какой цвет волос у каждого собеседника?

- a) Фамилия("Белов").
- b) Фамилия("Чернов").
- c) Фамилия("Рыжов").
- d) Цвет("светлый").
- e) Цвет("рыжий").
- f) Цвет("четный").

11) Антон и Максим носят фамилии Шилов и Гвоздев. Какую фамилию носит каждый из них, если Максим с Шиловым живут в разных домах.

12) Три подружки вышли в белом, зеленом и синем платьях. Только у Ани цвета платья и туфель совпадают, ни туфли, ни платье Вали не были белыми. Наташа была в зеленых туфлях. Определить цвета платьев и туфель каждой из подруг.

Контрольные вопросы:

1. Что такое знания? Приведите примеры
2. Что такое факты? Приведите примеры
3. Что такое вопросы? Приведите примеры
4. Что такое знания? Приведите примеры

Критерии оценки:

оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в выполненных заданиях нет ошибок, неточностей;
- возможна одна (две) неточность, не являющаяся следствием незнания или непонимания материала.

оценка «4» ставится, если:

– правильно выполнена большая часть работы (свыше 85%), допущено не более трех ошибок;

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны.

оценка «3» ставится, если:

– работа выполнена не полностью, допущено более трех ошибок, но обучающийся владеет основными знаниями, умениями по проверяемой дисциплине.

оценка «2» ставится, если:

– допущены существенные ошибки, показывающие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями, умениями по данной дисциплине

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Тема: «Использование правил продукции. Прямая цепочка рассуждений»

Цель: Научиться использовать метод правил продукции для представления знаний на основе прямой цепочки рассуждений

Перечень оснащения и оборудования, источников: ПК, раздаточный материал

Время на подготовку и выполнение: 2 часа

План выполнения задания:

1. Повторить теоретический материал
2. Просмотреть демонстрационный пример.
3. Выполнить задания в соответствии с номером Вашего варианта
4. Построить прямую цепочку рассуждений
5. Реализовать программу для прямой цепочки рассуждений
6. Ответить на контрольные вопросы
7. Используя скриншоты и текст программы, создать отчет о проделанной работе,

отчет содержит файлы с заданиями

Задание:

Обобщённый алгоритм работы системы, реализующий прямую цепочку рассуждений, можно свести к следующему :

1. Определить исходное состояние.
 2. Занести переменную условия в очередь переменных логического вывода, а её значение - в список переменных.
 3. Просмотреть список переменных и найти ту переменную, имя которой стоит в начале очереди переменных логического вывода. Если переменная найдена, записать в указатель переменных условия номер правила и число 1. Если переменная не найдена, перейти к шагу 6.
 4. Присвоить значения не проинициализированным переменным условной части найденного правила (если такие есть). Имена переменных содержатся в списке переменных условия. Проверить все условия правила и в случае их истинности обратиться к части ТО правила.
 5. Присвоить значение переменной, входящей в часть ТО правила, и поместить её в конец очереди переменных логического вывода.
 6. Удалить переменную, стоящую в начале очереди переменных логического вывода, если она больше не встречается в условной части какого-либо правила.
- Закончить процесс рассуждений, как только опустеет очередь переменных логического вывода. Если же в очереди ещё есть переменные, вернуться к шагу 3.

Пример. Прямой вывод. Для простоты предполагается, что правила не содержат переменных.

facts

вода (symbol)

сухо (symbol)

закрыто (symbol)

predicates

nondeterm утечка (symbol)

nondeterm неисправность (symbol)

nondeterm неПоступает (symbol, symbol)

clauses % известные на данный момент факты

вода (гостиная).

сухо (ванная).

закрыто (окно).

% правила

утечка (ванная) :- % 1

вода (гостиная),

сухо (кухня).

утечка (кухня) :- % 2

неисправность (кухня),

неПоступает (вода, снаружи).

неисправность (кухня) :- % 3

вода (гостиная),

сухо (ванная).

неПоступает (вода, снаружи) :- % 4

закрыто(окно).

goal утечка (кухня).

Поиск решения при прямой цепочке рассуждений:

1. На основе фактов, известных на момент решения задачи, можно решить только правило % 3. В результате состав фактов станет таким:

вода (гостиная).

сухо (ванная).

закрыто (окно).

неисправность (кухня).

2. Делается попытка решить очередное правило. Таким правилом станет правило %4. В результате к фактам добавиться еще один:

- вода (гостиная).
- сухо (ванная).
- закрыто (окно).
- неисправность (кухня).
- неПоступает (вода, снаружи).

3. Становится возможным решение правила %2, и получается ответ yes

Варианты заданий

Реализовать прямую цепочку рассуждений для следующих задач:

1. прогнозирование неисправностей электронной аппаратуры
2. прогнозирование неисправностей автомобиля
3. прогнозирование заболеваний (по выбору)
4. прогнозирование (по выбору)
 - a. спортивных мероприятий
 - b. телепередач
 - c. природных катаклизмов
- и т. п.
5. классификация объектов (по выбору)
6. задачи информационно-советующего характера (по выбору)
 - a. помощник заведующего склада
 - b. помощник аптекаря
 - c. помощник оператора справочной службы
 - d. выбор должности
 - e. проведение отпуска

Контрольные вопросы:

1. Что такое правила продукции и в чем их сущность?
2. В чем заключается смысл прямой цепочки рассуждений?
3. Из каких частей состоит производственная система?
4. Значение и применение частей производственной системы для представления знаний?

Критерии оценки:

оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в выполненных заданиях нет ошибок, неточностей;

– возможна одна (две) неточность, не являющаяся следствием незнания или не понимания материала.

оценка «4» ставится, если:

– правильно выполнена большая часть работы (свыше 85%), допущено не более трех ошибок;

– работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны.

оценка «3» ставится, если:

– работа выполнена не полностью, допущено более трех ошибок, но обучающийся владеет основными знаниями, умениями по проверяемой дисциплине.

оценка «2» ставится, если:

– допущены существенные ошибки, показывающие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями, умениями по данной дисциплине

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Тема: «Использование правил продукции для представления знаний обратная цепочка рассуждений»

Цель: Научиться строить дерево целей и разрабатывать алгоритм

Перечень оснащения и оборудования, источников: ПК, раздаточный материал

Время на подготовку и выполнение: 2 часа

План выполнения задания:

1. Повторить теоретический материал (Приложение 5)
2. Выполнить задания в соответствии с номером Вашего варианта
3. Ответить на контрольные вопросы
4. Используя скриншоты и текст программы, создать отчет о проделанной работе, отчет содержит файлы с заданиями

Например. Обратный вывод.

facts

вода (symbol)

сухо (symbol)

закрыто (symbol)

predicates

nondeterm утечка (symbol)

nondeterm неисправность (symbol)

nondeterm неПоступает (symbol, symbol)

clauses % известные на данный момент факты

вода (гостиная).

сухо (ванная).

закрыто (окно).

№ правила

утечка (ванная) :- № 1

вода (гостиная),

сухо (кухня).

утечка (кухня) :- № 2

неисправность (кухня),

неПоступает (вода, снаружи).

неисправность (кухня) :- № 3

вода (гостиная),

сухо (ванная).

неПоступает (вода, снаружи) :- № 4

закрыто(окно).

goal

утечка (кухня).

Поиск решения при обратной цепочке рассуждений:

1. Согласно цели утечка (кухня) делается попытка доказать правило №2.
2. Доказывается новая цель неисправность (кухня). Эта цель доказывается по правилу №3.
3. Доказывается следующая цель правила №2 неПоступает (вода, снаружи). Эта цель подтверждается по правилу №4.
4. Все цели правила №2 согласованы, получается ответ yes.

Задание:

Варианты заданий

Реализовать обратную цепочку рассуждений для следующих задач:

1. прогнозирование неисправностей электронной аппаратуры
2. прогнозирование неисправностей автомобиля
3. прогнозирование заболеваний (по выбору)
4. прогнозирование (по выбору)
 - a. спортивных мероприятий
 - b. телепередач
 - c. природных катаклизмови т. п.
5. классификация объектов (по выбору)
6. задачи информационно-советующего характера (по выбору)
 - a. помощник заведующего склада
 - b. помощник аптекаря
 - c. помощник оператора справочной службы
 - d. выбор должности
 - e. проведение отпуска

Контрольные вопросы:

1. Что такое дерево целей при выборе?
2. Как построить дерево целей?
3. В чем заключается смысл обратной цепочки рассуждений?
4. Чем прямая цепочка рассуждений отличается от обратной?

Критерии оценки:

оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в выполненных заданиях нет ошибок, неточностей;
- возможна одна (две) неточность, не являющаяся следствием незнания или не

понимания материала.

оценка «4» ставится, если:

– правильно выполнена большая часть работы (свыше 85%), допущено не более трех ошибок;

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны.

оценка «3» ставится, если:

– работа выполнена не полностью, допущено более трех ошибок, но обучающийся владеет основными знаниями, умениями по проверяемой дисциплине.

оценка «2» ставится, если:

– допущены существенные ошибки, показывающие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями, умениями по данной дисциплине

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Тема: «Использование теории Байеса при проектировании интеллектуальных систем»

Цель: научиться использовать формулы условной вероятности при построении базы знаний

Перечень оснащения и оборудования, источников: ПК, раздаточный материал

Время на подготовку и выполнение: 2 часа

План выполнения задания:

1. Повторить теоретический материал
2. Выполнить задания в соответствии с номером Вашего варианта
3. Ответить на контрольные вопросы
4. Используя скриншоты и текст программы, создать отчет о проделанной работе, отчет содержит файлы с заданиями

Задание. Описать правила и реализовать программный код, используя теорию Байеса для следующих задач:

Ход работы:

1. Написать правила, используя теорию Байеса;
 2. Подсчитать вероятность наступления события;
 3. Реализовать «дружественный интерфейс» пользователя;
 4. Организовать вывод информации пользователю;
 5. Описать программное обеспечение реализации Вашей задачи.
- Выбрать вариант задания в соответствии с номером компьютера.

Варианты задания:

1. диагностика неисправностей электронной аппаратуры
2. диагностика неисправностей автомобиля
3. диагностика заболеваний (по выбору)
4. прогнозирование (по выбору)
 - a. спортивных мероприятий
 - b. телепередач
 - c. природных катаклизмов
5. классификация объектов (по выбору)
6. задачи информационно-советующего характера (по выбору)

- a. помощник заведующего склада
- b. помощник аптекаря
- c. помощник оператора справочной службы
- d. выбор должности
- e. проведение отпуска

Контрольные вопросы

1. Какие данные являются исходными для расчета вероятности наступления события?
2. Какие данные вводятся экспертом?
3. В чём отличие создания правил при использовании теории вероятностей?
4. В чем отличие программной реализации при использовании диалога с пользователем?

Критерии оценки:

оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в выполненных заданиях нет ошибок, неточностей;
- возможна одна (две) неточность, не являющаяся следствием незнания или непонимания материала.

оценка «4» ставится, если:

- правильно выполнена большая часть работы (свыше 85%), допущено не более трех ошибок;
- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны.

оценка «3» ставится, если:

- работа выполнена не полностью, допущено более трех ошибок, но обучающийся владеет основными знаниями, умениями по проверяемой дисциплине.

оценка «2» ставится, если:

- допущены существенные ошибки, показывающие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями, умениями по данной дисциплине

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Тема: «Использование коэффициента уверенности при проектировании интеллектуальных систем с нечеткой логикой»

Цель: научиться использовать формулы для вычисления коэффициента уверенности на практических примерах

Перечень оснащения и оборудования, источников: ПК, раздаточный материал

Время на подготовку и выполнение: 2 часа

План выполнения задания:

1. Повторить теоретический материал
2. Выполнить задания в соответствии с номером Вашего варианта
3. Ответить на контрольные вопросы
4. Используя скриншоты и текст программы, создать отчет о проделанной работе, отчет содержит файлы с заданиями

Задание: Описать правила и реализовать программный код, используя теорию нечеткой логики

Ход работы:

1. Написать правила, используя коэффициенты уверенности теорию Байеса;
2. Подсчитать вероятность наступления события;
3. Реализовать «дружественный интерфейс» пользователя;
4. Организовать вывод информации пользователю;
5. Описать программное обеспечение реализации Вашей задачи.

Выбрать вариант задания в соответствии с номером компьютера.

Варианты задания:

1. диагностика неисправностей электронной аппаратуры
2. диагностика неисправностей автомобиля
3. диагностика заболеваний (по выбору)
4. прогнозирование (по выбору)
 - a. спортивных мероприятий
 - b. телепередач
 - c. природных катаклизмов
5. классификация объектов (по выбору)
6. задачи информационно-советующего характера (по выбору)
 - a. помощник заведующего склада
 - b. помощник аптекаря
 - c. помощник оператора справочной службы
 - d. выбор должности
 - e. проведение отпуска

Контрольные вопросы:

1. Какие переменные называются лингвистическими?
2. В каких случаях используются КУ?
3. В каких пределах изменяется КУ?
4. В чём отличие создания правил при использовании КУ?

Критерии оценки:

оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в выполненных заданиях нет ошибок, неточностей;
- возможна одна (две) неточность, не являющаяся следствием незнания или непонимания материала.

оценка «4» ставится, если:

- правильно выполнена большая часть работы (свыше 85%), допущено не более трех ошибок;
- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны.

оценка «3» ставится, если:

- работа выполнена не полностью, допущено более трех ошибок, но обучающийся владеет основными знаниями, умениями по проверяемой дисциплине.

оценка «2» ставится, если:

- допущены существенные ошибки, показывающие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями, умениями по данной дисциплине

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Тема: «Изучение основ разработки приложений экспертных систем в среде CLIPS»

Цель: Изучение основных возможностей и базовых команд среды продукционного программирования CLIPS и освоение способов разработки экспертной системы

Перечень оснащения и оборудования, источников: ПК, раздаточный материал

Время на подготовку и выполнение: 2 часа

План выполнения задания:

1. Повторить теоретический материал
2. Выполнить задания в соответствии с номером Вашего варианта
3. Ответить на контрольные вопросы
4. Используя скриншоты и текст программы, создать отчет о проделанной работе,

отчет содержит файлы с заданиями

Задание: Разработать приложения экспертных систем в среде CLIPS

1. Запустить систему CLIPS (файл *clipswin.exe*). Активизировать окно просмотра текущего списка фактов (подпункт «Facts Window» пункта «Windows» главного меню). Выполнить следующую последовательность действий, фиксируя после каждого шага состояние списка фактов:

- сбросить систему в исходное состояние командой (clear);
- выполнить начальную установку командой (reset) или комбинацией клавиш ^E;

- ввести 3 любых упорядоченных факта командой (assert), например: (assert (n n) (m m) (p p));

- повторно выполнить сброс командой (reset);
- установить 3 ранее вводимых упорядоченных факта в качестве исходных фактов, используя конструкцию (deffacts);

- выполнить сброс командой (reset).

2. Активизировать дополнительно окно просмотра агенды (подпункт «Agenda Window» пункта «Windows» главного меню). Выполнить следующую последовательность действий, фиксируя после каждого шага состояния списка фактов и агенды:

- используя конструкцию (defrule), ввести три правила, такие, что антецеденты первых двух правил сопоставляются с комбинацией фактов, заданных ранее конструкцией (deffacts), а консеквенты этих правил добавляют новые факты, сопоставляемые с антецедентом третьего правила. Пусть, например, X, Y и Z – факты, заданные конструкцией (deffacts). Тогда структура вводимых правил может быть представлена следующим образом:

- $X \& Y \Rightarrow V$;

- $Y \& Z \Rightarrow W$;

- $V \& W \Rightarrow U$;

- выполнить по шагам активизацию правил (используя «горячую» комбинацию ^T).

2. Разработка демонстрационной экспертной системы

- Сформировать, пользуясь редактором CLIPS, базу знаний демонстрационной ЭС и сохранить ее в файле *rulebase.CLP*. Предметную область экспертной системы выбрать по согласованию с преподавателем.

- Общее количество правил в базе знаний (БЗ) должно быть не менее 25. Количество значений переменных должно выбираться таким образом, чтобы БЗ отвечала требованию полноты, т.е. содержала правила, соответствующие любым сочетаниям значений переменных в левых частях правил. Например, если переменная «свободное время» имеет 3 значения («отсутствует», «мало» и «много»), а переменная «погода» – 2 значения («плохая» и «хорошая»), то максимальное число правил для определения переменной «действие» будет равно 6.

- В качестве примера, использовать фрагмент базы знаний, содержащийся в файле *rulebase.CLP*.

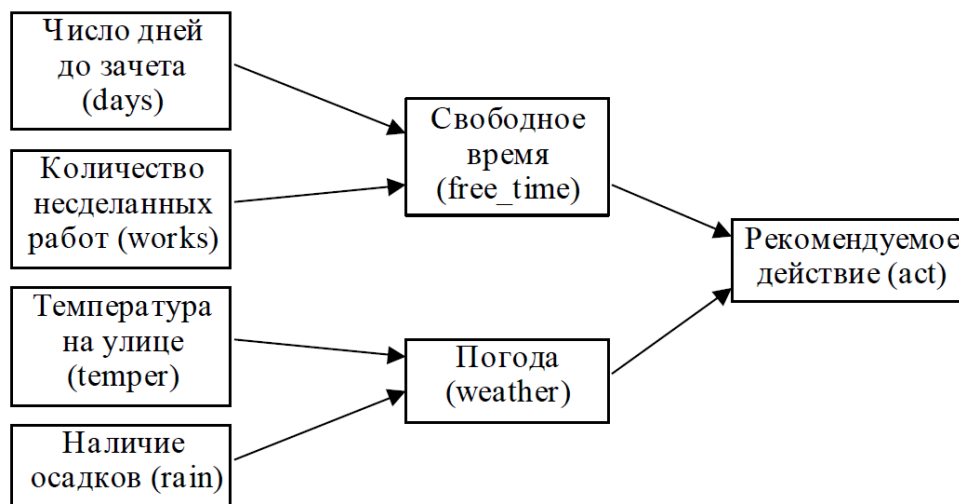
- Для активизации ЭС в среде CLIPS использовать пакетный файл *run_lab1.BAT*, который может быть запущен с использованием пункта «Load Batch» меню «File».
- Оттестировать ЭС на различных комбинациях входных значений в пошаговом режиме. Продемонстрировать работу ЭС преподавателю.

Содержание отчёта

- Цель работы.
- Краткое изложение основных теоретических понятий.
- Постановка задачи с кратким описанием порядка выполнения работы.
- Демонстрация работы базовых команд CLIPS.
- Структура ЭС.
- Демонстрация работы ЭС.
- Общий вывод по проделанной работе.
- Код программы.

Пример выполнения задания

Данная ЭС выработывает рекомендации студенту накануне зачета и имеет четыре входные переменные («число дней до зачета», «количество несделанных лабораторных работ (в %)\», «температура на улице» и «наличие осадков»), две промежуточные («свободное время» и «погода») и выходную переменную («рекомендуемые действия»). Диаграмма зависимости переменных показана на рис. 1, в скобках указаны возможные имена переменных.



Реализация ЭС в среде CLIPS

rulebase.CLP

```

(defrule data-input
  (initial-fact)
  )
  
```

=>

```
(printout t crlf "Введите число дней до зачета (целое значение): ")  
  
(bind ?days (read))  
  
(if (numberp ?days)  
  
  then (assert (days ?days))  
  
  else (printout t "Введите число" crlf))  
  
(printout t crlf "Введите число несделанных лабораторных работ (в %): ")  
  
(bind ?works (read))  
  
(assert (works ?works)))
```

.....

```
(defrule R1  
  
  (days ?days)  
  
  (works ?works)  
  
  (test (and (= ?days 1) (<> ?works 0)))
```

=>

```
(printout t crlf crlf "Свободного времени нет!" crlf)  
  
(assert (freetime "no")))
```

```
(defrule R2  
  
  (days ?days)  
  
  (works ?works)  
  
  (test (and (= ?days 2) (>= ?works 10)))
```

=>

```
(printout t crlf crlf "Свободного времени нет!" crlf)  
  
(assert (freetime "no")))
```

```
(defrule R3

(days ?days)

(works ?works)

(test (and (= ?days 2) (< ?works 10)))

=>

(printout t crlf crlf "Свободного времени мало!" crlf)

(assert (freetime "a-little")))

(defrule R4

(days ?days)

(works ?works)

(test (and (= ?days 3) (> ?works 25)))

=>

(printout t crlf crlf "Свободного времени нет!" crlf)

(assert (freetime "no")))

;RULE: R5

;   IF:   days = 3 AND works <= 25 AND works > 10

;   THEN:  fretim = "little"

;RULE: R6

;   IF:   days = 3 AND works <= 10

;   THEN:  fretim = "many"

;RULE: R7

;   IF:   days = 4 AND works < 25

;   THEN:  fretim = "many"

;RULE: R8
```

```
; IF: days = 4 AND works >= 25 AND works < 75
; THEN: fretim = "little"
;RULE: R9
; IF: days = 4 AND works >= 75
; THEN: fretim = "no"
;RULE: R10
; IF: days = 5 AND works < 60
; THEN: fretim = "many"
;RULE: R11
; IF: days = 5 AND works >= 60 AND works < 90
; THEN: fretim = "little"
;RULE: R12
; IF: days = 5 AND works >= 90
; THEN: fretim = "no"
;RULE: R13
; IF: days > 5
; THEN: fretim = "many"
```

Контрольные вопросы:

1. Основные компоненты экспертных систем.
2. Какая форма записи используется в CLIPS для выражений?
3. Как организована база знаний в CLIPS?
4. Какой механизм используется для вывода новых знаний?

Критерии оценки:

оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в выполненных заданиях нет ошибок, неточностей;

– возможна одна (две) неточность, не являющаяся следствием незнания или непонимания материала.

оценка «4» ставится, если:

– правильно выполнена большая часть работы (свыше 85%), допущено не более трех ошибок;

– работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны.

оценка «3» ставится, если:

– работа выполнена не полностью, допущено более трех ошибок, но обучающийся владеет основными знаниями, умениями по проверяемой дисциплине.

оценка «2» ставится, если:

– допущены существенные ошибки, показывающие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями, умениями по данной дисциплине

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8, 9

Тема: «Моделирование интеллектуальных систем»

Цель: формирование навыков построения модели предметной области, описывания решаемой задачи правилами продукционной системы и формализация используемых знаний.

Перечень оснащения и оборудования, источников: ПК, раздаточный материал

Время на подготовку и выполнение: 4 часа

План выполнения задания:

1. Повторить теоретический материал
2. Выполнить задания в соответствии с номером Вашего варианта
3. Ответить на контрольные вопросы
4. Используя скриншоты и текст программы, создать отчет о проделанной работе, отчет содержит файлы с заданиями

Задание 1. Ознакомление с работой программ-агентов и интеллектуальных агентов, формулировка различий.

Задание 2. Использование интеллектуальных агентов в Internet

Контрольные вопросы:

1. Методы интеллектуального анализа гипертекстовых документов
2. Области использования мультиагентных систем.

Критерии оценки:

оценка «5» ставится, если:

– работа выполнена полностью;

– в выполненных заданиях нет ошибок, неточностей;

– возможна одна (две) неточность, не являющаяся следствием незнания или непонимания материала.

оценка «4» ставится, если:

– правильно выполнена большая часть работы (свыше 85%), допущено не более трех ошибок;

– работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны.

оценка «3» ставится, если:

– работа выполнена не полностью, допущено более трех ошибок, но обучающийся владеет основными знаниями, умениями по проверяемой дисциплине.

оценка «2» ставится, если:

– допущены существенные ошибки, показывающие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями, умениями по данной дисциплине

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

Тема: «Имитационное моделирование в среде AnyLogic»

Цель: выработка навыков разработки и исследования имитационных моделей процессов функционирования информационных систем в системе AnyLogic.

Перечень оснащения и оборудования, источников: ПК, раздаточный материал

Время на подготовку и выполнение: 2 часа

Порядок выполнения работы

1. Изучить методические указания.

2. Построить в среде Any Logic с использованием библиотеки моделирования процессов сетевую диаграмму для примера модели, заполнить необходимые таблицы для объектов модели. Запустить модель на выполнение.

3. Провести вычислительные эксперименты с имитационной моделью, получить результаты и проанализировать их. Оценить погрешность выходных величин.

4. Разработать модель в соответствии с индивидуальным заданием.

Требования к оформлению отчета

1. Название и цель работы, программное обеспечение.

2. Постановка задачи.

3. Описание модели на Any Logic.

4. План и анализ результатов вычислительных экспериментов с моделью.

5. Вместе с отчетом должны быть файлы с моделями

Методические указания по разработке моделей в AnyLogic

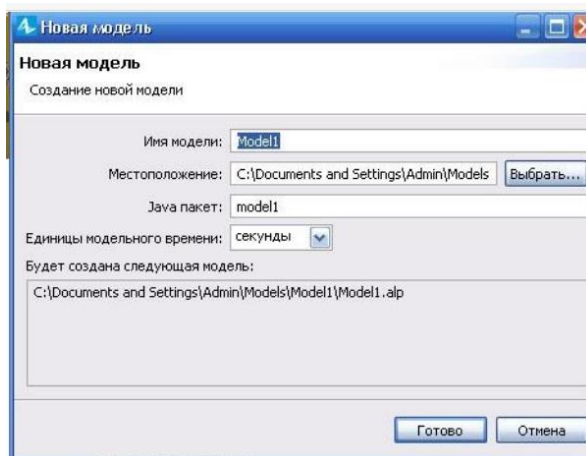
№ 1. Выполнить процесс построения модели: Сервер обрабатывает запросы, поступающие с рабочих станций с интервалами, распределенными по экспоненциальному зако-

ну с интенсивностью 5 запросов в секунду. Время обработки сервером одного запроса распределено по экспоненциальному закону со средним значением 100 мс. Сервер имеет входной буфер емкостью максимум на 3 запросов.

Ход работы

1. Создание диаграммы процесса.

Шаг 1. Создание новой модели. Для этого щелкните мышью по кнопке панели инструментов «Создать модель». Появится диалоговое окно «Новая модель».



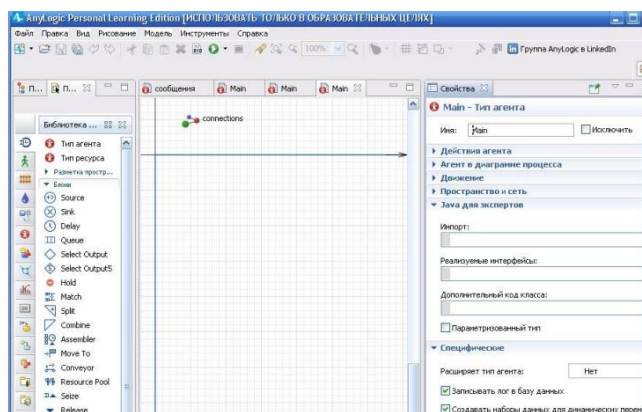
–Задайте имя новой модели: Server1

–Выберите каталог, в котором будут сохранены файлы модели. Если Вы хотите сменить предложенный по умолчанию каталог на какой-то другой, Вы можете ввести путь к нему в поле «Местоположение» или выбрать этот каталог с помощью диалога навигации по файловой системе, открывающегося по нажатию на кнопку «Выбрать».

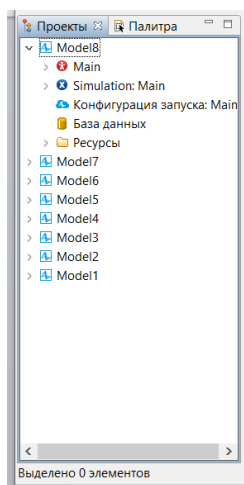
–Выберите единицу модельного времени: секунды.

–Щелкните мышью по кнопке «Готово», чтобы завершить процесс.

В результате будет создана новая модель, в которой уже имеется один тип агента Main и эксперимент Simulation.



Агенты - это главные строительные блоки модели AnyLogic. Агент Main служит местом, где зададим всю логику модели в виде диаграммы процесса потока сообщений в модели.



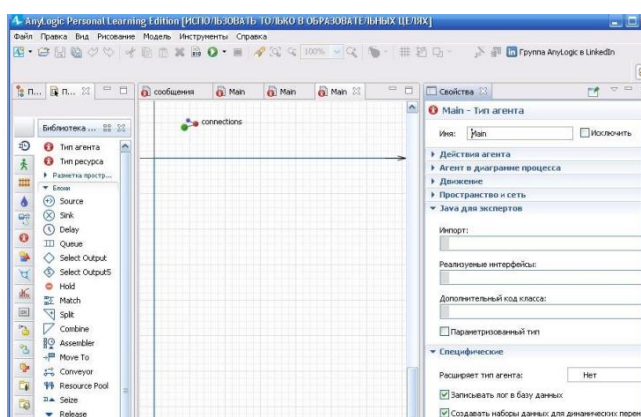
В центре рабочей области находится графический редактор диаграммы.

В левой части рабочей области находятся панель «Проекты» и панель «Палитра».

Панель «Проекты» обеспечивает легкую навигацию по элементам моделей, открытых в текущий момент времени. Поскольку модель организована иерархически, то она отображается в виде дерева.

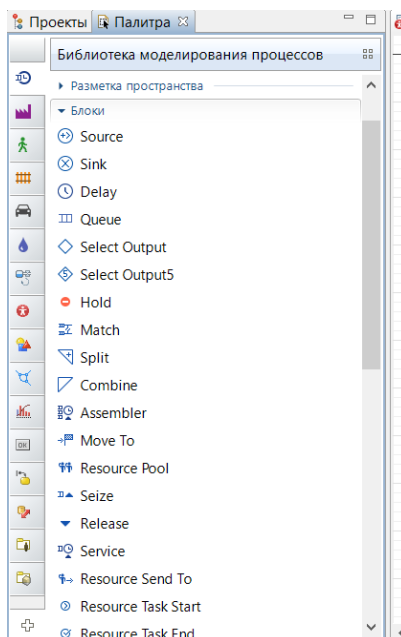
Панель «Палитра» содержит разделенные по палитрам элементы, которые могут быть добавлены на диаграмму типа агента или эксперимента.

В правой рабочей области отображается панель «Свойства». Панель «Свойства» используется для просмотра и изменения свойств выбранного в данный момент элемента модели. Когда вы выделяете какой-либо элемент, например, в панели «Проекты» или графическом редакторе, панель «Свойства» показывает свойства выбранного элемента.



Задать динамику процесса, создав диаграмму из блоков Библиотеки моделирования процессов. Каждый блок задает определенную операцию, которая будет производиться над проходящими по диаграмме процесса агентами. Диаграмма процесса в AnyLogic создается путем добавления объектов библиотеки из палитры на диаграмму агента, соеди-

нения их портов и изменения значений свойств блоков в соответствии с требованиями модели. По умолчанию при создании новой модели в панели «Палитра» открывается «Библиотека моделирования процессов».



В данной модели использованы объекты:

- Source – источник, который генерирует агентов определенного типа. Обычно он используется в качестве начальной точки диаграммы процесса, формализующей поток агентов. В нашем примере агентами будут сообщения;

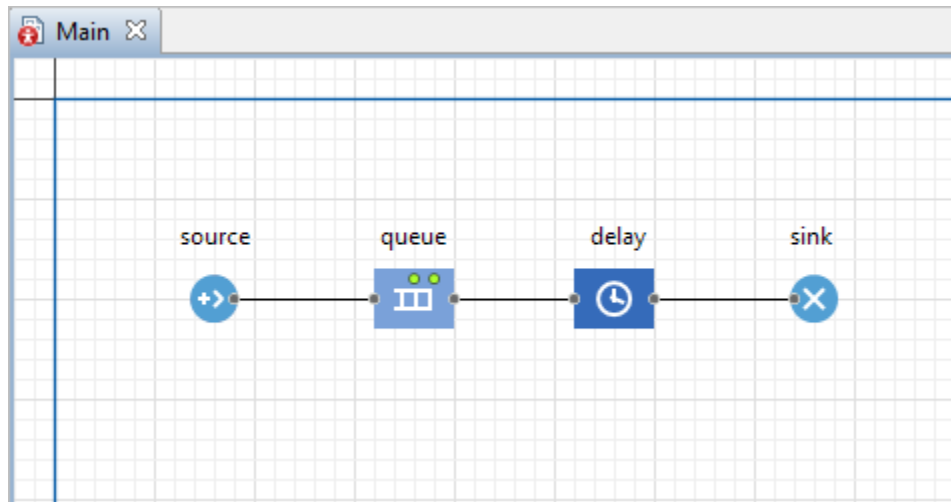
- Delay - задерживает агентов на заданный период времени, представляя в модели фазы задержки в терминале источника, в канале передачи, сервере. Этот объект содержит значение емкости, которое означает количество параллельно задерживаемых агентов;

- Selector – переключатель движения агентов (сообщений) на одно из двух направлений;

- Queue - очередь для агентов;

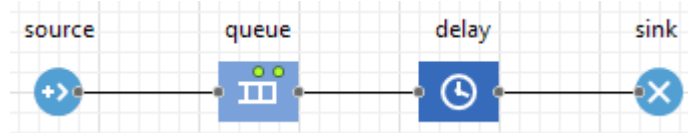
- Sink – терминатор (поглотитель) агентов.

Добавить блоки Библиотеки моделирования процессов на диаграмму и соединить их, как показано на рисунке. Чтобы добавить блок на диаграмму, перетащите требуемый элемент из палитры в графический редактор.



Когда вы перетаскиваете блоки и располагаете их рядом друг с другом, вы можете видеть, как появляются соединительные линии между блоками. Будьте внимательны, эти линии должны соединять только порты, находящиеся с правой или левой стороны иконок.

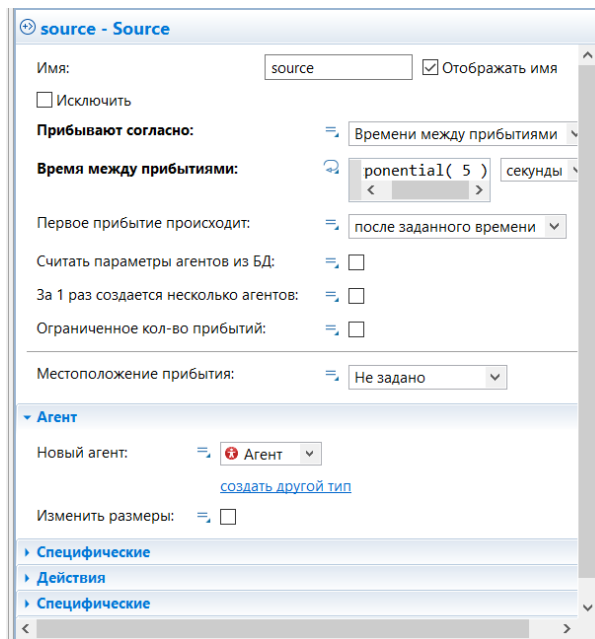
Данная схема моделирует простейшую систему очереди, состоящую из источника агентов, задержки (и очереди перед задержкой) и финального уничтожения агентов.



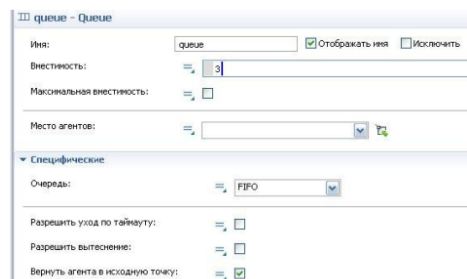
Настроим диаграмму простейшей системы массового обслуживания согласно заданным параметрам, для этого надо изменить некоторые свойства объектов:

Свойства выделенного щелчком мыши объекта появляются в нижней части окна.

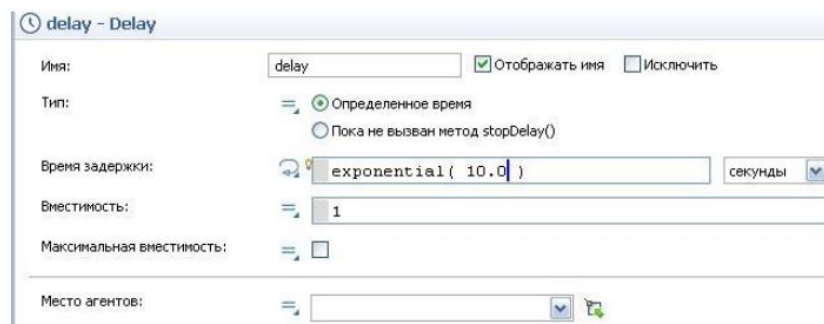
1. Выделим сначала объект source. Установим флажок, обозначающий, что запросы поступают согласно Времени между прибытиями. Установите согласно постановке задачи среднее значение интервалов времени поступления запросов на сервер, изменив свойства объекта source. Для этого введите в поле «Время между прибытиями» `exponential(5.0)`. Функция `exponential` является стандартной функцией генератора случайных чисел AnyLogic.



2. Следующий объект - queue. Он моделирует очередь заявок, ждущих освобождения сервера. Изменим свойства объекта queue. Зададим максимальную длину очереди. Для этого в поле «Вместимость» оставим значение 100, а потом установим значение 3. Чтобы включить сбор статистики по количеству запросов в очереди установим флажок «Включить сбор статистики»



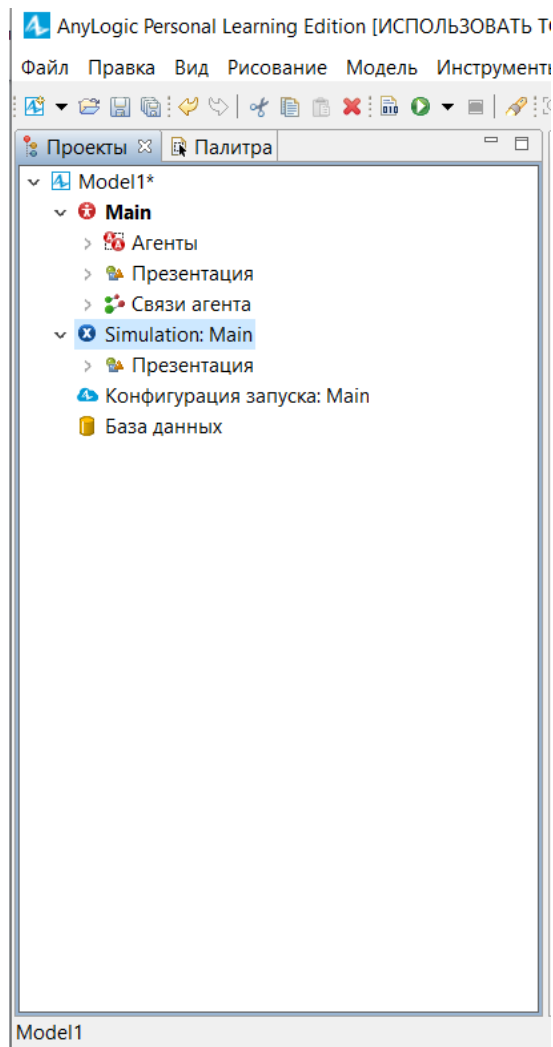
3. Следующим в модели является объект delay. Он задерживает заявки на заданный период времени, представляя в нашей модели непосредственно сервер, на котором обрабатываются запросы. В поле «Время задержки» введем exponential(10). Установим флажок «Включить сбор статистики».



4. Последним в модели является объект sink, который уничтожает поступившие заявки, вывода, таким образом, из модели обработанные сервером запросы.

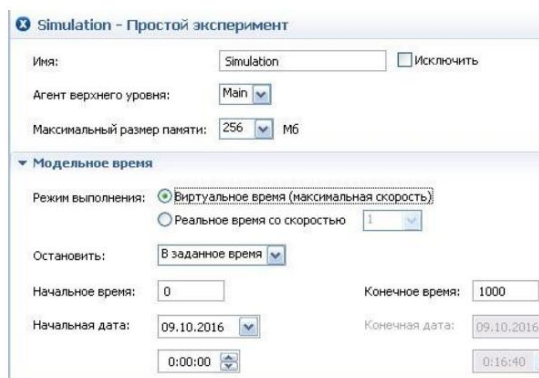
Настройка запуска модели.

В панели «Проекты» выбираем эксперимент, названный Simulation, создается по умолчанию. Это простой эксперимент, позволяющий запускать модель с заданными значениями параметров, поддерживающий режимы виртуального и реального времени, анимацию и отладку модели



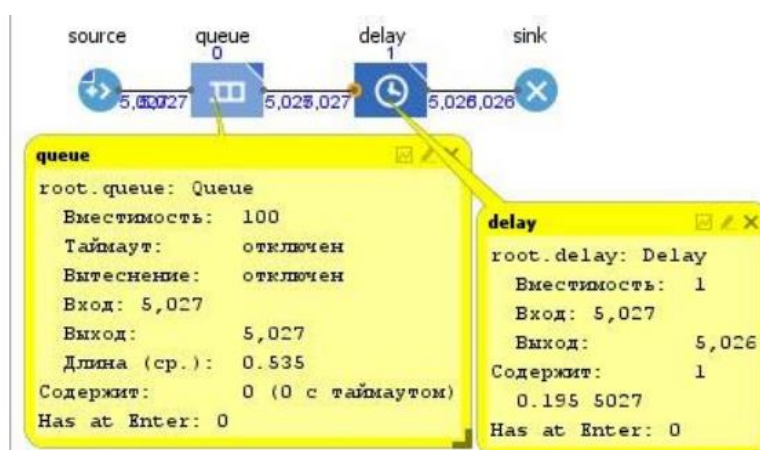
Если мы запустим модель, то моделирование будет продолжаться, пока не будет исчерпана выделенная память 256 Мб.

Установим режим выполнения – реальное время, начальное время 0, конечное время 1000 единиц модельного времени, после чего будет остановлено.



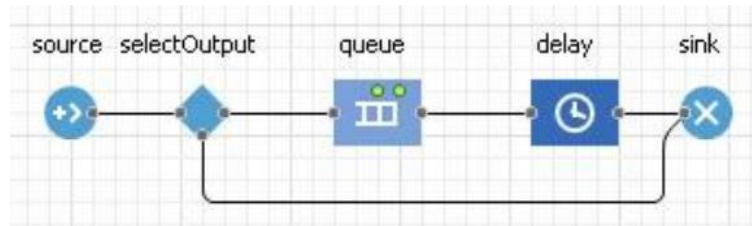
Для запуска модели щелкните мышью кнопку зеленого цвета панели инструментов «Запустить» (или нажмите F5).

Будет отображена презентация эксперимента. Вы можете изменить скорость выполнения модели с помощью кнопок «Замедлить» и «Ускорить» панели инструментов. Для каждого объекта определены правила, при каких условиях принимать заявки. Некоторые объекты задерживают заявки внутри себя, некоторые — нет. Для объектов также определены правила: может ли заявка, которая должна покинуть объект, ожидать на выходе, если следующий объект не готов ее принять. Если заявка должна покинуть объект, а следующий объект не готов ее принять, и заявка не может ждать, то модель останавливается с ошибкой. Вы также можете следить за состоянием любого блока диаграммы процесса во время выполнения модели с помощью окна инспекта этого объекта. Для этого во время работы модели щелкните мышью по значку нужного блока. Окно инспекта можно свободно перемещать и изменять его размеры. В окне инспекта будет отображена базовая информация по выделенному блоку: например, для блока queue будет отображена вместимость очереди, количество заявок, прошедшее через каждый порт объекта

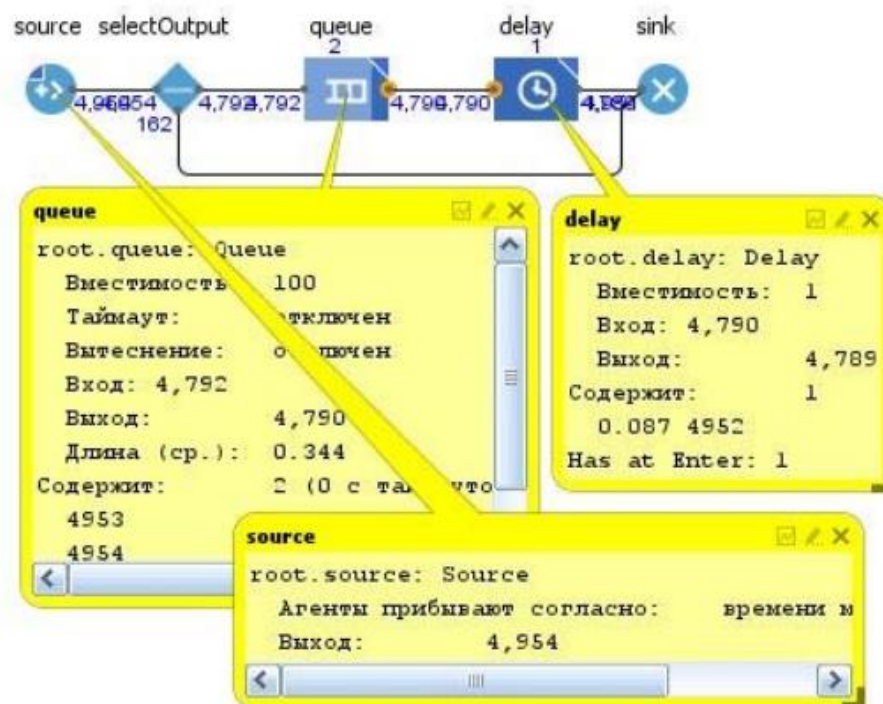
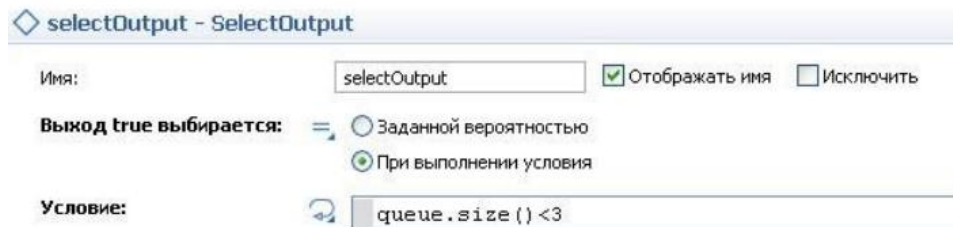


Для остановки работы модели, щелкните мышью экранную кнопку, имеющую вид маленького красного квадрата. Для получения оценки вероятности потери запроса, если длина очереди равна максимально допустимой величине, требуется небольшая доработка модели, которая была рассмотрена выше.

Ведем новый объект - Select Output, который будет направлять заявку в один из двух выходных портов: в очередь или в объект Sink. Для того, чтобы добавить связь, сделайте двойной клик на символе порта-источника, затем проведите линию до порта приемника и зафиксируйте конец линии одинарным кликом левой кнопки мыши.



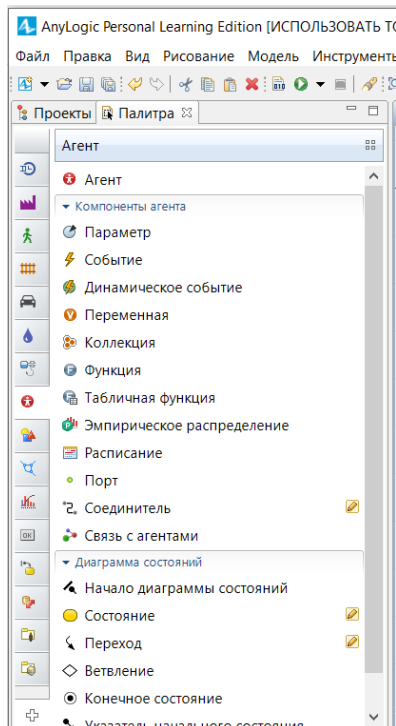
Условие направления в очередь – текущая длина очереди меньше 3, то есть `queue.size()<3`. Для корректировки модели необходимо сначала удалить связь между источником и очередью, а затем поместить между ними объект Select Output.



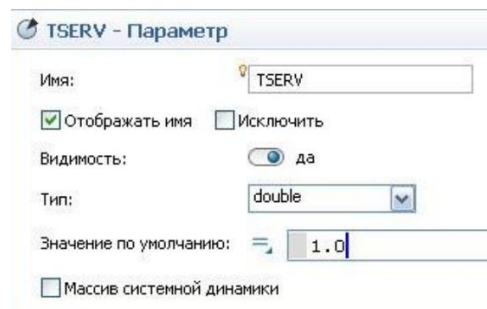
В результате выполнения эксперимента из источника поступило 4954 заявок, причем из них получили отказ 162 заявки. Таким образом, оценка вероятности потери заявки составит $162/4954=0,0327$.

Доработаем модель, введя следующие элементы:

- параметр TSERV, отображающий среднее время обработки в сервере и связанный с ним движок. Для создания параметра перетащите элемент «Параметр» из палитры «Агент» на диаграмму типа агентов



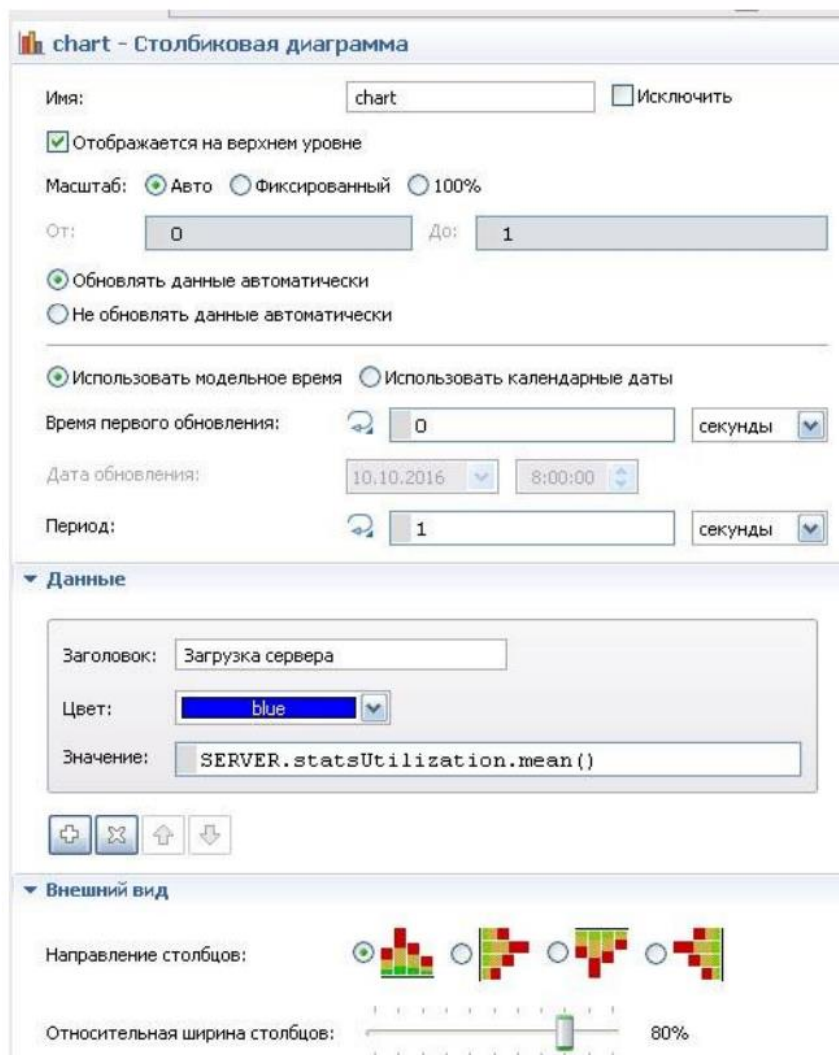
Перейдите в панель «Свойства» этого параметра. Введите имя параметра TSERV в поле «Имя». По этому имени параметр будет доступен из кода. Задайте тип параметра (double). В поле «Значение» по умолчанию введите 1.0.



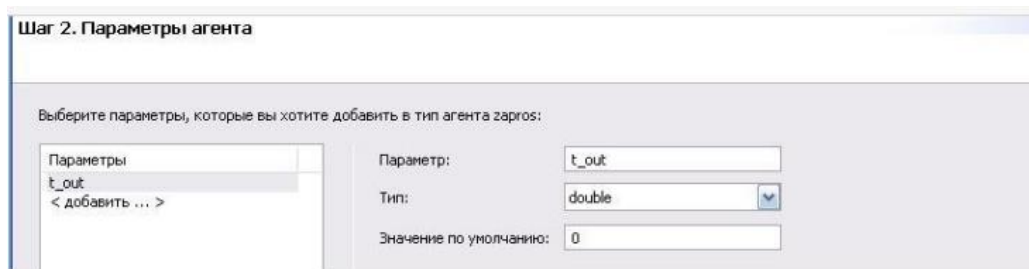
- переменную Potk - вероятность потери запросов. Аналогично параметру установите элемент «Переменная» и заполните ее свойства



- столбиковую диаграмму chart. Элемент «Столбиковая диаграмма» следует выбрать из палитры в закладке «Статистика». Переименуем для наглядности элемент delay в SERVER. Свойства Столбиковой диаграммы: В поле заголовка запишем «Загрузка сервера». Значением диаграммы является величина загрузки, которая вычисляется с помощью функции mean() в наборе данных statsUtilization объекта delay: SERVER.statsUtilization.mean(). В свойствах диаграммы настроить характеристики

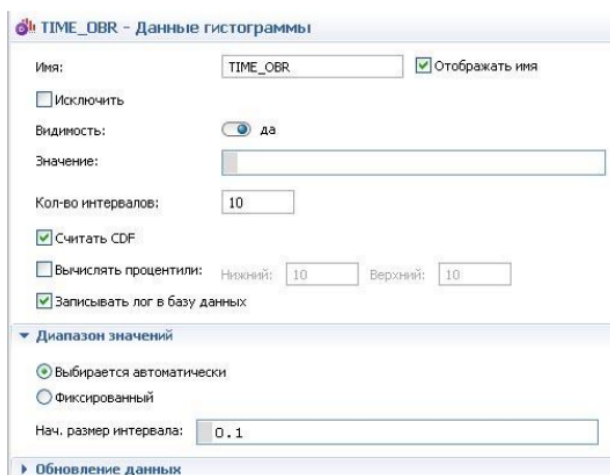


- гистограмму chart1 времени пребывания запроса в системе Totv. Чтобы иметь возможность получить время пребывания запроса в модели, потребуется в запросе ввести параметр, где будет храниться момент выдачи запроса. Для этой цели создадим нестандартный агент типа zapros, в котором введем параметр t_out. Для этого следует перенести из палитры элемент «Тип агента» на рабочую область модели, далее в открывшемся окне заполнить поле имени нового агента, выбрать вариант «нет» для анимации агента и нажать кнопку «Далее», чтобы добавить требуемые параметры агента

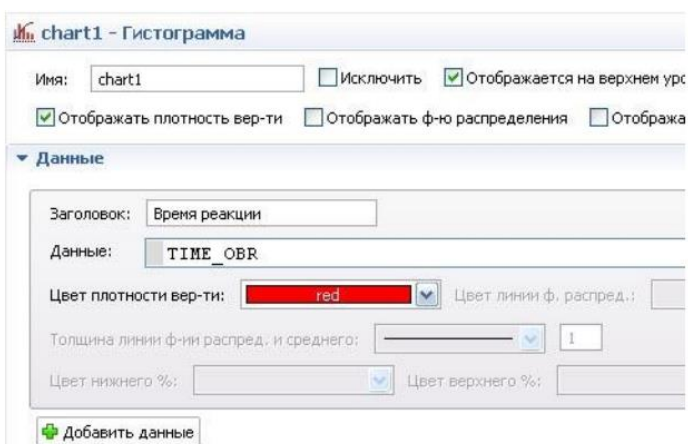


После создания агента типа `zargos` потребуется внести корректировку в элемент `source` (Источник), в свойствах которого теперь будет запись `Новый агент = zargos`. В закладке свойств «Специфические» также указать, что тип агента `zargos`. В поле действий выхода источника следует записать оператор `agent.t_out=time()`

Перенесем из палитры элементов `Статистика` в рабочее поле модели элемент `Данные гистограммы`, которому дадим имя `TIME_OBR`.



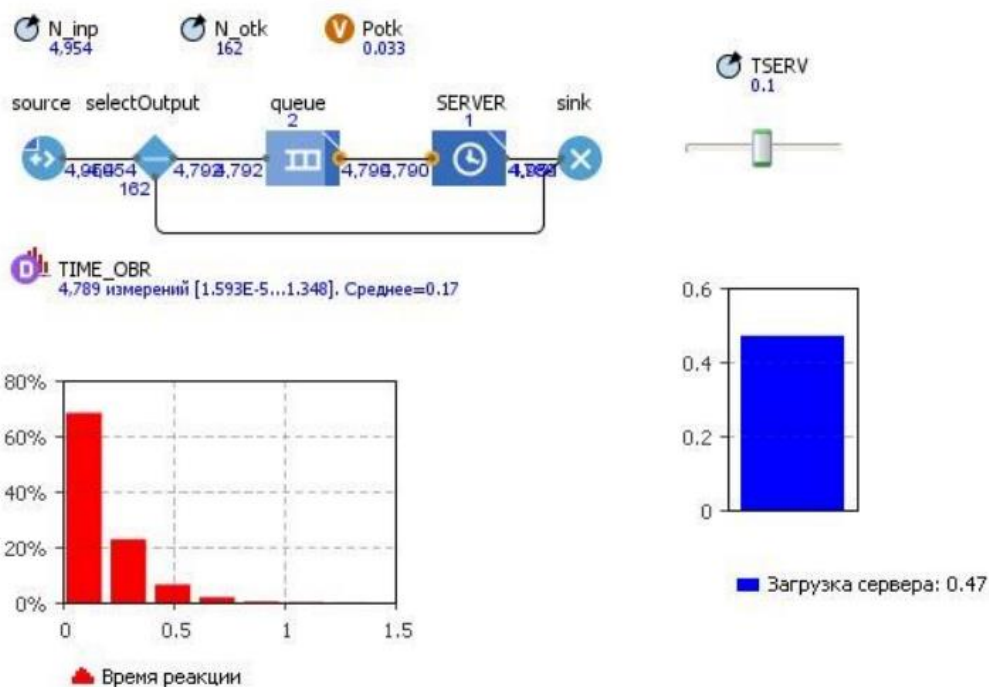
Последнее дополнение в модели - элемент «Гистограмма», которая выбирается в палитре в закладке «Статистика». Добавим в ее свойствах элемент записи о данных. В заголовке данных гистограммы запишем «Время реакции», а поле «Данные» укажем имя `TIME_OBR` элемента «Данные гистограммы»



Теперь осталось записать в свойствах объекта `SERVER` действия при выходе запроса - оператор `TIME_OBR.add(time()-agent.t_out)`, где в объекте `TIME_OBR` выполняет

метод add(), который добавляет в статистику величину промежутка от момента времени появления запроса до его выхода после обслуживания.

Результат запуска модифицированной модели представлен

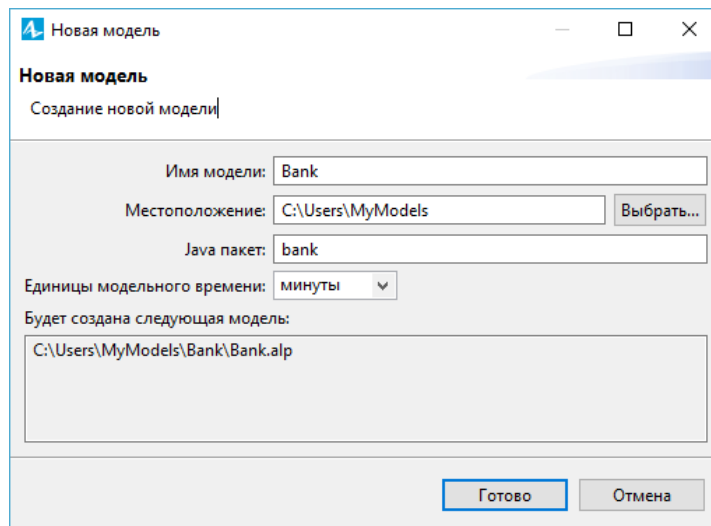


№ 2. Создать модель банковского отделения. В банковском отделении находятся банкомат и стойки банковских кассиров, что позволяет быстро и эффективно обслуживать посетителей банка. Операции с наличностью клиенты банка производят с помощью банкомата, а более сложные операции, такие как оплата счетов – с помощью кассиров.

Ход работы

Шаг 1. Создать модель, в которой рассматривается обслуживание людей банкоматом.

- Создайте новую модель: Файл/ Создать/ Новая модель.
 1. Задайте имя новой модели. В поле Имя модели введите Bank.
 2. Имя модели введите Bank.

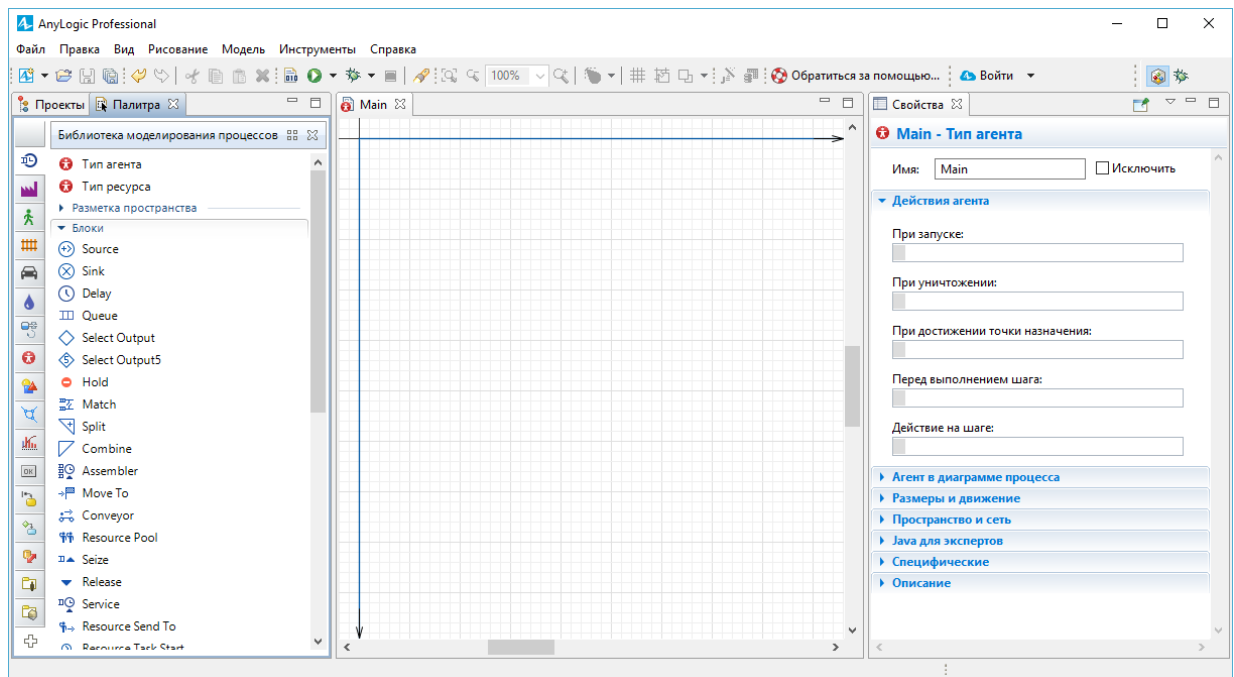


3. Выберите каталог, в котором будут сохранены файлы модели.
4. Выберите минуты в качестве Единиц модельного времени.
5. Щелкните мышью по кнопке Готово, чтобы завершить процесс.

Создана новая модель, в которой имеется один тип агента Main и эксперимент Simulation.

Агенты - это главные строительные блоки модели AnyLogic. В нашем случае агент Main служит местом, где задается логика модели: чертеж банковского отделения и диаграмма процесса потока клиентов.

В центре рабочей области находится графический редактор диаграммы типа агента Main.



В левой части рабочей области находятся панель Проекты и панель Палитра.

Панель Проекты обеспечивает легкую навигацию по элементам моделей, открытых в текущий момент времени. Поскольку модель организована иерархически, то она отображается в виде дерева.

Панель Палитра содержит разделенные по палитрам элементы, которые могут быть добавлены на диаграмму типа агента или эксперимента.

В правой рабочей области будет отображаться панель Свойства. Панель Свойства используется для просмотра и изменения свойств выбранного в данный момент элемента модели.

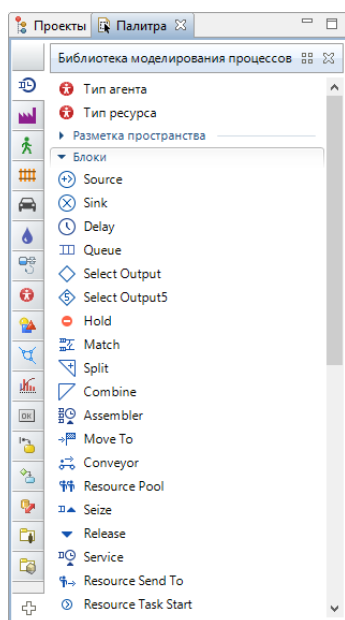
- Создание диаграммы процесса

Задать динамику процесса, для этого создать диаграмму из блоков Библиотеки моделирования процессов.

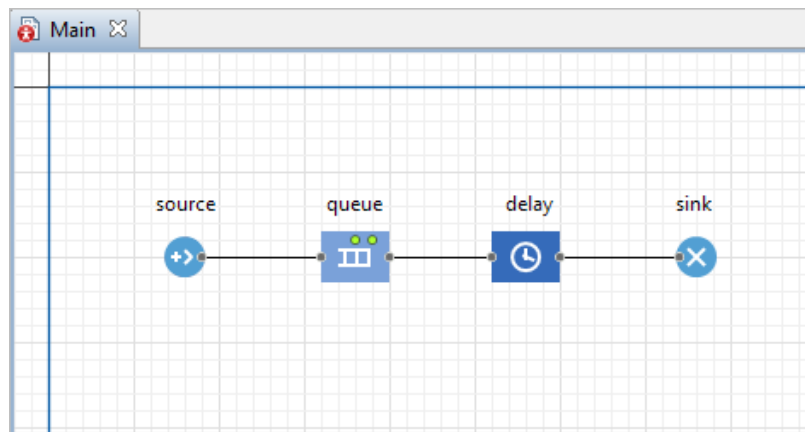
Каждый блок задает определенную операцию, которая будет производиться над проходящими по диаграмме процесса агентами.

Диаграмма процесса в AnyLogic создается путем добавления объектов библиотеки из палитры на диаграмму агента, соединения их портов и изменения значений свойств блоков в соответствии с требованиями модели.

1. По умолчанию при создании новой модели в панели Палитра открывается Библиотека моделирования процессов. Можно открывать палитры щелчком по соответствующей иконке на вертикальной панели слева от палитры:




2. Добавить блоки Библиотеки моделирования процессов на диаграмму и соединить их, как показано на рисунке. Чтобы добавить объект на диаграмму, перетащите требуемый элемент из палитры в графический редактор.





3. Когда перетаскиваете блоки и располагаете их рядом друг с другом, можно видеть, как появляются соединительные линии между блоками. Эти линии должны соединять только порты, находящиеся с правой или левой стороны иконок.


Данная схема моделирует простейшую систему очереди, состоящую из источника агентов, задержки (и очереди перед задержкой) и финального уничтожения агентов.

Объекты диаграммы.

-  Объект Source генерирует агентов определенного типа. Обычно он используется в качестве начальной точки диаграммы процесса, формализующей поток агентов. В нашем примере агентами будут посетители банка, а объект Source будет моделировать их приход в банковское отделение.

-  Объект Queue моделирует очередь агентов, ожидающих приема объектами, следующими за данным в диаграмме процесса. В нашем случае он будет моделировать очередь клиентов, ждущих освобождения банкомата.

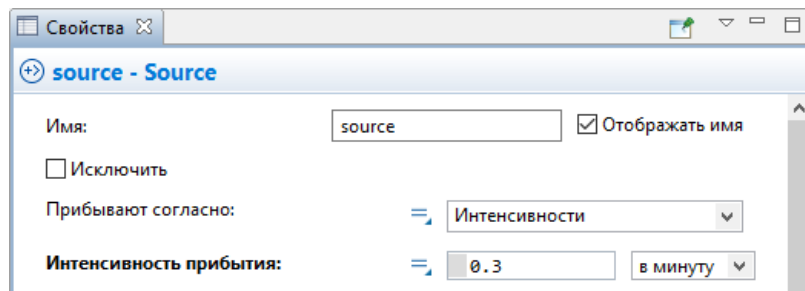
-  Объект Delay задерживает агентов на заданный период времени, представляя в нашей модели банкомат, у которого посетитель банковского отделения тратит свое время на проведение необходимой ему операции.

-  Объект Sink уничтожает поступивших агентов. Обычно он используется в качестве конечной точки потока агентов (и диаграммы процесса соответственно).

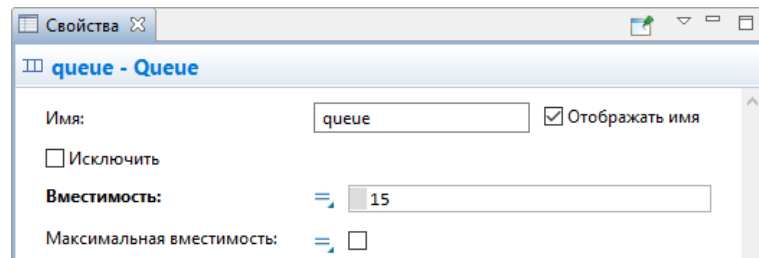
- Настроить блоки диаграммы

1. Чтобы изменить свойства элемента, нужно выделить элемент в графическом редакторе или в панели Проекты, щелкнуть по нему мышью. Свойства элемента откроются в панели Свойства.

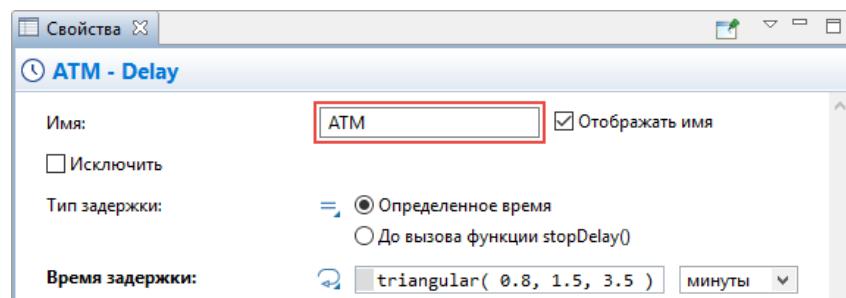
2. Выделить блок source. В панели Свойства укажите, как часто должны прибывать клиенты. Введите 0.3 и выберите в минуту в поле Интенсивность прибытия.



3. Изменить свойства блока queue. Введите в поле Вместимость 15. В очереди будут находиться не более 15 человек.



4. Изменить свойства блока delay. Назовите объект АТМ. Задайте время обслуживания в поле Время задержки, распределенное по треугольному закону со средним значением, равным 1.5, минимальным - равным 0.8 и максимальным - 3.5 минутам.



Функция `triangular()` является стандартной функцией генератора случайных чисел AnyLogic. AnyLogic предоставляет функции и других случайных распределений, таких как нормальное, равномерное, треугольное, и т.д.

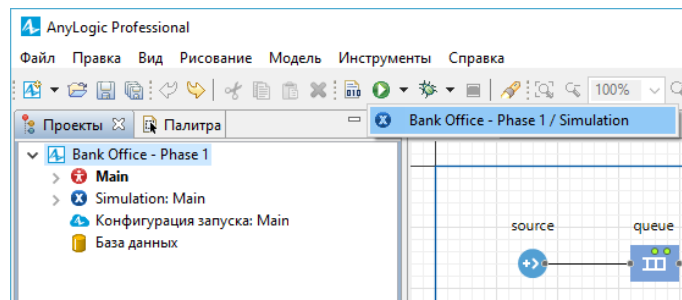
- Запуск модели

Моделирование простейшей системы очереди готово, можно запустить созданную модель. Постройте модель Модель/ Построить, при этом в рабочей области AnyLogic должен быть выбран какой-то элемент именно этой модели. Если в модели есть какие-нибудь ошибки, то построение не будет завершено, и в панель Ошибки будет выведена информация об ошибках, обнаруженных в модели. Двойным щелчком мыши по ошибке в этом списке вы можете перейти к месту ошибки, чтобы исправить ее.

После того, как все ошибки исправлены, модель можно запустить

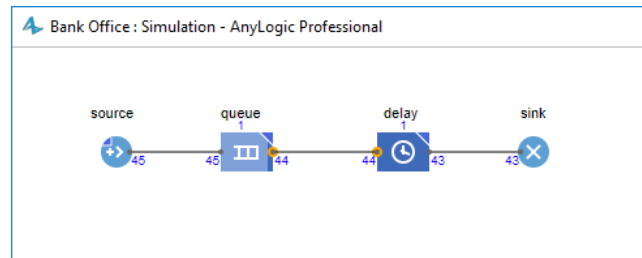
- Запустить модель



1. Выполнить команду Модель/ Запустить



Запустив модель, появляется окно модели, в котором отображена презентация агента верхнего уровня модели, по умолчанию это тип агента Main.

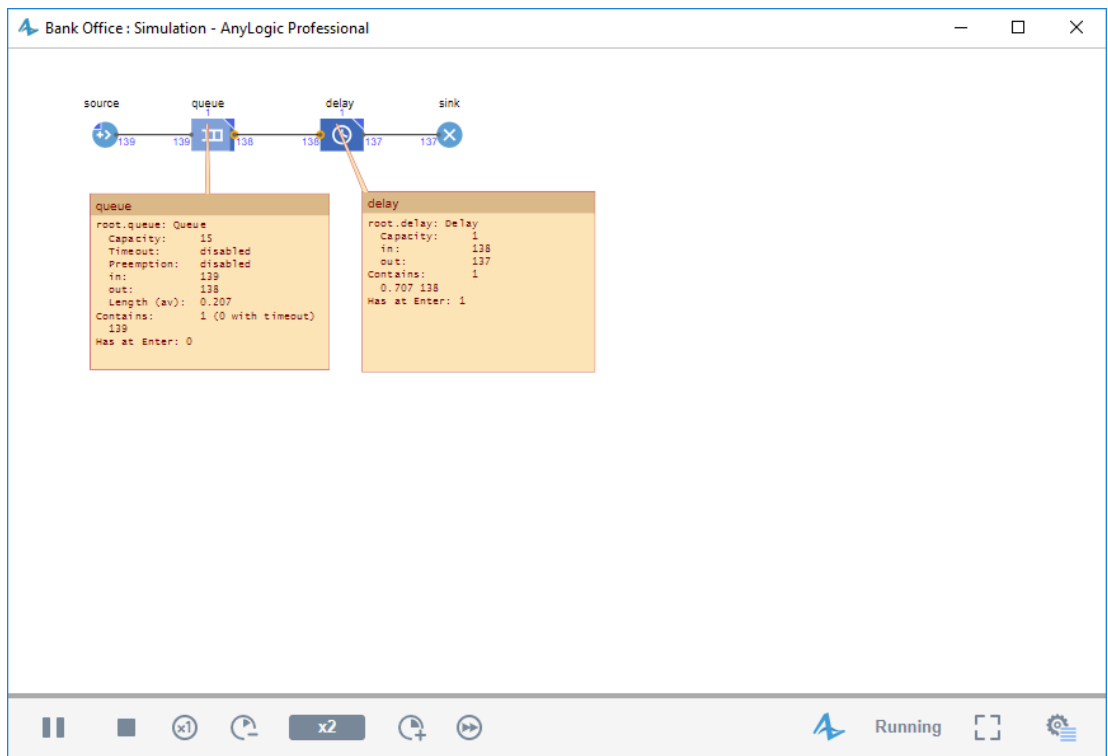
Для каждой модели, созданной с помощью объектов Библиотеки моделирования процессов, автоматически создается блок-схема с наглядной визуализацией процесса, с помощью которой можно изучить текущее состояние модели, например, длину очереди, количество обслуженных человек и так далее.



Можно изменить скорость выполнения модели с помощью кнопок панели инструментов  Замедлить и  Ускорить.

Можно следить за состоянием любого блока диаграммы процесса во время выполнения модели с помощью окна инспекта этого объекта. Чтобы открыть окно инспекта, щелкните мышью по значку блока. В окне инспекта будет отображена базовая информация по выделенному блоку: например, для блока Queue будет отображена вместимость очереди, количество агентов, прошедших через каждый порт объекта, и т.д.

Строка Содержит отображает количество агентов, находящихся в данный момент на объекте вместе с ID этих агентов.



- Шаг 2. Создание анимации модели

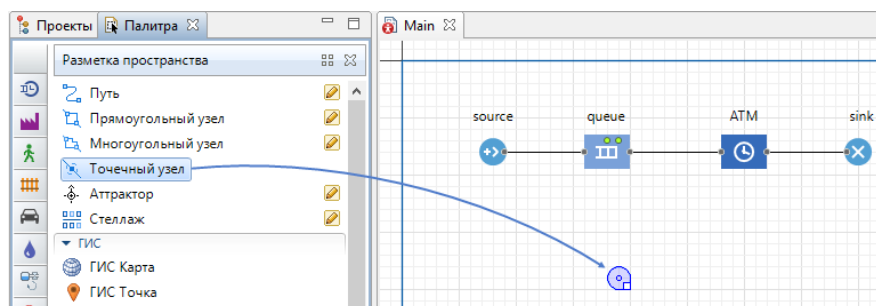
Создать визуализированный план банковского отделения, т.к. в примере нас не интересует конкретное расположение объектов в пространстве, поэтому настроим анимацию банкомата и ведущую к нему очередь клиентов. Анимация модели рисуется в том же графическом редакторе, в которой задается и диаграмма моделируемого процесса.

Добавление фигур разметки пространства:

- Задайте фигуру анимации банкомата

1. Нарисовать точечный узел, обозначающий банкомат. Открыть палитру Разметка пространства панели Палитра.

2. Перетащить элемент Точечный узел из палитры Разметка пространства в графический редактор и поместить его под блок-схемой процесса.

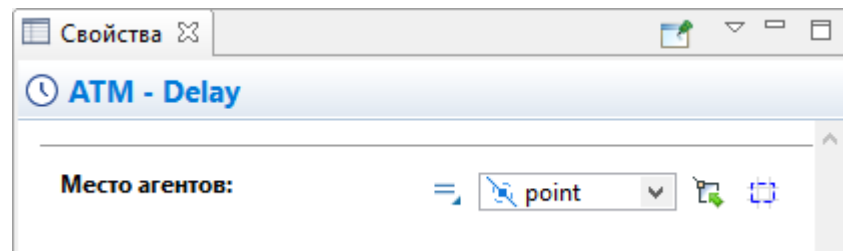


3. Выделить щелчком точечный узел в графическом редакторе, чтобы открыть для него панель Свойства. Настроить свойства так, чтобы во время моделирования менялся цвет фигуры, для этого ввести выражение, которое будет постоянно вычисляться заново при выполнении модели, в поле Цвет: `ATM.size() > 0 ? red : green`. Здесь ATM – это имя

нашего объекта Delay. Функция size() возвращает число человек, обслуживаемых в данный момент времени. Если банкомат занят, то цвет кружка будет красным, в противном случае - зеленым.

4. Выделить щелчком блок delay, названный нами АТМ, в диаграмме процесса, чтобы открыть его свойства.

5. Выбрать точечный узел point, который только что был нарисован в параметре Место агентов. Вы можете выбрать его из выпадающего списка подходящих объектов, щелкнув стрелку "вниз", или выбрать фигуру из графического редактора, предварительно щелкнув кнопку справа от параметра (в таком случае все неподходящие объекты в графическом редакторе будут обесцвечены).

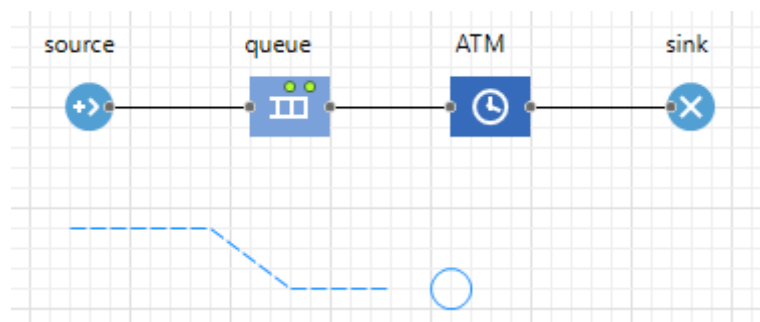


- Задать фигуру анимации очереди к банкомату

1. Нарисовать путь, обозначающий очередь к банкомату. Откройте палитру Разметка пространства панели Палитра.

2. Двойным щелчком выделить элемент Путь палитры Разметка пространства, чтобы перейти в режим рисования.

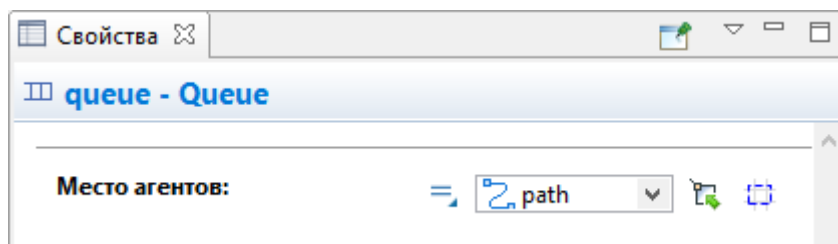
3. Нарисовать путь точка за точкой, последовательно щелкая мышью в тех точках диаграммы, куда вы хотите поместить вершины линии. Чтобы завершить рисование, добавьте последнюю точку пути двойным щелчком мыши.



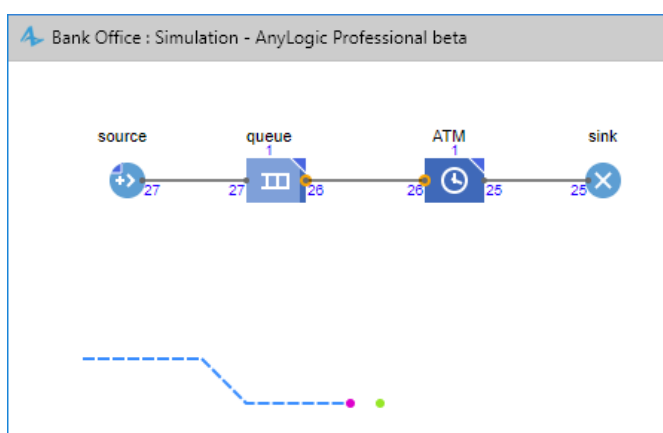
4. Выделить щелчком блок queue в диаграмме процесса, чтобы открыть для него панель Свойства.

5. Выбрать путь path, который только что нарисовали в параметре Место агентов. Вы можете выбрать его из выпадающего списка подходящих объектов, щелкнув стрелку "вниз", или выбрать фигуру из графического редактора, предварительно щелкнув кнопку

справа от параметра (в таком случае все неподходящие объекты в графическом редакторе будут обесцвечены).



6. Запустить модель и изучить ее поведение. В результате отобразится модель: банкомат и ведущая к нему очередь клиентов. Цвет фигуры банкомата будет меняться в зависимости от того, обслуживается ли клиент в данный момент времени.

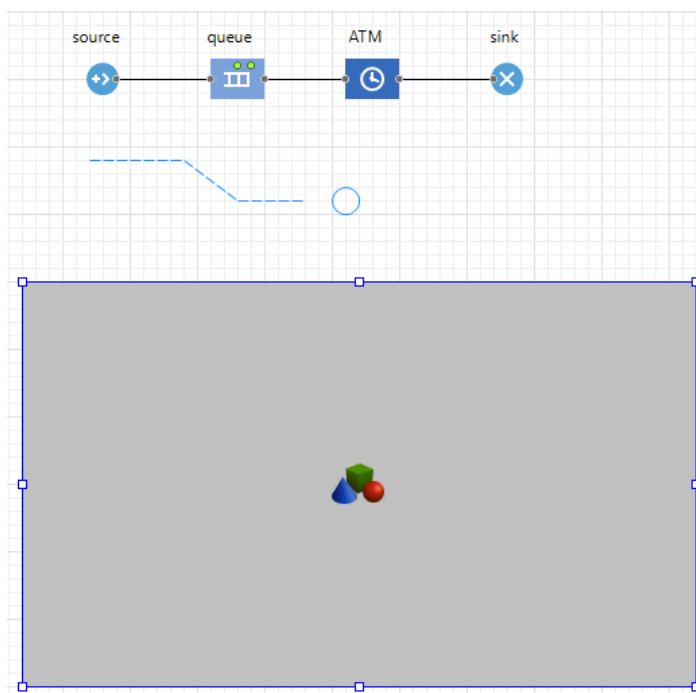


- Добавление 3D анимации

Добавить на диаграмму типа агента 3D Окно, которое используется для задания на диаграмме агента области, в которой во время запуска модели будет отображаться трехмерная анимация этой модели.


1. Перетащить элемент 3D Окно  из секции 3D палитры Презентация в графический редактор.

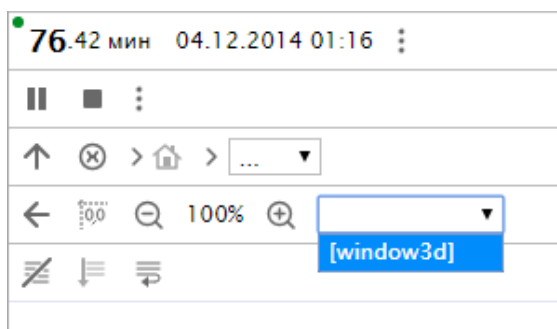
2. Вы увидите в графическом редакторе закрашенную серым область. Поместить ее туда, где вы хотите видеть 3D анимацию во время запуска модели:



• Перемещение в 3D анимации

Теперь вы можете запустить модель и наблюдать простую 3D анимацию.

1. При создании 3D окна, AnyLogic добавляет область просмотра, которая позволяет легко переключаться к сцене 3D анимации во время выполнения модели. Чтобы переключиться к 3D анимации в запущенной модели, откройте панель разработчика, щелкнув по кнопке  Показать/скрыть панель разработчика в правом углу панели управления. В открывшейся панели разработчика раскройте список Выберите область и покажите и выберите опцию [window3d].



2. Можно перемещаться по 3D сцене с помощью мыши и следующих клавиш:


Чтобы	Выполните следующие действия
Переместить сцену	1. Нажмите левую кнопку мыши в области 3D окна и держите ее нажатой. 2. Передвиньте мышь в направлении перемещения.
Повернуть сцену	1. Нажмите клавишу Alt и держите ее нажатой.

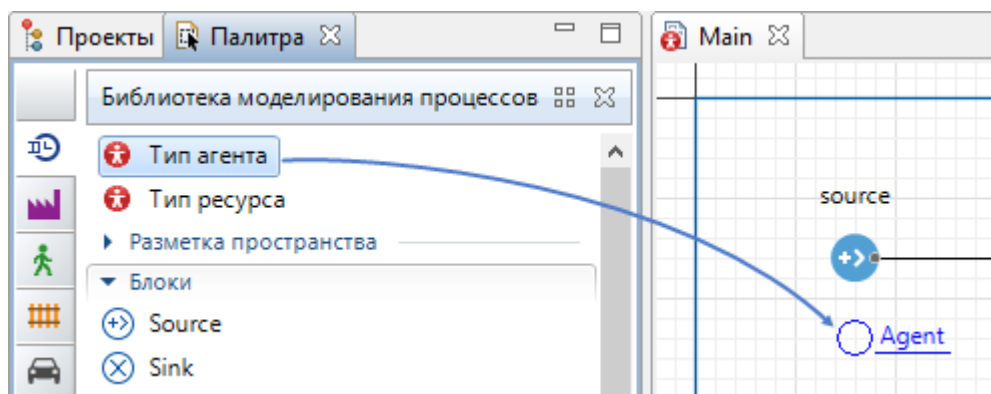
	<p>2. Нажмите левую кнопку мыши в области 3D окна и держите ее нажатой.</p> <p>3. Передвиньте мышь в направлении вращения.</p>
Приблизить/отдалить сцену	<p>1. Покрутите колесо мыши от/на себя в области 3D окна.</p>

- Добавить 3D объект

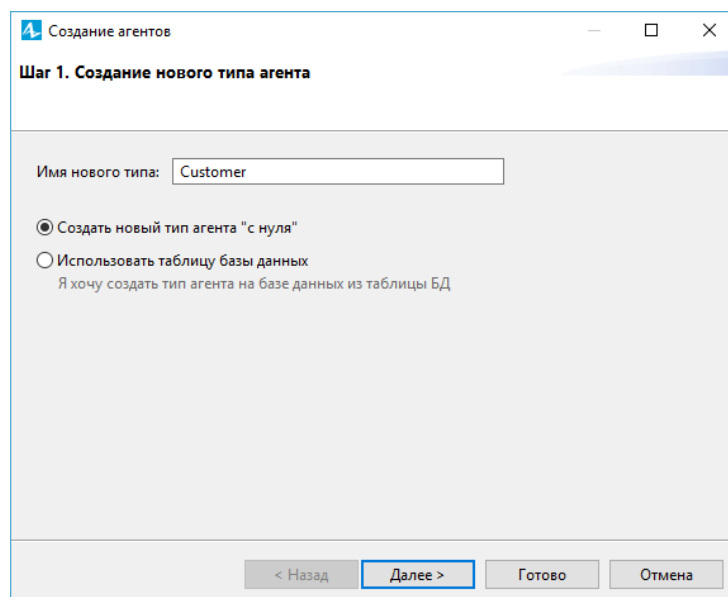
Задать фигуру клиента банка. По умолчанию клиенты в нашей модели обозначались цветными точками и отображались цветными цилиндрами в 3D анимации. Если мы хотим задать нестандартный тип клиента и выбрать для него красивую фигуру анимации, нам нужно создать новый тип агента.

- Создать новый тип агента

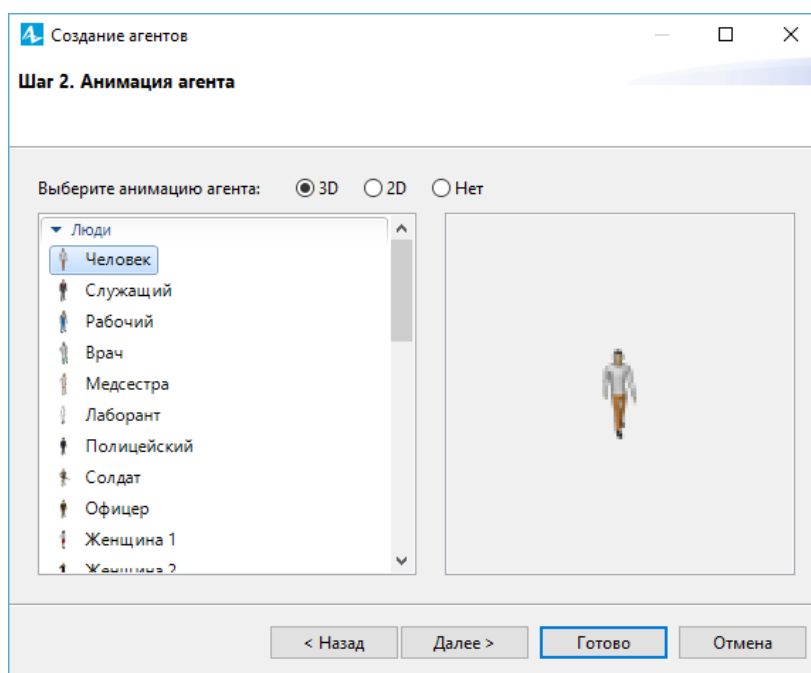
1. Открыть Библиотеку моделирования процессов в панели Палитра.
2. Перетащить элемент Тип агента  в графический редактор.



3. Открыть диалоговое окно Мастера создания агентов на шаге Создание нового типа агента. Введите Customer в поле Имя нового типа, оставьте опцию Создать новый тип агента "с нуля" выбранной. Нажмите Далее.



4. Выбрать опцию 3D для типа анимации и фигуру анимации Человек из списка 3D фигур.



5. Щелкнуть Готово. Диаграмма нового агента Customer откроется автоматически. Вы можете найти 3D фигуру Человек в начале координат.

- Настроить использование нового типа агентов в блок-схеме

1. На диаграмме Main, выделите блок source в графическом редакторе.
2. Выбрать тип агента Customer в выпадающем списке параметра Новый агент.

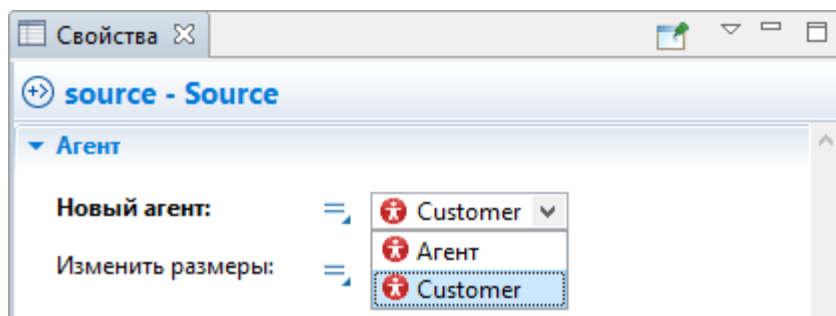


Рис. 21. Тип агента Customer

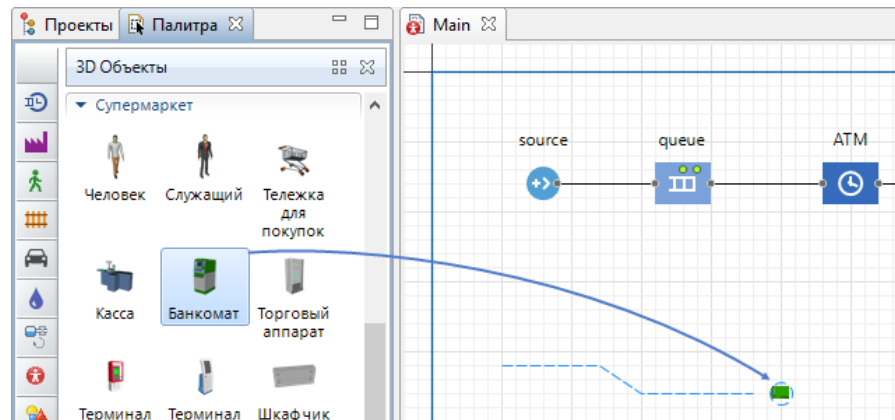
3. Открыть панель Свойства точечного узла и переключить элемент управления Видимость в значение нет. Таким образом, разметка пространства не будет видна на анимации во время выполнения модели. Повторите эти действия для элемента path.

4. Запустите модель, чтобы увидеть анимацию клиентов в очереди.



- Добавить объект банкомата

1. Открыть палитру 3D Объекты в панели Палитра.
2. Перетащите 3D фигуру Банкомат из секции палитры Супермаркет в графический редактор и поместите ее на точечный узел.



3. Если сейчас запустить модель и проверить 3D анимацию в режиме просмотра window3D, вы заметите, что банкомат стоит не той стороной по направлению к очереди клиентов, и необходимо развернуть его в правильную сторону.

4. Выделить 3D объект банкомата atm в графическом редакторе и откройте секцию свойств Расположение.

5. Выбрать из выпадающего списка параметра Поворот Z 0 градусов.

6. Запустить модель, чтобы убедиться, что фигура банкомата стоит "лицом" к клиентам.

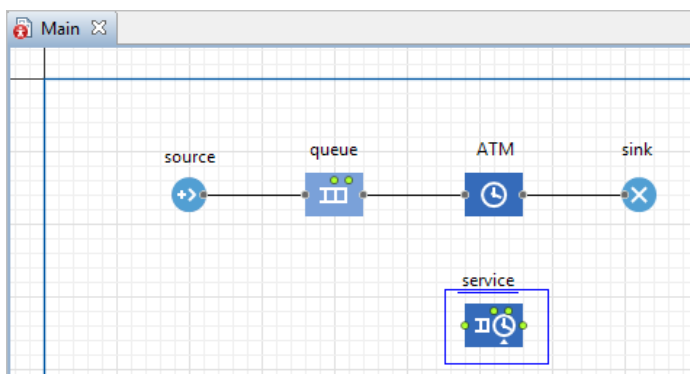


- Шаг 3. Добавить в модель служащих – банковских кассиров. Можно промоделировать кассиров, как и банкомат, с помощью объекта Delay, но более удобно представляется моделирование кассиров с помощью ресурсов. Ресурс – это специальный объект Библиотеки моделирования процессов, который может потребоваться агенту для выполнения какой-то задачи. В каждый момент времени ресурс может быть занят только одним агентом. В нашем примере посетителям банковского отделения (агентам) необходимо получить помощь у банковских служащих (ресурсов).

Произвести изменения в диаграмме процесса

- Добавить обслуживание

1. Открыть Библиотеку моделирования процессов в панели Палитра и перетащите на диаграмму Main блок Service. Объект Service захватывает для агента заданное количество ресурсов, задерживает агента, а затем освобождает захваченные им ресурсы.



2. Перейти в панель Свойства блока service. Изменить параметры объекта следующим образом:

- Ко всем кассирам будет вести одна общая очередь. Задать максимальное количество человек в этой очереди в поле Вместимость очереди: 20.
- Мы полагаем, что время обслуживания имеет треугольное распределение с минимальным значением равным 2.5, средним - 6, и максимальным - 11 минутам. Введите в поле Время задержки: triangular (2.5, 6, 11)

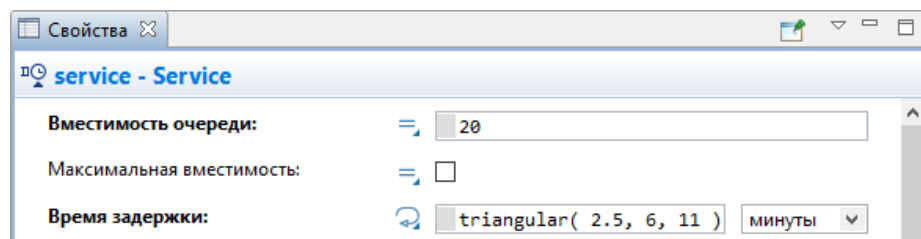


Рис. 26. Время задержки

- Смоделировать выбор клиентов

1. Открыть Библиотеку моделирования процессов в панели Палитра и перетащить на диаграмму процесса Main блок SelectOutput в свободное место между блоками source и queue. Возможно, вам понадобится переместить несколько блоков, чтобы увеличить длину соединителя между ними. Вы можете выделить несколько блоков диаграммы процесса и переместить их все вместе или перемещать блоки по одному. SelectOutput является блоком принятия решения. В зависимости от заданного вами условия, агент, поступивший в объект, будет поступать на один из двух выходных портов объекта.

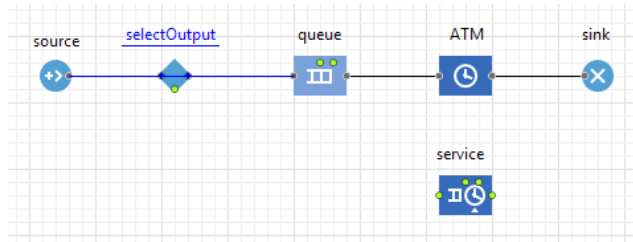
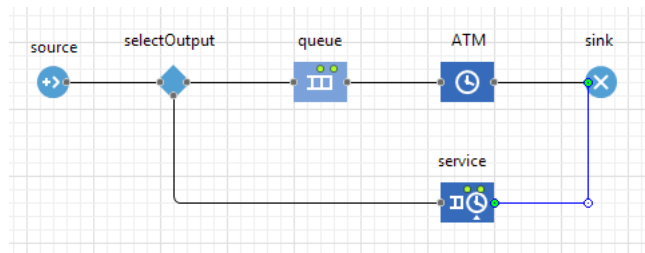


Рис. 27. Выходные порты объекта

2. Выделить блок `selectOutput` в диаграмме процесса. Убедитесь, что в поле Условие стоит выражение `randomTrue(0.5)`. В этом случае к кассирам и банкомату будет приходить примерно равное количество клиентов.

3. Соединить блоки `selectOutput` и `service` с другими блоками так, как показано на рисунке ниже:

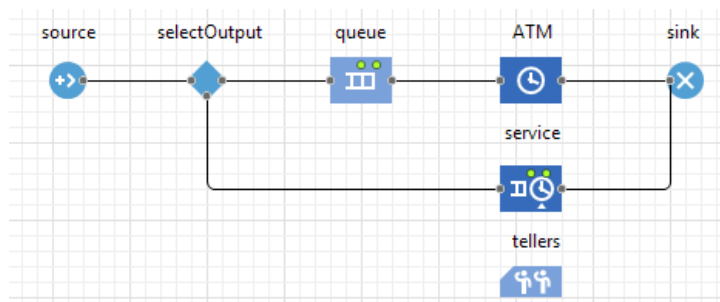


- Добавить ресурсы для сервиса

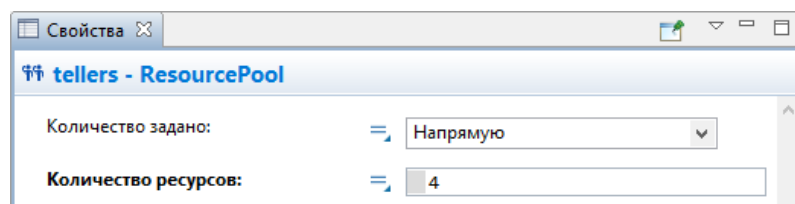
1. Открыть Библиотеку моделирования процессов в панели Палитра и перетащите блок `ResourcePool` на диаграмму агента `Main`. Объект `ResourcePool` задает ресурсы определенного типа (в нашей модели это будут банковские клерки).

2. Поместить его, например, под блоком `service` и перейдите в панель Свойства.

3. Назвать объект `tellers`.

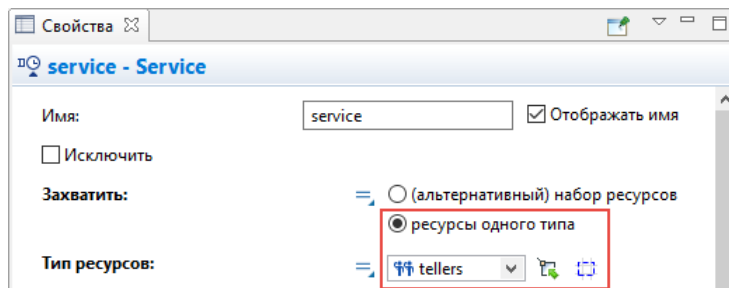


4. Задать число кассиров в поле Кол-во ресурсов: 4.



5. Блок `ResourcePool` указывается в объектах, использующих ресурсы, в нашем случае это блок `Service`. Поэтому необходимо изменить свойства блока `service` диаграммы процесса. Выделить блок `service` и перейти в панель Свойства. Выбрать опцию Ресурсы

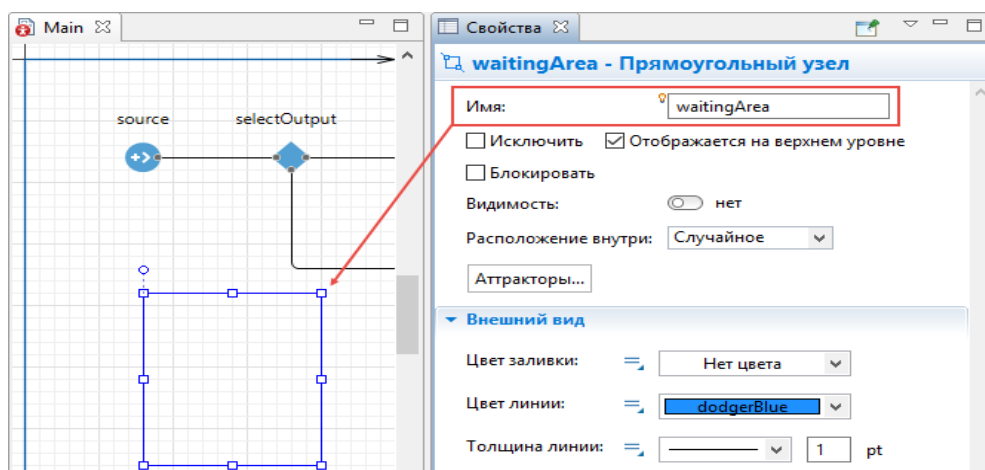
одного типа в параметре Захватить ресурсы. Затем укажите блок tellers, который мы добавили на диаграмму, в параметре Блок ResourcePool. Вы можете выбрать его из выпадающего списка подходящих объектов, щелкнув стрелку "вниз", или выбрать фигуру из графического редактора, предварительно щелкнув кнопку справа от параметра (в таком случае все неподходящие объекты в графическом редакторе будут обесцвечены).



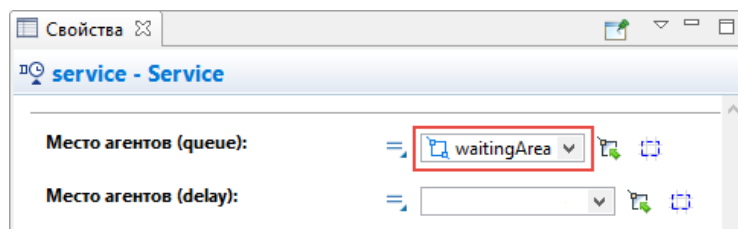
7. Поскольку модель изменилась, нужно изменить и ее анимацию. Нарисуем область для ожидания и место обслуживания клиентов кассирами.

- Задать фигуру разметки для электронной очереди


1. Нарисовать место ожидания клиентами, используя прямоугольный узел. Вначале откройте палитру Разметка пространства панели Палитра. Двойным щелчком выделите элемент Прямоугольный узел палитры Разметка пространства, чтобы перейти в режим рисования. Щелкните мышью в графическом редакторе, чтобы задать вершину верхнего левого угла, затем тащите прямоугольник, не отпуская кнопки мыши. Отпустите, когда прямоугольный узел достигнет нужной формы. Вы можете редактировать фигуру и после того, как ее рисование завершено. Назвать эту область waitingArea. Переключить элемент управления Видимость в положение нет. Таким образом разметка пространства не будет видна на анимации во время выполнения модели.



5. Выделить щелчком блок service block в диаграмме процесса и перейдите в его свойства. Выбрать только что нарисованный узел waitingArea в параметре Место агентов (queue)



Задать фигуру разметки места обслуживания клиентов

1. Клиентам банка требуется место, на котором они могли бы находиться во время обслуживания у кассиров. Нарисовать область, используя прямоугольный узел. Открыть палитру Разметка пространства панели Палитра. Двойным щелчком выделите элемент Прямоугольный узел  палитры Разметка пространства, чтобы перейти в режим рисования. Щелкните мышью в графическом редакторе, чтобы задать вершину верхнего левого угла, затем тащите прямоугольник, не отпуская кнопки мыши. Отпустите, когда прямоугольный узел имеет нужную форму. Вы можете редактировать фигуру и после того, как ее рисование завершено. Назвать эту область customerPlaces. Переключите элемент управления Видимость в положение нет.

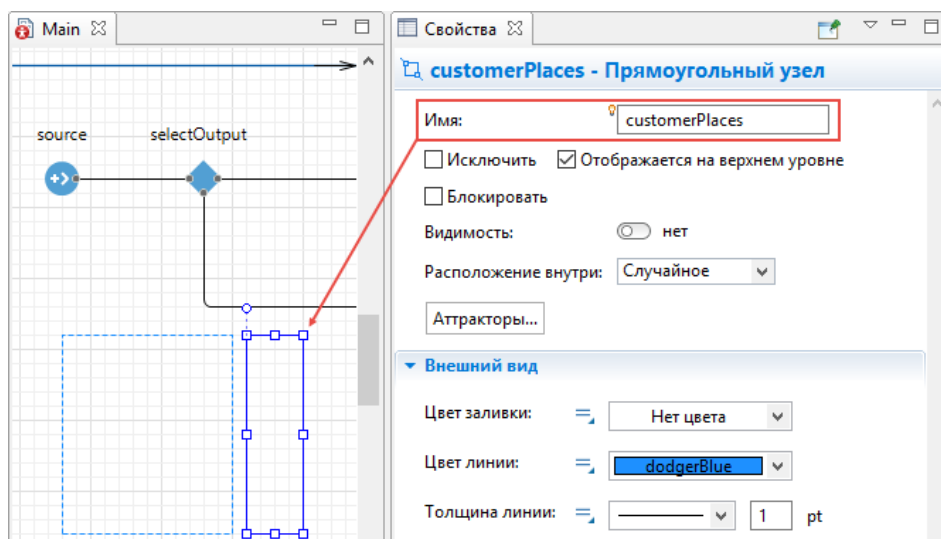
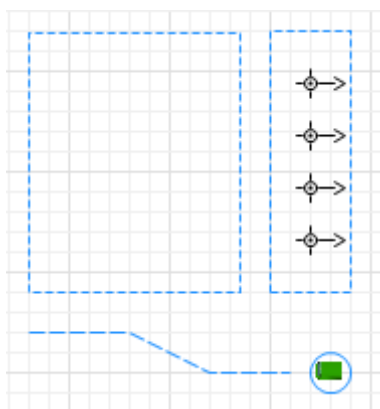
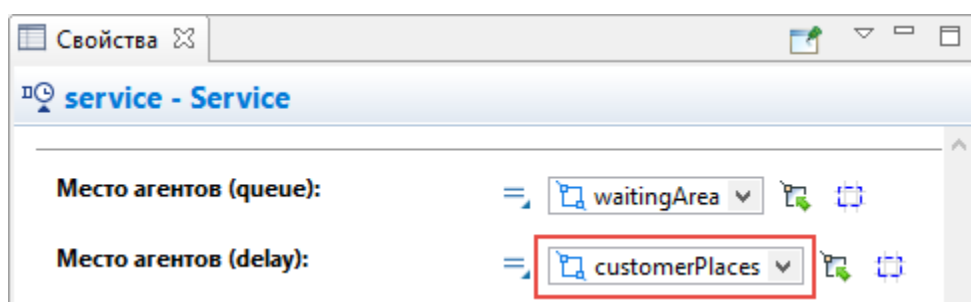


Рис. 34. Элемент управления Видимость

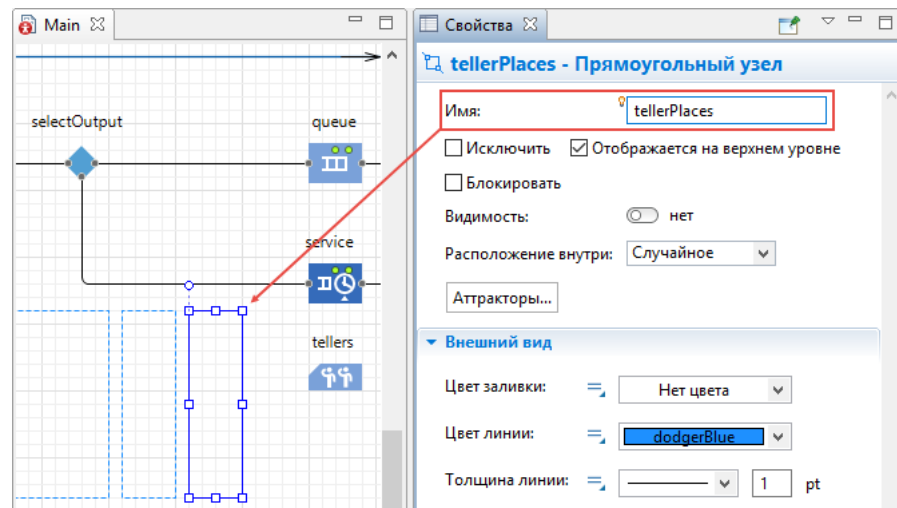
6. Выделить узел customerPlaces в графическом редакторе и щелкнуть кнопку Аттракторы... в свойствах узла. В открывшемся окне Аттракторы укажите число аттракторов 4 в режиме создания Количество аттракторов, затем щелкните ОК. Вы увидите, что четыре аттрактора появились в узле customerPlaces на равном расстоянии друг от друга.



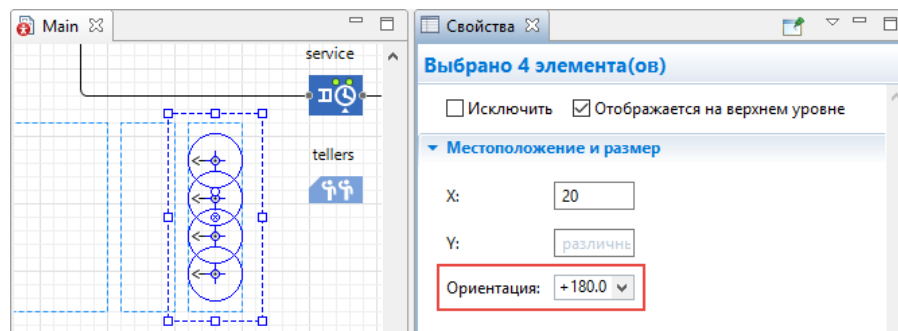
7. Теперь нам необходимо сослаться на эту фигуру в диаграмме процесса. Щелкните блок `service` и перейдите в панель Свойства этого блока. Выберите нарисованный нами узел `customerPlaces` в параметре Место агентов (`delay`)



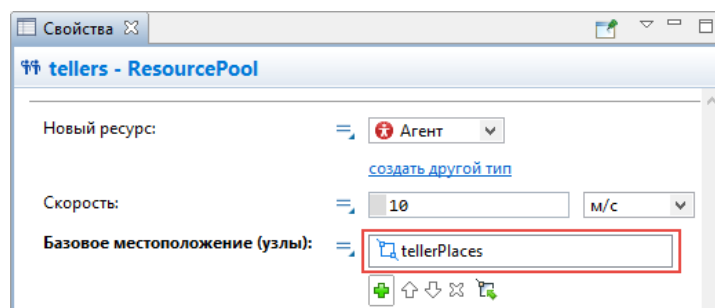
- Задайте фигуру разметки для кассиров
 1. Кассирам банка также требуется место, где они могли бы находиться во время обслуживания клиентов. Мы нарисуем такую область, используя прямоугольный узел.
 2. Вначале откройте палитру Разметка пространства панели Палитра.
 3. Двойным щелчком выделите элемент Прямоугольный узел палитры Разметка пространства, чтобы перейти в режим рисования.
 4. Щелкните мышью в графическом редакторе, чтобы задать вершину верхнего левого угла, затем тащите прямоугольник, не отпуская кнопки мыши. Отпустите, когда прямоугольный узел имеет нужную форму. Вы можете редактировать фигуру и после того, как ее рисование завершено. Назовите эту область `tellerPlaces`. Переключите элемент управления Видимость в положение нет.



6. Мы будем использовать аттракторы, чтобы задать местоположение клерков. Выделите узел tellerPlaces в графическом редакторе и щелкните кнопку Аттракторы... в свойствах узла. В открывшемся окне Аттракторы укажите число аттракторов 4 в режиме создания Количество аттракторов, затем щелкните ОК. Вы увидите, что четыре аттрактора появились в узле tellerPlaces на равном расстоянии друг от друга, но они направлены не в ту сторону. Выделите все аттракторы, зажав клавишу Shift и щелкнув по ним мышью, и потом выберите 180.0 в параметре Ориентация секции свойств Местоположение и размер.




8. Щелкните объект tellers в диаграмме процесса и перейдите в его свойства.
9. Выберите нарисованный нами узел tellerPlaces в параметре Базовое местоположение (узлы)

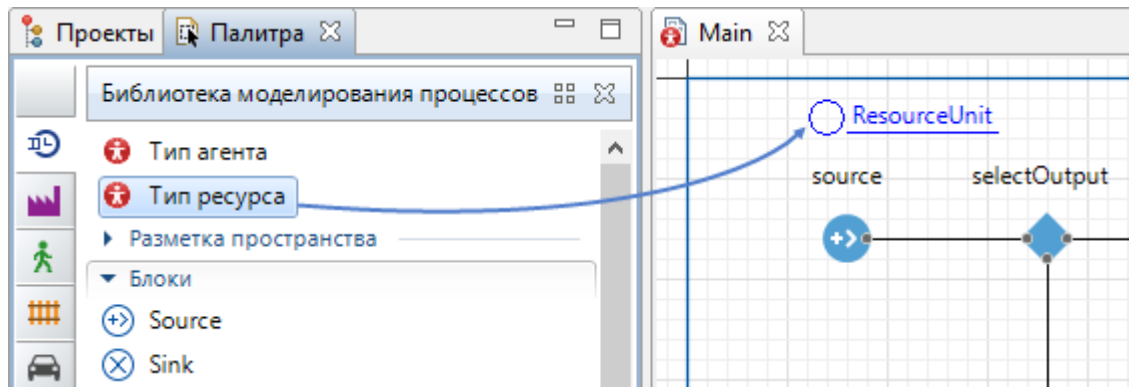


Вы можете запустить модель и наблюдать, как клиенты обслуживаются у банкоматов и проходят к кассирам.

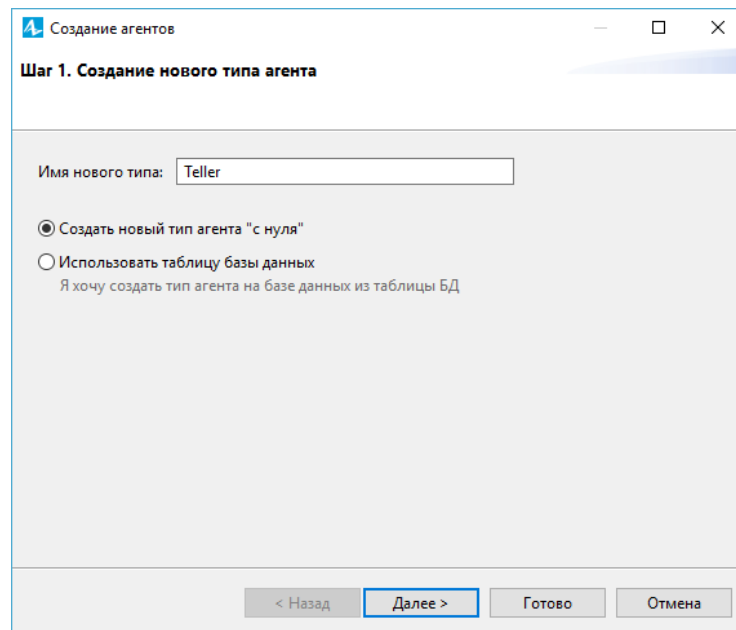
- Добавление 3D объектов

Создайте новый тип ресурсов

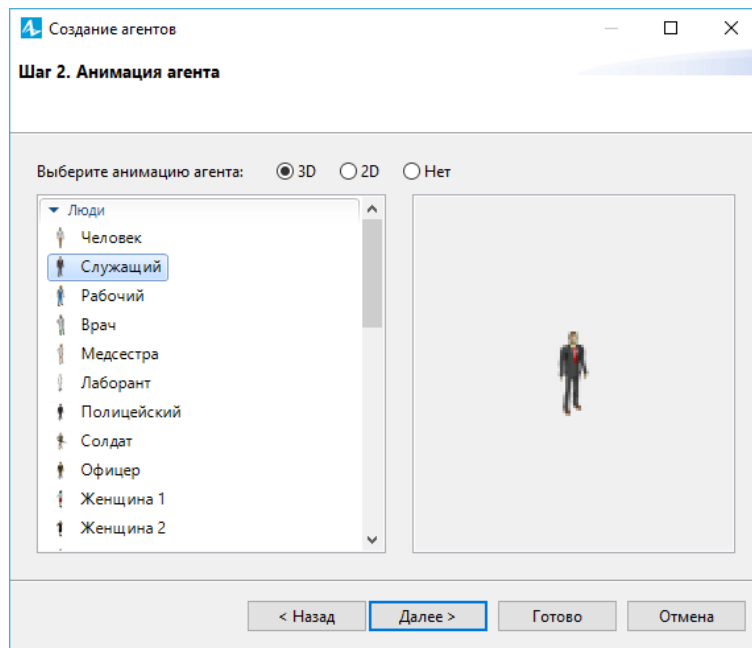
1. Откройте Библиотеку моделирования процессов в панели Палитра.
2. Перетащите элемент Тип ресурса  в графический редактор.



3. Откроется диалоговое окно Мастера создания агентов на шаге Создание нового типа агента. Введите Teller в поле Имя нового типа, оставьте опцию Создать новый тип агента "с нуля" выбранной. Нажмите Далее.



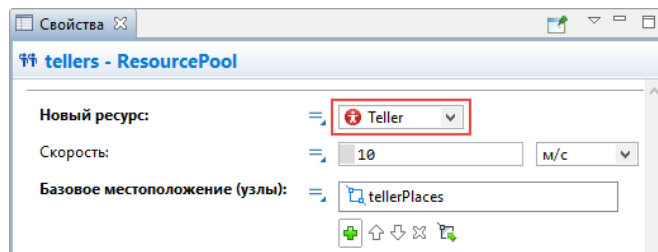
4. Выберите опцию 3D для типа анимации и фигуру анимации Служащий из списка 3D фигур.



5. Щелкните Готово. Новая диаграмма Teller автоматически откроется. Вы можете найти 3D фигуру Служащий в начале координат. Переключитесь обратно на диаграмму Main.

Настройте использование нового типа ресурсов в блок-схеме

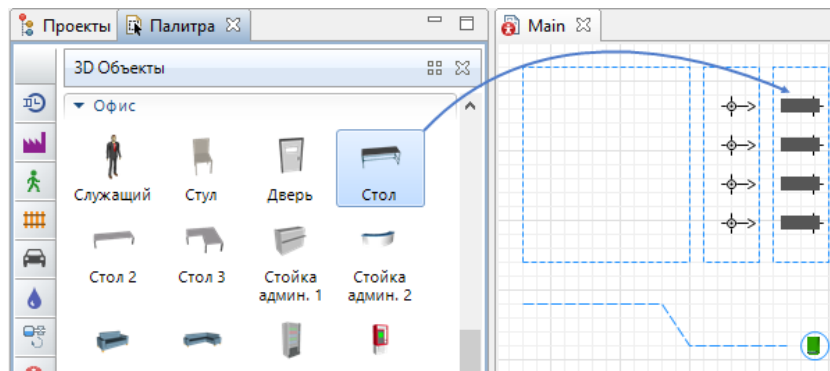
1. На диаграмме Main, выделите блок tellers в графическом редакторе.
2. Выберите тип ресурсов Teller в выпадающем списке параметра Новый ресурс.



3. Запустите модель, чтобы увидеть получившуюся анимацию клерков.

Добавьте столы для клерков

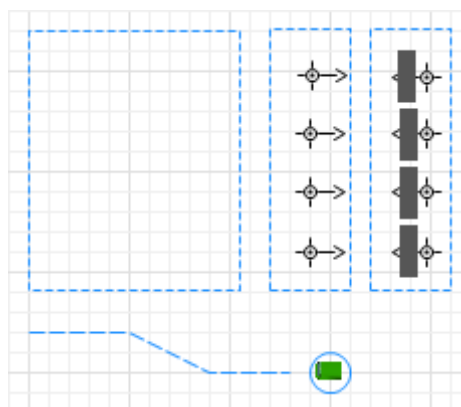
1. Откройте палитру 3D Объекты в панели Палитра.
2. Перетащите четыре 3D фигуры Стол из секции палитры Офис в графический редактор и поместите их в узел tellerPlaces.
3. Расположите столы на аттракторах, так как аттракторы обозначают место, где стоят клерки



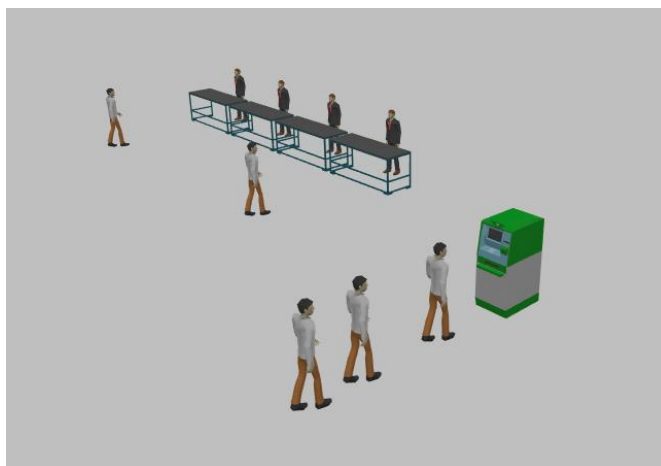
4. Вы заметите, что они стоят не той стороной к клеркам. Выделите все столы методом Shift-щелчок и перейдите в их свойства.

5. В секции Расположение измените параметр Поворот Z: -90.0 градусов.

6. При необходимости, выровняйте расположение всех восьми аттракторов и столов.



Теперь вы можете запустить модель и увидеть в 3D анимации, как некоторые клиенты идут к банкомату, а другие обслуживаются у столов клерков.



Шаг 4. Сбор статистики

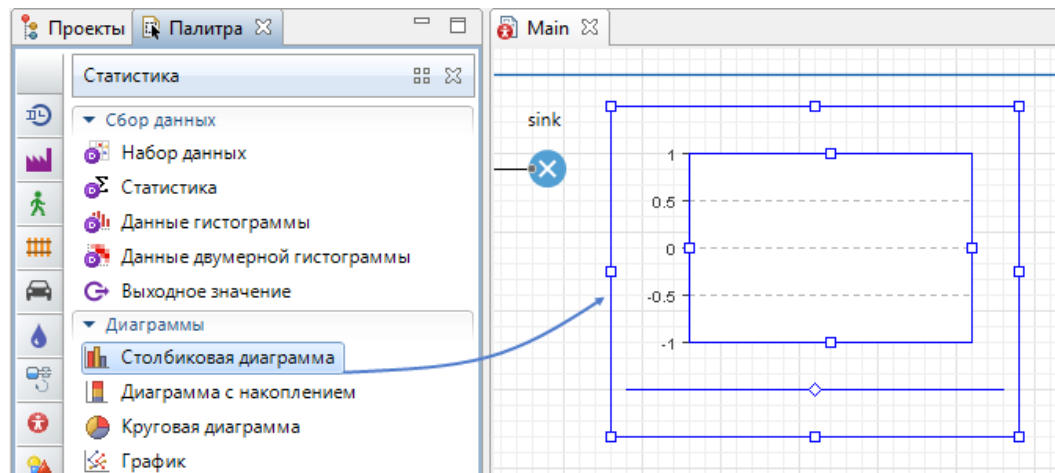
AnyLogic предоставляет пользователю удобные средства для сбора статистики по работе блоков диаграммы процесса. Блоки Библиотеки моделирования процессов самостоятельно производят сбор основной статистики. Мы можем, например, просмотреть ин-

тересующую нас статистику (скажем, статистику занятости банкомата и длины очереди) с помощью диаграмм.

Сбор статистики использования ресурсов

Добавьте диаграмму для отображения средней занятости банкомата

1. Откройте палитру Статистика. Эта палитра содержит элементы сбора данных и статистики, а также диаграммы для визуализации данных и результатов моделирования. Перетащите элемент Столбиковая диаграмма из палитры Статистика на диаграмму:



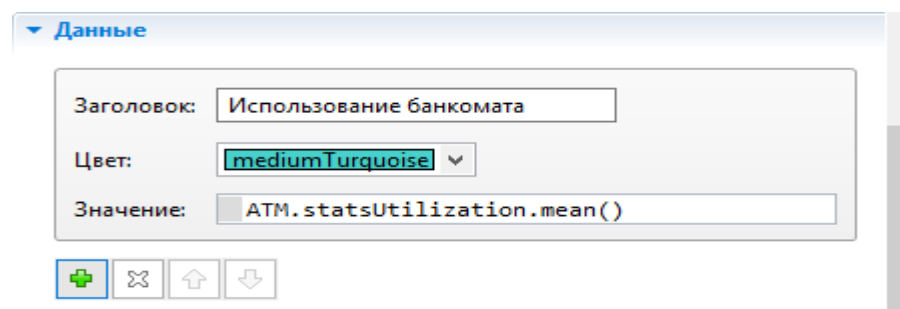
2. Перейдите в секцию Данные свойств столбиковой диаграммы. Щелкните кнопку



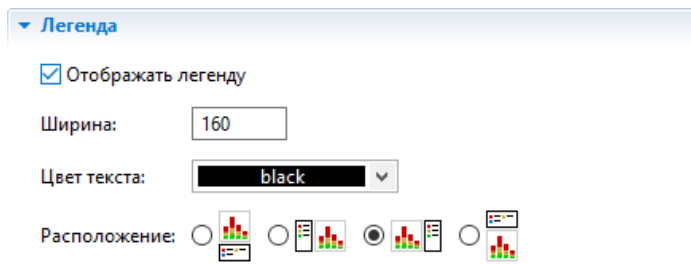
Добавить элемент данных, чтобы задать данные для отображения в диаграмме.

3. Измените Заголовок на Использование банкомата.

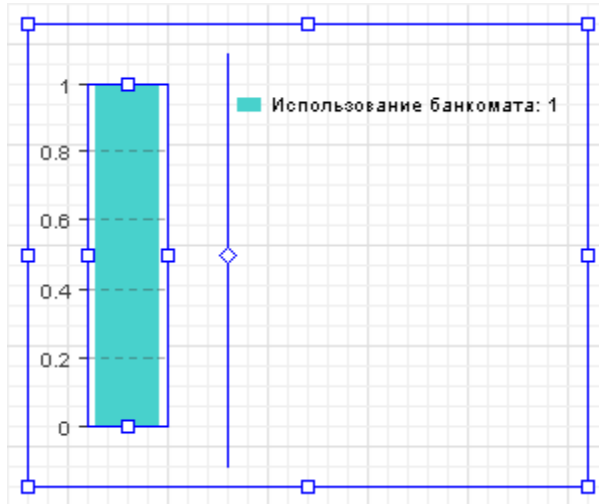
4. Введите `ATM.statsUtilization.mean()` в поле Значение. Здесь ATM - это имя нашего объекта Delay. У каждого объекта Delay есть встроенный набор данных `statsUtilization`, занимающийся сбором статистики использования этого объекта. Функция `mean()` возвращает среднее из всех измеренных этим набором данных значений. Вы можете использовать и другие методы сбора статистики, такие, как `min()` или `max()`.



5. Перейдите в секцию Легенда панели Свойства. Измените расположение легенды относительно диаграммы (мы хотим, чтобы она отображалась справа).

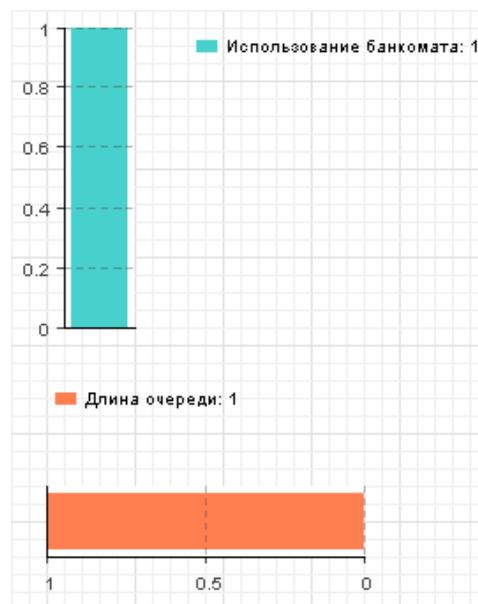


6. И измените ее размер:

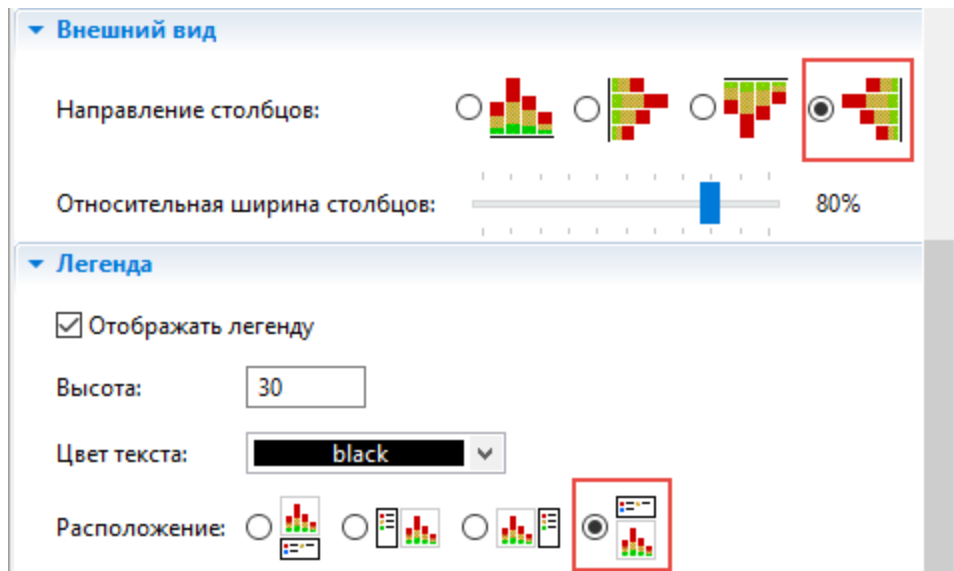



Добавьте диаграмму для отображения средней длины очереди

1. Аналогичным образом добавьте еще одну столбиковую диаграмму. Измените ее размер так, как показано на рисунке:

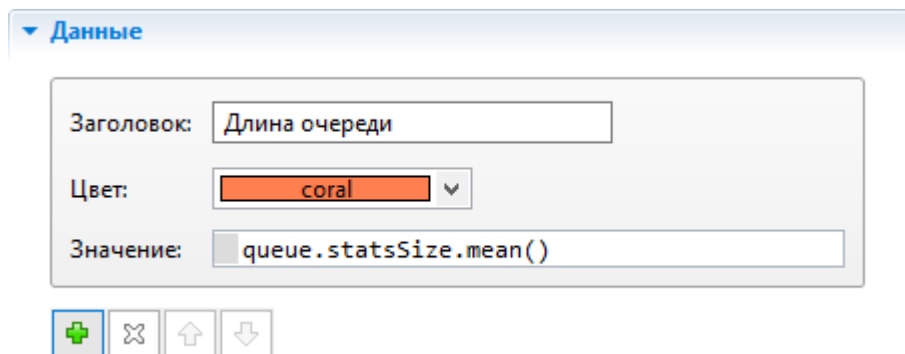


2. Перейдите в секцию Внешний вид панели Свойства и выберите последнюю опцию параметра Направление столбцов, чтобы столбцы столбиковой диаграммы росли влево. Также измените положение легенды в секции Легенда (как показано на рисунке ниже).

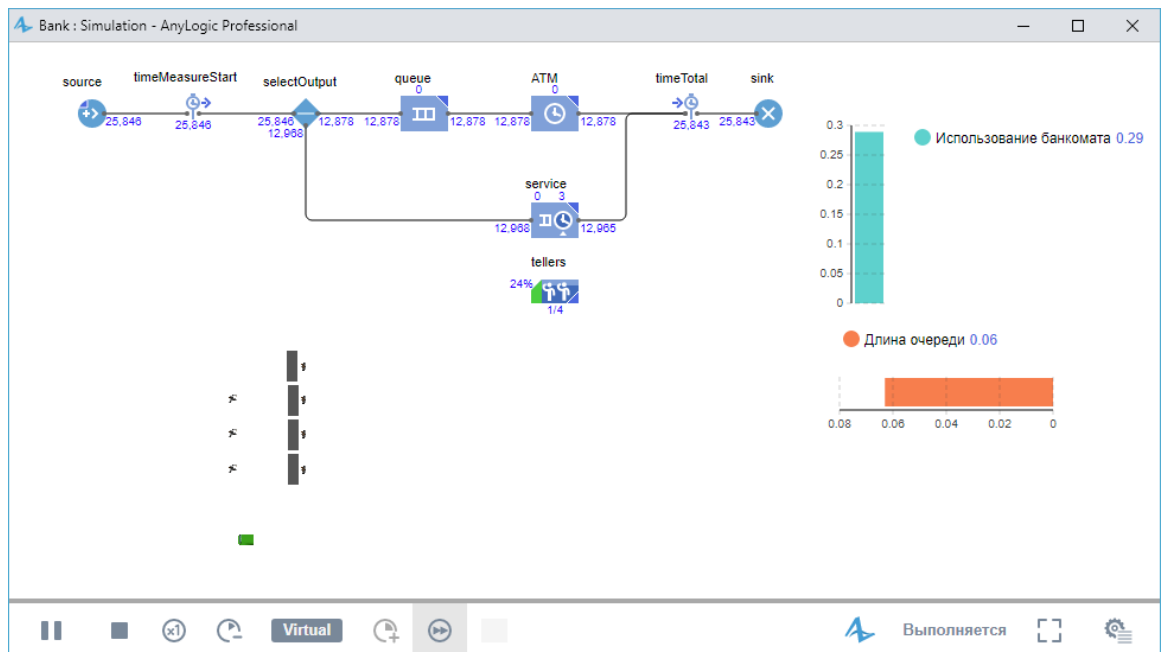


3. В секции Данные свойств диаграммы щелкните мышью по кнопке  Добавить элемент данных.

4. Измените Заголовок на Queue length. Задайте Значение: `queue.statsSize.mean()` Здесь `statsSize` - это имя объекта типа "статистика" `StatisticsContinuous`, производящего сбор статистики размера очереди объекта `Queue`.



Запустите модель и наблюдайте за занятостью банкомата и средней длиной очереди с помощью только что созданных диаграмм.



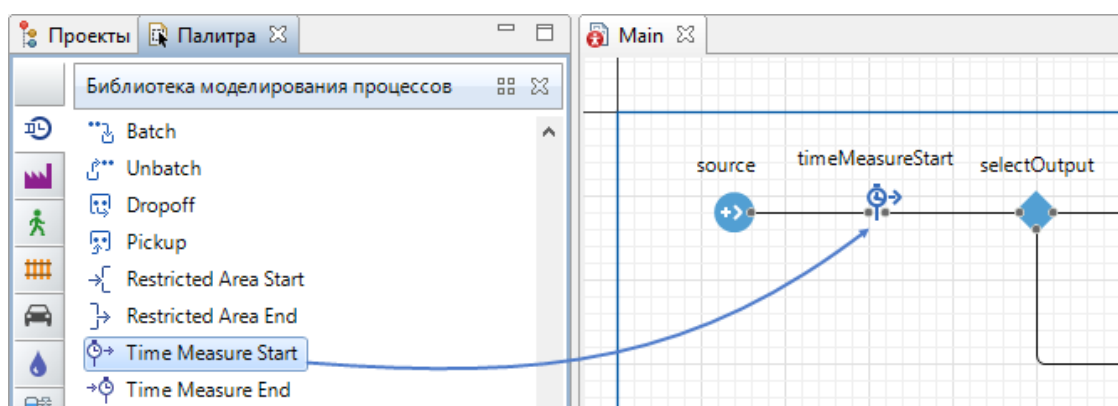
Сбор статистики по времени обслуживания

Мы хотим знать, сколько времени клиент проводит в банковском отделении. Мы соберем эту статистику с помощью блоков TimeMeasureStart и TimeMeasureEnd из Библиотеки моделирования процессов и отобразим собранную статистику распределения времен обслуживания клиентов с помощью гистограммы. Чтобы измерить время, проведенное агентами на определенном отрезке диаграммы процесса, мы должны разместить эти блоки соответственно на входе в интересующий нас отрезок и на выходе из него. Первый блок хранит время прохождения агента через блок, а второй измеряет время, которое агент провел на отрезке диаграммы процесса после того, как покинул первый блок.

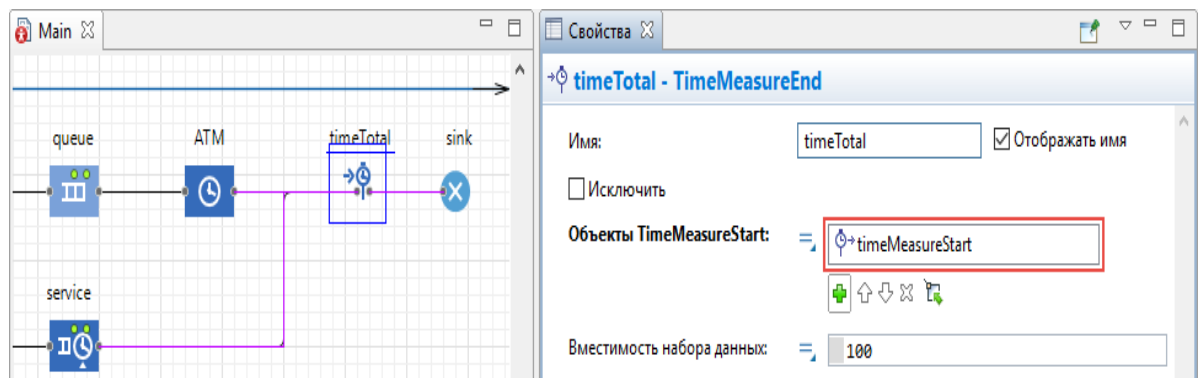
- Добавьте блоки измерения времени в диаграмму процесса

1. Измените диаграмму процесса так, чтобы между блоком `source` и блоком `selectOutput` появилось место для нового блока.

2. Откройте Библиотеку моделирования процессов в панели Палитра и добавьте блок `TimeMeasureStart` в освободившееся место. Убедитесь, что порты блока соединены к соседним блокам.

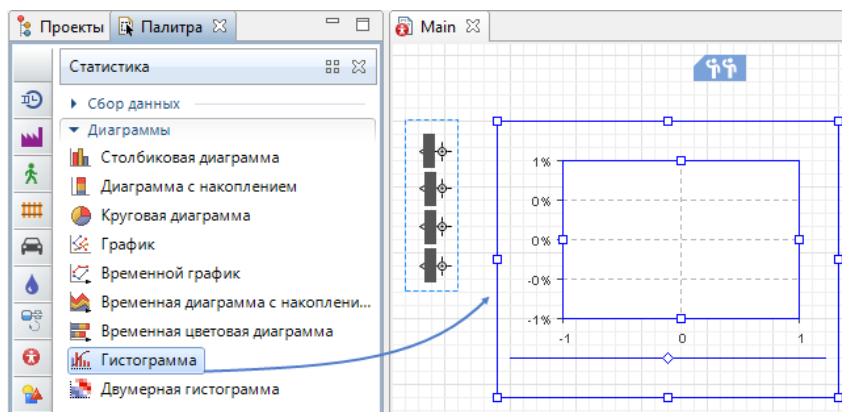



3. Перетащите блок sink вправо.
4. Перетащите блок TimeMeasureEnd из Библиотеки моделирования процессов на графический редактор и разместите его перед блоком sink.
5. Убедитесь, что входной порт блока соединен с блоками ATM и service, а выходной - с блоком sink.
6. Чтобы рассчитать распределения времен для агентов, в свойствах каждого блока TimeMeasureEnd должен быть указан как минимум один блок TimeMeasureStart. Откройте свойства вашего блока и задайте блок TimeMeasureStart в параметре Объекты TimeMeasureStart. Переименуйте блок TimeMeasureEnd в timeTotal



Добавьте гистограмму для отображения собранной статистики

1. Чтобы добавить гистограмму на диаграмму агента, перетащите элемент Гистограмма из палитры Статистика в графический редактор. Измените ее размер.



2. Укажите, какой элемент сбора данных хранит данные, которые вы хотите отобразить на вашей гистограмме: в секции Данные свойств гистограммы щелкните мышью по кнопке  Добавить данные.
3. Измените Заголовок отображаемых данных на Распределение времени в системе.
4. Введите `timeTotal.distribution` в поле Данные. `timeTotal` - имя блока TimeMeasureEnd, который собирает распределение времен пребывания агентов в системе.

▼ Данные

Заголовок:

Данные:

Цвет плотности вер-ти: Цвет линии ф. распред.:

Толщина линии ф-ии распред. и среднего:

Цвет нижнего %: Цвет верхнего %:

Запустите модель. Включите режим виртуального времени и наблюдайте за тем, какой вид примет распределение времен пребывания клиентов в системе.



Контрольные вопросы

1. Расскажите о назначении имитационного моделирования.
2. Поясните, может ли пользователь вносить изменения в имитационную модель в ходе работы.
3. Приведите пример имитационного моделирования.
4. Какие процессы и системы можно моделировать с помощью платформы Anylogic?
5. Назовите три подхода современного моделирования.
6. Какие Вы знаете объекты библиотеки моделирования процессов в AnyLogic?
7. Какие объекты библиотеки моделирования процессов используются для работы с потоком заявок? Перечислите их основные свойства.
8. Какие объекты библиотеки моделирования процессов используются для работы с содержимым заявок? Перечислите их основные свойства.
9. Какие объекты библиотеки моделирования процессов используются для работы с ресурсами? Перечислите их основные свойства.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

Тема: «Имитационное моделирование в среде GPSS World»

Цель: знакомство с системой имитационного моделирования GPSS World, запуск системы, изучение блоков GENERATE и TERMINATE, освоение способов управления продолжительностью моделирования, разработка простейших GPSS-моделей

Перечень оснащения и оборудования, источников: ПК, раздаточный материал

Время на подготовку и выполнение: 2 часа

План выполнения задания:

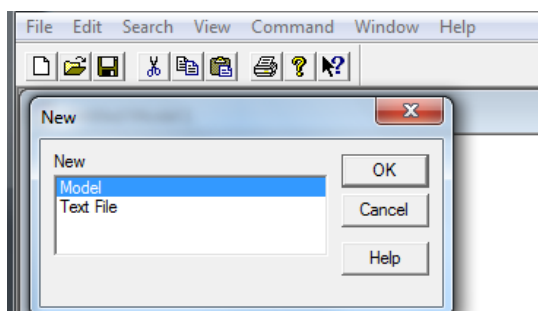
1. Повторить теоретический материал
2. Выполнить задания в соответствии с номером Вашего варианта
3. Ответить на контрольные вопросы
4. Используя скриншоты и текст программы, создать отчет о проделанной работе, отчет содержит файлы с заданиями

Задание № 1. Запуск первой программы на GPSS World

Ход работы:

GPSS World является программой имитационного моделирования и применяется в системах массового обслуживания, моделирования систем (магазины, бензозаправки, метро, разгрузка и загрузка груза и т.д.)

1. Запустить программу:
2. Выполнить: **File / New**
3. Выбрать: **Model**, нажать **Ок**



4. Написать простую программу:

GENERATE 1 ; Время генерирования одной транзакции

TERMINATE 1 ; Удаляем одну транзакцию

START 10 ; время моделирования 10 ед. времени (минут)

Операторы вводятся не вручную, а командой Edit/ Insert GPSS Block:

ADOPT	ASSEMBLE	ALTER
ADVANCE	CLOSE	COUNT
ASSIGN	GATE	DISPLACE
BUFFER	JOIN	EXAMINE
DEPART	LINK	EXECUTE
ENTER	LOGIC	FAVAIL
GENERATE	LOOP	FUNAVAIL
LEAVE	MATCH	GATHER
MARK	OPEN	INDEX
MSAVEVALUE	PREEMPT	INTEGRATION
PLUS	PRIORITY	SAVAIL
QUEUE	READ	SCAN
RELEASE	REMOVE	SELECT
SAVEVALUE	RETURN	SUNAVAIL
SEIZE	SEEK	TABULATE
SPLIT	TEST	TRACE
TERMINATE	UNLINK	UNTRACE
TRANSFER	WRITE	

Выбрать в таблице нужный оператор и ввести его значение

5. Запустить программу, для этого перейти на вкладку **Command / Create Simulation**

В результате отобразятся два окна: журнал ошибок и листинг отчёта.

The image shows two overlapping windows from a simulation software. The top window, titled 'Untitled Model 1.1.sim - JOURNAL', displays the following log messages:

```

01/09/24 09:59:46 Model Translation Begun.
01/09/24 09:59:46 Ready.
01/09/24 09:59:46 Simulation in Progress.
01/09/24 09:59:46 The Simulation has ended. Clock is 10.000000.
01/09/24 09:59:46 Reporting in Untitled Model 1.1.1 - REPORT Window.

```

The bottom window, titled 'Untitled Model 1.1.1 - REPORT', displays a summary report with the following data:

```

Tuesday, January 09, 2024 09:59:46

START TIME      END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
0.000           10.000    2       0           0

LABEL          LOC  BLOCK TYPE  ENTRY COUNT  CURRENT COUNT  RETRY
1             1    GENERATE    10           0           0
2             2    TERMINATE   10           0           0

FEC XN  PRI  BDT  ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
11      0    11.000  11     0        1

```

№ 2. Среднее время прихода клиента к железнодорожной кассе для покупки билета составляет 12 ± 3 минут. Время оформления билета кассиром составляет 5 ± 2 . Составить программу и промоделировать обслуживания кассиром 10-ти клиентов.

Ход работы:

Моделирование потока клиентов будем выполнять с помощью оператора GENERATE (Генерировать).

GENERATE [A],[B],[C],[D], [E]

A — средний интервал времени;

B — половина значения интервала в соответствии с допуском (равномерное распределение);

Учитывая, что интервал времени прибытия клиентов колеблется в пределах 12 ± 3 мин, то оператор будет иметь вид:

GENERATE 12,3

В поле операнда **A** указывается средний интервал времени между прибытием в магазин двух идущих один за другим покупателей (требований, транзактов). В нашем примере он составляет 12 мин.

В поле операнда **B** дано отклонение времени прихода покупателей от среднего. В нашем примере это отклонение составляет 3 мин. Покупатель, пришедший в магазин, сначала встает в очередь к кассиру, если она есть.

Клиент, пришедший к железнодорожной кассе, сначала встает в очередь к кассиру, если она есть. Это можно промоделировать оператором **QUEUE** (Очередь), который только в совокупности с соответствующим оператором **DEPART** (Выйти) собирает статистическую информацию о работе моделируемой очереди.

QUEUE A

В нашем примере оператор **QUEUE** будет выглядеть так:

QUEUE QKASSA

где **QKASSA** - имя очереди (Очередь в кассу).

Следуя логике, покупатель может выйти из очереди только тогда, когда освободится кассир (канал обслуживания). Для этого вводится оператор **SEIZE**, который определяет занятость канала обслуживания, и при его освобождении очередное требование выходит из очереди и идет в канал на обслуживание. Это может выглядеть так: **SEIZE KASSA**

В поле операнда **A** дается символьное или числовое имя канала обслуживания. В нашей задаче каналу дано имя **KASSA** (Кассир).

Выход клиента из очереди фиксируется оператором **DEPART** с соответствующим названием очереди. В нашем примере это будет выглядеть так: **DEPART QKASSA**

Должно быть промоделировано время пребывания покупателя, непосредственно обслуживаемого кассиром. Это время в нашем примере составляет 5 ± 2 мин. Для моделирования этого процесса используется оператор **ADVANCE** (Задержать), который в нашей задаче будет выглядеть так: **ADVANCE 5,2**

После обслуживания кассиром клиент отправляется к продавцу за получением оплаченного товара. Однако перед этим системе должно быть послано сообщение об

освобождении канала обслуживания. Это делается с помощью оператора RELEASE, который в нашей задаче записывается так: RELEASE KASSIR

GENERATE 12,3 ; время генерирования прихода клиентов

QUEUE QKASSA ; занять очередь

SEIZE KASSA ;занять кассу

DEPART QKASSA ; освободить очередь

ADVANCE 5,2 ; обслуживание кассиром

RELEASE KASSA ; покинуть кассу

TERMINATE 1 ; удаление транзакта

START 10

Таким образом программный код имеет вид:

GENERATE 12,3 ; время генерирования прихода клиентов

QUEUE QKASSA ; занять очередь

SEIZE KASSA ;занять кассу

DEPART QKASSA ; освободить очередь

ADVANCE 5,2 ; обслуживание кассиром

RELEASE KASSA ; покинуть кассу

TERMINATE 1 ; удаление транзакта

START 10

В результате отображается журнал и листинг отчета

№ 3. Построить гистограмму, которая определяет справится ли кассир с потоком клиентов или образуется очередь. Клиенты для получения денег приходят на кассу каждые 8 ± 4 минут. Обслуживание у кассира занимает 7 ± 2 . Программа, при в 100 единиц времени моделирования, будет иметь вид:

GENERATE 8,4 ; время генерирования прихода клиентов

QUEUE KASSIRU ; занять очередь

SEIZE KASSA ;занять кассу

DEPART KASSIRU ; освободить очередь

ADVANCE 7,2 ; обслуживание кассиром

RELEASE KASSA ; покинуть кассу

TERMINATE 1 ; удаление транзакта

START 100

Чтобы построить гистограмму, необходимо в начало исходной программы добавить блок

WAIT QTABLE KASSIRU,0,2,15

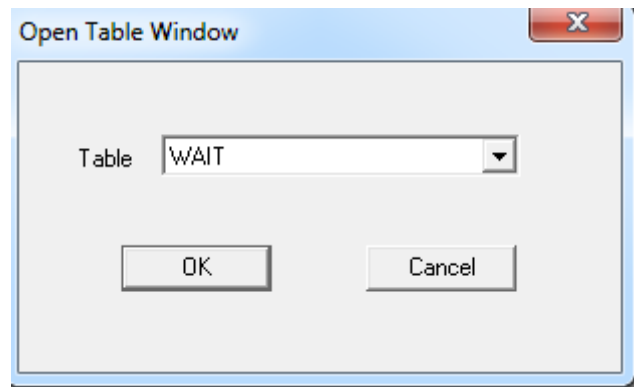
Блок QTABLE означает построение гистограммы очереди, 2 — это шаг гистограммы, 15 — это количество интервалов.

Запустить симуляцию программы: Command /Create Simulation.

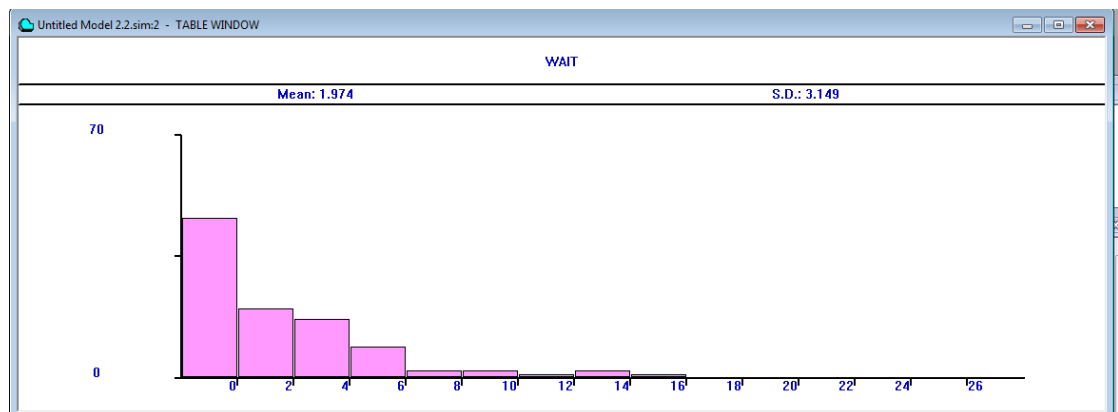
В результате выводится отчёт программы

Построить гистограмму: Window / Simulation Window / Table Window

Появляется окно Open Table Window, выбираем WAIT и нажимаем OK



В итоге, получаем гистограмму, из которой видно, что кассир не справляется с потоком клиентов и образуются очереди.



№ 4. Построить график очереди клиентов, взяв за основу данные предыдущей задачи

WAIT QTABLE KASSIRU,0,2,15

GENERATE 8,4 ; время генерирования прихода клиентов

QUEUE KASSIRU ; занять очередь

SEIZE KASSA ;занять кассу

DEPART KASSIRU ; освободить очередь

ADVANCE 7,2 ; обслуживание кассиром

RELEASE KASSA ; покинуть кассу

TERMINATE 1 ; удаление транзакта

START 100

В блоке **START 100** поменяем значение на **START 1**

Блок с оператором **QTABLE** для построения графика не обязателен.

Выполнить команду: Window -> Simulation Window -> Plot Window

В результате появится окно **Edit Plot Window**, в котором

–**label** название очереди на графике

–**Q\$KASSIRU** — текущая длина очереди с именем **KASSIRU**

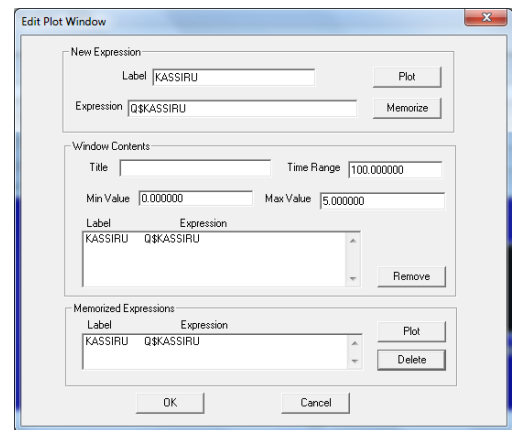
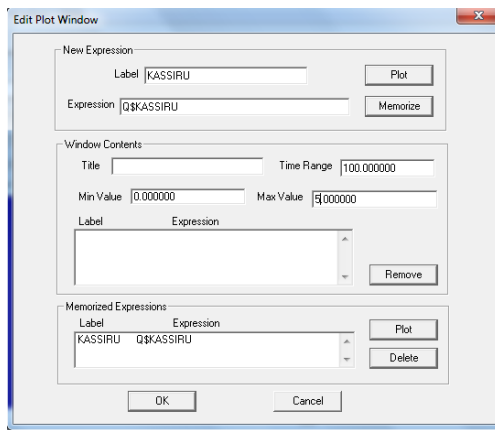
–**Title** — общее название графика

–**Time Range** — время моделирование

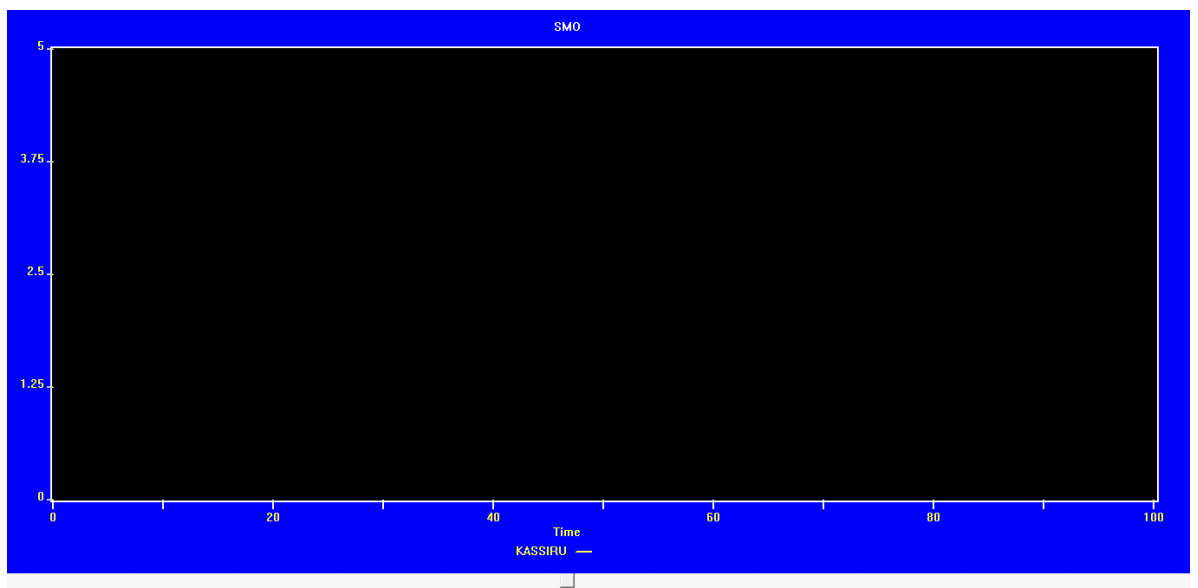
–**Min value и Max value** — минимальное и максимальное значение очереди по оси

Y (вертикальная ось). **Max value = 5**

Нажать **Plot** и **Memorize**, после этого значения появляются в полях **Memorized Expression** и **Window Contents**, нажимаем **Ок**



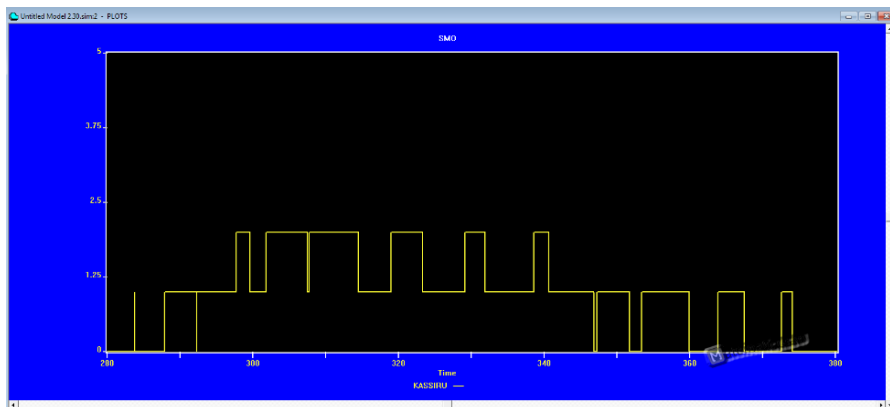
Отображается пустая область для графика



Перейти на вкладку **Command / START**

Задать значение 100 и нажать **Ок**

В результате отобразится график очереди клиентов к кассиру и как видно из графика очередь больше одного человека за длительный промежуток времени, что является отказом в одноканальной СМО.



№ 5. Построить имитационную модель работы магазина, который имеет один кассовый аппарат и одного продавца. Известны следующие параметры функционирования магазина:

- поток покупателей (требований), приходящих в магазин за покупками, равномерный;

- интервал времени прибытия покупателей колеблется в пределах $9,5 \pm 0,8$ мин;

- время пребывания покупателей у кассового аппарата составляет $2,3 \pm 0,7$ мин.

После этого покупатели подходят к продавцу для получения товара;

- время, потраченное на обслуживание покупателей продавцом, составляет $10 \pm 1,4$ мин. Требуется определить параметры функционирования магазина:

- коэффициент загрузки кассира;

- коэффициент загрузки продавца;

- максимальное, среднее и текущее число покупателей в каждой очереди;

- среднее время обслуживания в каждом канале обслуживания;

- среднее время нахождения покупателя в каждой очереди.

Ход работы:

1. Создать модель. Выполнить команду: File/New/ выбрать Model

2. Появится окно модели

Добавить оператор QTABLE с меткой t_prod для сбора информации и построения соответствующей гистограммы функционирования очереди под именем Ocher_prod.

```
t_prod QTABLE Ocher_prod,0,2,32
```

Моделирование потока покупателей будем выполнять с помощью оператора GENERATE (Генерировать). В нашем примере он будет выглядеть так:

```
GENERATE [A],[B],[C],[D],[E]
```


A — средний интервал времени;

B — половина значения интервала в соответствии с допуском (равномерное распределение);

Т.к. интервал времени прибытия покупателей колеблется в пределах $9,5 \pm 0,8$ мин, то

```
GENERATE 9.5,0.8
```

В поле операнда **A** указывается средний интервал времени между прибытием в магазин двух идущих один за другим покупателей (требований, транзактов). В нашем примере он составляет 9,5 мин.

В поле операнда **B** дано отклонение времени прихода покупателей от среднего. В нашем примере это отклонение составляет 0,8 мин. Покупатель, пришедший в магазин, сначала встает в очередь к кассиру, если она есть.

Покупатель, пришедший в магазин, сначала встает в очередь к кассиру, если она есть. Это можно промоделировать оператором **QUEUE** (Очередь), который только в совокупности с соответствующим оператором **DEPART** (Выйти) собирает статистическую информацию о работе моделируемой очереди.

```
QUEUE A
```

В нашем примере оператор **QUEUE** будет выглядеть так:

```
QUEUE Ocher_kassa
```

где **Ocher_kassa** - имя очереди (Очередь в кассу).

Следуя логике, покупатель может выйти из очереди только тогда, когда освободится кассир (канал обслуживания). Для этого вводится оператор **SEIZE**, который определяет занятость канала обслуживания, и при его освобождении очередное требование выходит из очереди и идет в канал на обслуживание. Это может выглядеть так: **SEIZE Kassir**

В поле операнда **A** дается символьное или числовое имя канала обслуживания. В нашей задаче каналу дано имя **Kassir** (Кассир).

Выход покупателя из очереди в кассу фиксируется оператором **DEPART** с соответствующим названием очереди. В нашем примере это будет выглядеть так: **DEPART Ocher_kassa**

Должно быть промоделировано время пребывания покупателя, непосредственно обслуживаемого кассиром. Это время в нашем примере составляет $2,3 \pm 0,7$ мин. Для моделирования этого процесса используется оператор **ADVANCE** (Задержать), который в нашей задаче будет выглядеть так: **ADVANCE 2.3,0.7**

После обслуживания кассиром покупатель отправляется к продавцу за получением оплаченного товара. Однако перед этим системе должно быть послано сообщение об

освобождении канала обслуживания. Это делается с помощью оператора RELEASE, который в нашей задаче записывается так: RELEASE Kassir

Парные операторы QUEUE и DEPART для каждой очереди должны иметь одно и то же, но свое уникальное имя. Это же относится и к операторам SEIZE и RELEASE.

После обслуживания в кассе покупатель направляется к продавцу – следующему каналу обслуживания. Процесс моделирования этой цепи аналогичен только что описанному. И в нашем примере он может быть представлен, например, в таком виде:

```
QUEUE Ocher_prod
SEIZE Prodavec
DEPART Ocher_prod
ADVANCE 10,1.4
RELEASE Prodavec
```

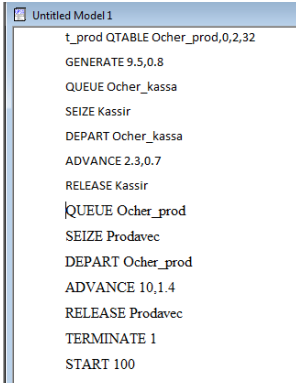
После обслуживания продавцом (каналом обслуживания) покупатель (требование) покидает систему. Это действие может быть представлено оператором TERMINATE (Завершить): TERMINATE 1

Число 1 - означает, что систему обслуживания – магазин – покупатели покидают по одному.

Завершающим оператором в нашей задаче является управляющая команда START (Начать), позволяющая начать моделирование: START 100

Число 100 -показывает, с каким числом покупателей будет моделироваться система работы магазина.

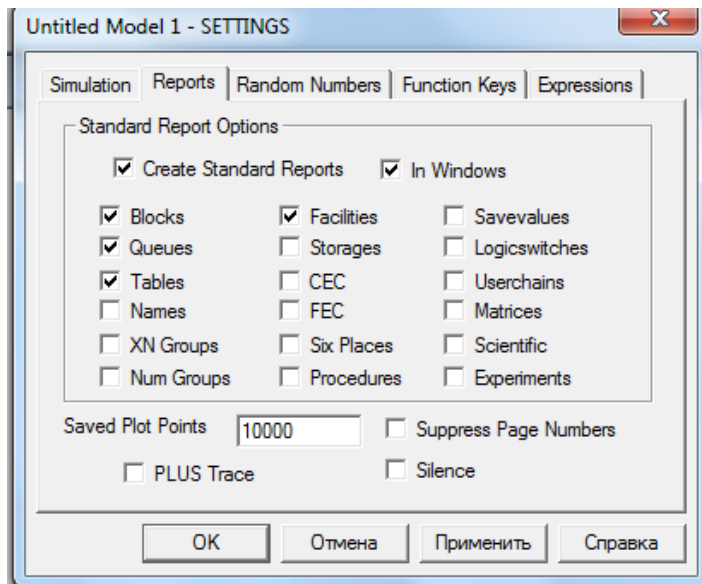
В результате программа имеет вид



```
Untitled Model 1
t_prod QTABLE Ocher_prod,0,2,32
GENERATE 9.5,0.8
QUEUE Ocher_kassa
SEIZE Kassir
DEPART Ocher_kassa
ADVANCE 2.3,0.7
RELEASE Kassir
QUEUE Ocher_prod
SEIZE Prodavec
DEPART Ocher_prod
ADVANCE 10,1.4
RELEASE Prodavec
TERMINATE 1
START 100
```

3. Подготовка к моделированию системы

Выполнить: Edit (Правка)/ Settings (Установки). Появится диалоговое окно SETTINGS для данной модели, в котором можно установить нужные выходные данные. Для нашего примера это может выглядеть так, как представлено на рисунке



Наличие галочки в окошках говорит о том, что эта информация будет выведена в окне результатов моделирования. В нашем примере будет выведена информация для следующих объектов:

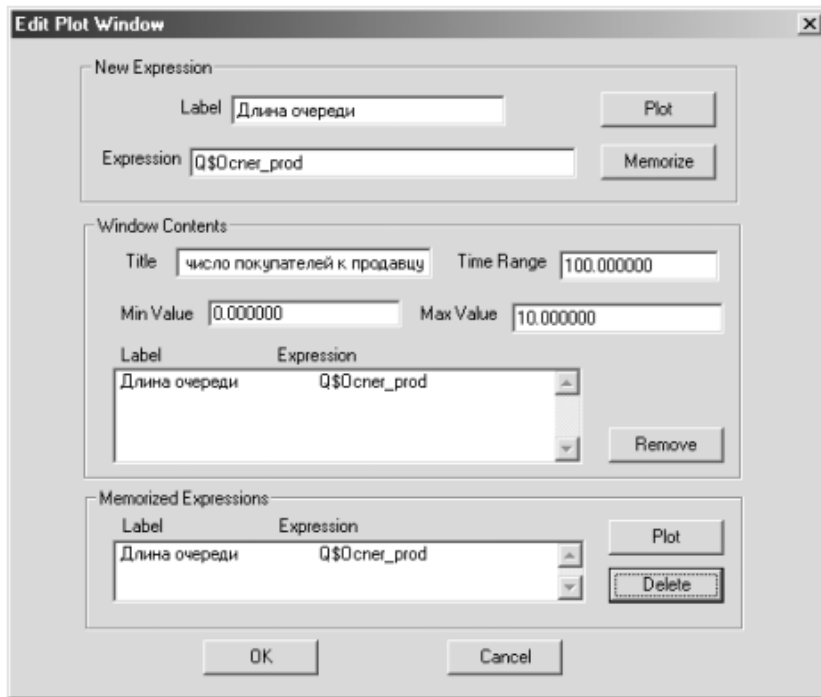
- Blocks (Блоки);
- Queues (Очереди);
- Tables (Таблицы/гистограммы);
- Facilities (Каналы обслуживания).

После создания имитационной модели необходимо оттранслировать и запустить на выполнение. Для этого:

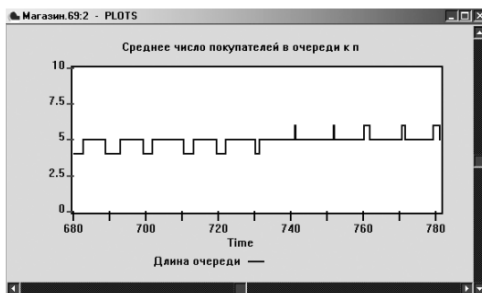
- выполнить Command / Create Simulation (Создать выполняемую модель)

Если управляющая команда START есть в модели, то исходная имитационная модель после трансляции, если в ней нет ошибок, начнет выполняться, появятся окна JOURNAL. Будет выполняться то число прогонов, которое указано в поле операнда команды START, т.е. 100.

Настроить внешний вид отображения графика, для этого выполнить команду Window/Simulation Window / Plot Window (Окно графика) Появится диалоговое окно Edit Plot Window (Окно редактирования графика), которое необходимо соответствующим образом заполнить. В поле Title: «Среднее число покупателей к продавцу», остальные параметры, как на рисунке. Ввести параметры и нажать Plot, Memorize



Выполнить команду: Command /Start / введите в диалоговом окне Start Command число посетителей магазина 1000, и щелкните по кнопке ОК.



При выводе графика на передний окно REPORT с результатами моделирования переместится на задний план. Для просмотра окна REPORT щелкните по нему мышью. Оно вновь перейдет на передний план и будет выглядеть так, как показано

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	1016.324	12	2	0

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
1		GENERATE	107	0	0
2		QUEUE	107	0	0
3		SEIZE	107	0	0
4		DEPART	107	0	0
5		ADVANCE	107	0	0
6		RELEASE	107	0	0
7		QUEUE	107	6	0
8		SEIZE	101	1	0
9		DEPART	100	0	0
10		ADVANCE	100	0	0
11		RELEASE	100	0	0
12		TERMINATE	100	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
KASSIR	107	0.244	2.318	1	0	0	0	0	0
PRODAVEC	101	0.987	9.929	1	101	0	0	0	6

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (-0)	RETRY
OCHER_PROD	7	107	2	3.607	34.260	34.913	0
OCHER_KASSA	1	0	107	0.000	0.000	0.000	0

TABLE	MEAN	STD. DEV.	RANGE	RETRY FREQUENCY	CUM. %
T_PROD	34.338	17.466		0	

В верхней строке окна REPORT (Отчет) указываются:

- START TIME (Начальное время) – 0.000;

- END TIME (Время окончания) – 1016.324;
- BLOCKS (Число блоков) – 12;
- FACILITIES (Число каналов обслуживания) – 2;
- STORAGES (Число накопителей) – 0.

Ниже перечисляются блоки модели и количество входов в них требований (покупателей). При этом каждый блок имеет свой числовой номер. Еще ниже указываются результаты моделирования каналов обслуживания под назначенными нами именами KASSIR и PRODAVEC соответственно:

- ENTRIES (Число входов) – 107, 101;
- UTIL. (Коэффициент использования) – 0.244, 0.987;
- AVE. TIME (Среднее время обслуживания) – 2.318, 9.929;
- AVAIL. (Доступность) – 1, 1;
- OWNER (Возможное число входов) – 0, 101;
- PEND – 0, 0;
- INTER – 0, 0;
- RETRY (Повтор) – 0, 0;
- DELAY (Отказано) – 0, 6.

Еще ниже указываются результаты моделирования каждой очереди под присвоенными нами именами OCHER_PROD и OCHER_KASSA соответственно:

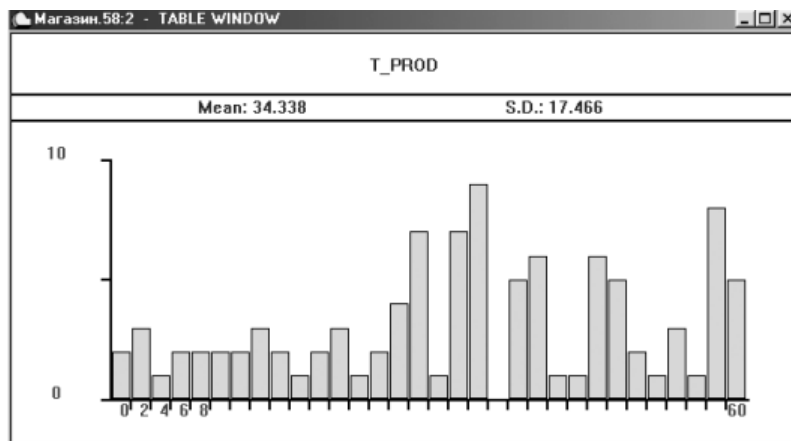
- MAX (Максимальное содержание) – 7 и 1;
- CONT. (Текущее содержание) – 7 и 0;
- ENTRY (Число входов) – 107 и 107;
- ENTRY(0) (Число нулевых входов) – 2 и 107;
- AVE.CONT. (Среднее число входов) – 3.607 и 0.000;
- AVE.TIME (Среднее время) – 34.260 и 0.000;
- AVE.(–0) – 34.913 и 0.000;
- RETRY – 0 и 0.

Еще ниже указываются результаты моделирования для построения по табличным данным гистограммы T_PROD функционирования очереди под именем OCHER_PROD:

- MEAN (Средняя) – 34.338;
- STD.DEV. (Среднее квадратическое отклонение) – 17.466;
- RANGE (Область);
- RETRY – 0;
- FREQUENCY (Частота);
- CUM.% (Суммарный процент)

При наличии оператора `t_prod QTABLE Ocher_prod,0,2,32` можно вывести соответствующую гистограмму. Для этого выполнить команду: `Window / Simulation Window` (Окно моделирования) / `Table Window` (Окно гистограммы). Появится диалоговое окно `Open Table Window` (Открыть окно гистограммы).

Окно гистограммы очереди к продавцу в модели «Магазин» имеет вид:



№ 6. Выполнить задание в соответствии Вашего варианта:

№ 1. Промоделировать работу системы связи (СС). Интервалы приходов сообщений распределены равномерно в интервале a . Время обработки b также распределено равномерно. Сообщения принимаются в порядке «первым пришел — первым обслужен». Модель работы СС должна обеспечить сбор статистики об очереди.

Необходимо промоделировать работу СС в течение c часов.

№ 2. Промоделировать работу библиотекаря. Интервалы прихода читателей распределены равномерно в интервале a . Время работы b с читателями также распределено равномерно. Читатели обслуживаются в порядке «первым пришел — первым обслужен». Модель работы библиотекаря на GPSS должна обеспечить сбор статистики об очереди.

Необходимо промоделировать работу библиотекаря в течение c часов.

№ 3. Промоделировать работу билетной кассы «Аэрофлота». Интервалы прихода пассажиров распределены равномерно, в интервале a . Время обслуживания b также распределено равномерно. Пассажиры обслуживаются в порядке «первым пришел — первым обслужен».

Необходимо промоделировать работу кассы в течение c часов.

№ 4. В пункте обмена валюты имеется одна касса. Интервалы прихода клиентов распределены равномерно, в интервале a минут. Время обслуживания также равномерно распределено по b минут. Клиенты обслуживаются в порядке «первым пришел — первым обслужен».

Модель работы обменного пункта должна обеспечить сбор статистики об очереди. Необходимо промоделировать работу пункта в течение c часов.

№ 5. На почте имеется одно окно приема телеграмм. Интервалы прихода клиентов распределены равномерно в интервале a минут. Время приема телеграмм также распределено равномерно, в интервале b минут. Обслуживание ведется в порядке «первым пришел — первым обслужен».

Модель работы окна приема телеграмм должна обеспечить сбор статистики об очереди.

Необходимо промоделировать работу окна приема телеграмм в течение c часов.

№ 6. Рабочие приходят в кладовую через каждые 300 ± 250 с. Здесь они получают детали для неисправных станков. Кладовщику требуется 280 ± 150 с. на поиск необходимой детали для одного рабочего.

а) Напишите модель на GPSS для этого случая, выполните моделирование на интервале 8-часового модельного времени. Стоимость потерь из-за поломки станка и простоя рабочего в очереди составляет 0,5 цента в секунду (т. е. 18 долл, в час).

Каков в этом случае ущерб предприятию в течение восьмичасового рабочего дня в модели?

б) Предположим, что кладовщик получает 4 долл, в час. Он может быть заменен другим кладовщиком, получающим 4,5 долл, в час, но зато выполняющим заявки рабочих за 280 ± 50 с.

Выполните моделирование и рассчитайте ущерб из-за простоев рабочих в этом случае.

Что лучше: оставить старого или нанять нового кладовщика?

№ 7. На прием к врачу терапевту приходят пациенты двух типов: 1) имеют карту болезней на руках и время их прихода распределено равномерно в интервале a ; 2) пришли на прием в первый раз, время их прихода через b минут. Время приема пациентов первого типа c минут, а второго типа — d минут.

Модель работы врача должна обеспечить сбор статистики об очереди.

Необходимо промоделировать работу врача в течение e часов.

№ 8. В библиотеку приходят читатели двух типов: пришедшие в библиотеку в первый раз и повторно. Интервалы прихода читателей первого типа распределены равномерно через a минут, второго — b минут. Время работы с читателями первого типа c минут, второго типа — d минут. Модель работы библиотекаря должна обеспечить сбор статистики об очереди.

Необходимо промоделировать работу библиотекаря в течение e часов.

№ 9. В билетную кассу «Аэрофлота» приходят пассажиры двух типов: первого типа — приобретающие авиабилеты; второго типа — меняющие имеющиеся у них авиаби-

леты. Приход пассажиров первого типа распределен равномерно в интервале a минут, приход пассажиров второго типа также распределен равномерно в интервале b минут. Время обслуживания пассажиров первого типа — c минут, а второго — d минут. Модель работы билетной кассы «Аэрофлота» должна обеспечить сбор статистики об очереди.

Необходимо промоделировать работу кассы в течение e часов.

№ 11. В пункт обмена валюты приходят клиенты двух типов: 1) купить валюту, интервалы прихода клиентов распределены равномерно, a минут; 2) сдать одну валюту и купить другую, их приход через b минут. Время обслуживания клиентов первого типа также равномерно распределено по c минут, второго типа — $пог/$ минут. Модель работы обменного пункта должна обеспечить сбор статистики об очереди.

Необходимо промоделировать работу пункта в течение e часов.

№ 12. На почту с одним окном для приема телеграмм приходят клиенты двух типов:

1) дать телеграмму в пределах страны, интервалы прихода клиентов распределены равномерно в интервале a минут;

2) дать телеграмму за рубеж, их приход через b минут.

Время приема телеграмм у клиентов первого типа также распределено равномерно по c минут, второго типа — $пог/$ минут. Модель работы окна приема телеграмм должна обеспечить сбор статистики об очереди.

Необходимо промоделировать работу окна приема в течение e часов.

№ 13. На вокзале имеется одна касса по продаже билетов. Пассажиры делятся на два типа:

1) приобретающие билеты на отходящий транспорт, интервал времени их прихода a минут, время обслуживания b минут;

2) приобретающие билеты заблаговременно, интервал времени их прихода c минут, время обслуживания d мин.

Билеты продаются независимо от типа пассажиров. Задержка в обслуживании пассажиров, стоящих в очереди, приводит к экономическим потерям со стороны кассира, которые в расчете на одного необслуженного пассажира составляют e центов. Стоимостные потери могут быть сокращены за счет введения приоритетности обслуживания пассажиров: продажа билетов осуществляется в первую очередь пассажирам, покупающим билеты на отходящий транспорт по принципу «первым пришел — первым обслужен» внутри приоритетного типа.

Необходимо создать модель работы билетной кассы для обеих дисциплин обслуживания очереди и выполнить моделирование для каждой из них в течение f часов.

Уменьшится ли среднее число ожидающих пассажиров? Обосновано ли с экономической точки зрения введение приоритетного обслуживания пассажиров?

№ 14. В авторемонтной мастерской стоит одна полировочная машина для полирования некоторой детали мотора машины. Для полирования необходимо выполнить следующие этапы:

- вынуть деталь (12 ± 3 мин);
- установить ее в полировочной машине (10 ± 4 мин);
- фаза 1 полирования (80 ± 20 мин);
- поворот детали в машине для продолжения полирования (15 ± 7 мин);
- фаза 2 полирования (110 ± 30 мин);
- достать отполированную деталь из машины (10 ± 4 мин);
- установить деталь на прежнее место (12 ± 3 мин) и перейти к этапу 1.

Деталь слишком тяжела, для того чтобы ее мог поднять один оператор полировочной машины. Требуется подъемный кран, помогающий ему в работе. В частности, подъемный кран нужно использовать на этапах 1, 2, 4, 6 и 7. Имеется только один подъемный кран. Краном пользуется оператор полировочной машины, также его используют и на других работах в мастерской. Для других видов работ может потребоваться кран через каждые 39 ± 10 мин. Время, на которое забирают кран, равно 25 ± 10 мин.

Проведите моделирование для 400 ч модельного времени. Обеспечьте сбор данных о времени, которое проводит оператор полировочной машины в ожидании освобождения крана. Разделите сбор данных об ожидании на этапе 4 и этапе 6.

№ 15. Производственно-технологическая цепочка состоит из нескольких технологических узлов. В узлах первого типа происходят собственно процессы создания и наладки изготавливаемой продукции, узлы второго типа осуществляют контроль за качеством выходной продукции различных цехов, а узлы третьего типа предназначены для устранения дефектов у забракованной продукции. Назовем эти узлы соответственно R, S, T. Транспортировка продукции между узлами производится в специальных контейнерах.

Рассмотрению предлагается некоторый участок данного технологического процесса, состоящий из одного узла типа S и одного узла типа T. Узел S оснащен двумя рабочими местами, а узел T — одним. Поступление нового контейнера для проверки качества происходит каждые 14 ± 7 мин. Обработка же контейнера в узле S занимает у одного рабочего 10 ± 3 мин, а у другого — 16 ± 3 мин. Примерно 78 % контейнеров проходят проверку и попадают на другие узлы производственно-технологической цепи. Контейнеры с продукцией, не прошедшей контроль качества (она составляет 22 % от общего числа контейне-

ров), поступают из данного узла S в узел T, где в течение 35 ± 5 мин ведется устранение их дефектов одним специалистом.

Необходимо сформировать модель функционирования данного участка технологического производства и определить оптимальное количество контейнеров, необходимых для бесперебойной работы исследуемых производственно-технологических узлов.

№ 16. Прием ведет один врач. Интервалы прихода пациентов имеют пуассоновский характер распределения с интенсивностью 4 прихода в час. Время обслуживания также является экспоненциальным, среднее время обслуживания зависит от числа пациентов, находящихся в очереди к врачу.

Необходимо построить модель системы и с ее помощью оценить фактическое среднее время обслуживания. Время моделирования в секундах.

Длина очереди	Среднее время
0	20
1-2	19,5
3-7	19
8 и более	18,5

№ 17. В библиотеке имеется один библиотекарь. Интервалы прихода читателей имеют пуассоновский характер распределения с интенсивностью 5 приходов в час. Время обслуживания также является экспоненциальным, среднее время обслуживания зависит от числа читателей, находящихся в очереди к библиотекарю.

Необходимо построить модель системы и с ее помощью оценить фактическое среднее время обслуживания. Время моделирования в секундах.

Длина очереди	Среднее время
0	13
1-2	12,5
3-5	12
6 и более	11,5

3-7	11
8 и более	10,5

№ 18. Небольшой продовольственный магазин состоит из трех прилавков и одной кассы на выходе из магазина. Покупатели приходят в магазин, входной поток имеет пуассоновский характер, причем среднее значение интервала прихода составляет 75 с. Войдя в магазин, каждый покупатель берет корзинку и может обойти один или несколько прилавков, отбирая продукты. Вероятность обхода конкретного прилавка 0,75. Время, требуемое для обхода прилавка, 120 ± 60 , и число покупок, выбранных у прилавка, 3 ± 1 .

После того как товар отобран, покупатель становится в конец очереди к кассе.

Уже стоя в очереди, покупатель может захотеть сделать еще 2 ± 1 покупки. Время обслуживания покупателя в кассе пропорционально числу сделанных покупок, на одну покупку уходит 3 с проверки. После оплаты продуктов покупатель оставляет корзинку и уходит.

Постройте модель, описывающую процесс покупок в продовольственном магазине. Проведите моделирование 8-часового рабочего дня и определите нагрузку кассира и максимальную длину очереди перед кассой. Зная, что число корзинок не ограничено, определите максимальное число корзинок, находящихся у покупателей одновременно.

№ 19. Информационный центр располагает тремя стеллажами с различной литературой (книгами, брошюрами, документацией и т. д.). Приход посетителей имеет экспоненциальный характер с интервалом 60 мин. Каждый посетитель может обойти один или несколько стеллажей, отбирая необходимую ему литературу. Вероятность обхода конкретного стеллажа 0,65, время, требуемое для его обхода, 125 ± 60 , число отобранной литературы у данного стеллажа 4 ± 1 . На выходе происходит регистрация выбранной посетителем литературы. Она пропорциональна числу выбранной литературы и составляет 10 с на одну книгу. При ожидании своей очереди регистрации любой посетитель может подобрать еще 2 ± 1 интересующих его брошюр. Время обхода стеллажей и количество отобранной литературы подчинены равномерному закону распределения.

Постройте модель, описывающую данный процесс при 6-часовом режиме работы, и определите максимальную длину очереди для регистрации, нагрузку регистратора и максимальное количество посетителей, находящихся в информационном центре одновременно.

Контрольные вопросы

1. Какие процессы и системы можно моделировать с помощью платформы GPSS World?

2. Как построить график?

3. Как построить гистограмму?

4. Какие основные операторы необходимые для моделирования необходимы?

Критерии оценки:

оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в выполненных заданиях нет ошибок, неточностей;
- возможна одна (две) неточность, не являющаяся следствием незнания или непонимания материала.

оценка «4» ставится, если:

– правильно выполнена большая часть работы (свыше 85%), допущено не более трех ошибок;

– работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны.

оценка «3» ставится, если:

– работа выполнена не полностью, допущено более трех ошибок, но обучающийся владеет основными знаниями, умениями по проверяемой дисциплине.

оценка «2» ставится, если:

– допущены существенные ошибки, показывающие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями, умениями по данной дисциплине

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12

Тема: «Имитационное моделирование в среде NS-3»

Цель: формирование навыков реализации сети

Перечень оснащения и оборудования, источников: ПК, раздаточный материал

Время на подготовку и выполнение: 2 часа

План выполнения задания:

1. Повторить теоретический материал

2. Выполнить задания в соответствии с номером Вашего варианта

3. Ответить на контрольные вопросы

4. Используя скриншоты и текст программы, создать отчет о проделанной работе, отчет содержит файлы с заданиями

Задание:

№ 1. Реализовать примеры сетей:

- сеть «точка-точка»;

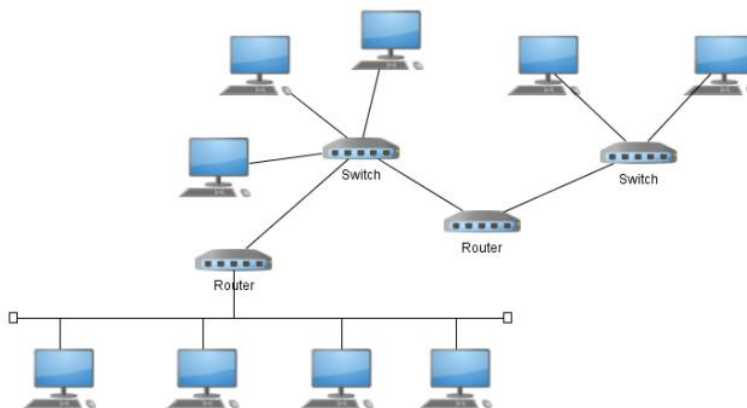
- сеть с топологией «шина» на общем концентраторе;
- сеть с топологией «пассивная звезда» с использованием коммутатора;
- соединение сетей вручную через коммутатор;
- соединение различных сетей через роутер.

№ 2. Реализовать собственную сеть в соответствии с вариантом и сгенерировать отчет. Описать подсети, из которых состоит сеть, по схеме:

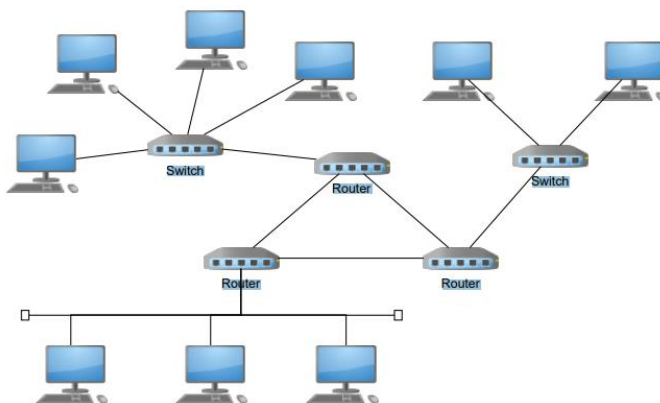
- адрес сети;
- маска сети;
- топология сети;
- число хостов в сети;
- максимально допустимое число хостов;
- какие устройства входят в сеть;
- адрес шлюза по умолчанию (если он есть);
- адрес широковещательной рассылки

Варианты заданий

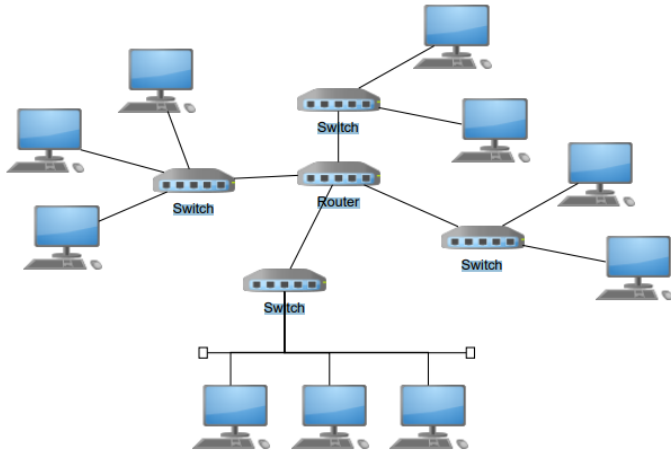
1.



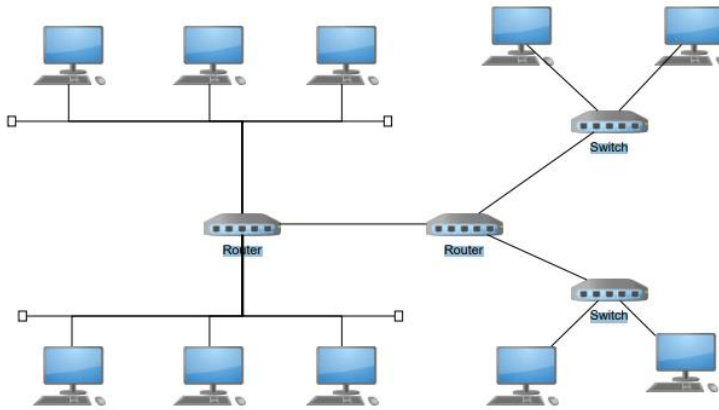
2.



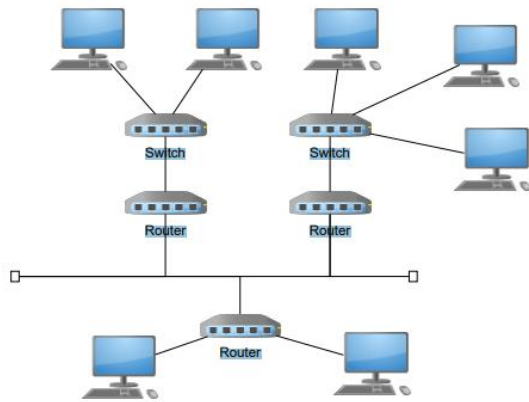
3.



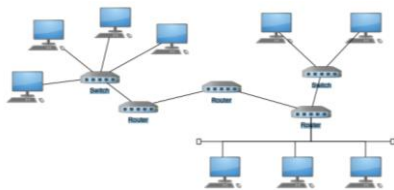
4.



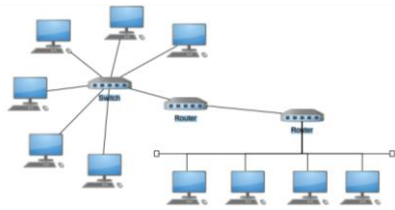
5.



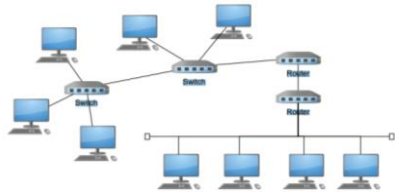
6.



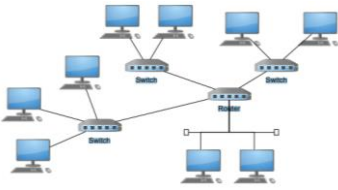
7.



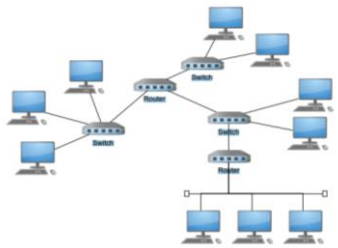
8.



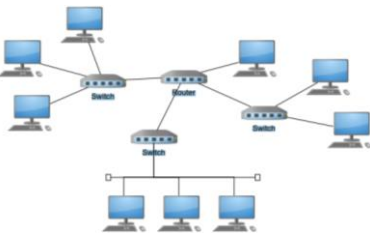
9.



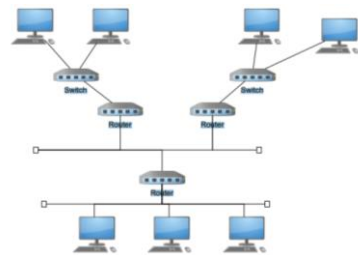
10.



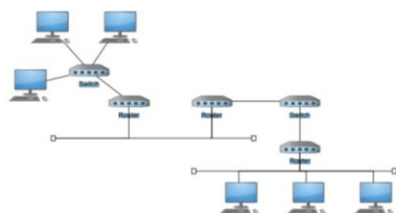
11.



12.



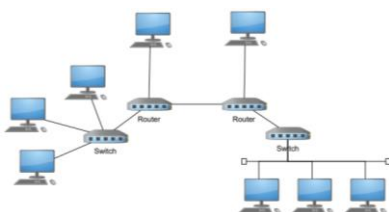
13.



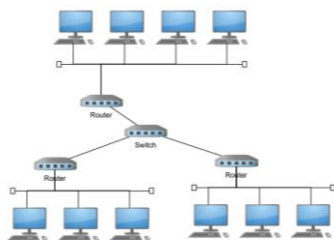
14.



15.



16.



Контрольные вопросы:

1. Какие сетевые устройства можно использовать в NS-3?
2. Как добавить и удалить устройства в проект?
3. Как подсоединить кабель к устройству?
4. Как запустить терминал для настройки устройств?
5. Какие команды поддерживает терминал NS-3?

Критерии оценки:

оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в выполненных заданиях нет ошибок, неточностей;
- возможна одна (две) неточность, не являющаяся следствием незнания или не

понимания материала.

оценка «4» ставится, если:

– правильно выполнена большая часть работы (свыше 85%), допущено не более трех ошибок;

– работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны.
оценка «3» ставится, если:

– работа выполнена не полностью, допущено более трех ошибок, но обучающийся владеет основными знаниями, умениями по проверяемой дисциплине.

оценка «2» ставится, если:

– допущены существенные ошибки, показывающие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями, умениями по данной дисциплине

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13,14

Тема: «Разработка самообучающихся систем»

Цель: Научиться разрабатывать алгоритмы и программы реализации самообучающихся систем

Перечень оснащения и оборудования, источников: ПК, раздаточный материал

Время на подготовку и выполнение: 4 часа

План выполнения задания:

1. Повторить теоретический материал
2. Выполнить задания в соответствии с номером Вашего варианта
3. Ответить на контрольные вопросы
4. Используя скриншоты и текст программы, создать отчет о проделанной работе, отчет содержит файлы с заданиями

Задание: Реализовать самообучающуюся систему, используя механизм обучения для конкретных предметных областей:

- География
- История
- Математика
- Физика

Контрольные вопросы:

1. В чем суть самообучающейся системы?
2. Какая форма приобретения знаний называется обратной связью.
3. Как происходит обучение программы?
4. Каковы основные шаги при разработке обучающейся системы?

Критерии оценки:

оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;

- в выполненных заданиях нет ошибок, неточностей;
- возможна одна (две) неточность, не являющаяся следствием незнания или непонимания материала.

оценка «4» ставится, если:

- правильно выполнена большая часть работы (свыше 85%), допущено не более трех ошибок;

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны.

оценка «3» ставится, если:

- работа выполнена не полностью, допущено более трех ошибок, но обучающийся владеет основными знаниями, умениями по проверяемой дисциплине.

оценка «2» ставится, если:

- допущены существенные ошибки, показывающие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями, умениями по данной дисциплине

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 15, 16

Тема: «Разработка ИС для мониторинга и управления функционированием технического объекта»

Цель: формирование навыков построения модели предметной области, описывания решаемой задачи правилами продукционной системы и формализация используемых знаний.

Перечень оснащения и оборудования, источников: ПК, раздаточный материал

Время на подготовку и выполнение: 4 часа

План выполнения задания:

1. Повторить теоретический материал
2. Выполнить задания в соответствии с номером Вашего варианта
3. Ответить на контрольные вопросы
4. Используя скриншоты и текст программы, создать отчет о проделанной работе, отчет содержит файлы с заданиями

Задание: Разработка ИС для мониторинга и управления функционированием технического объекта:

- Светильник
- Электроплита
- Мельница
- Грузовой автомобиль
- Электрический термометр

Контрольные вопросы:

1. Технология разработки экспертных систем.

2. Методы извлечения знаний.

Критерии оценки:

оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в выполненных заданиях нет ошибок, неточностей;
- возможна одна (две) неточность, не являющаяся следствием незнания или непонимания материала.

оценка «4» ставится, если:

- правильно выполнена большая часть работы (свыше 85%), допущено не более трех ошибок;

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны.

оценка «3» ставится, если:

- работа выполнена не полностью, допущено более трех ошибок, но обучающийся владеет основными знаниями, умениями по проверяемой дисциплине.

оценка «2» ставится, если:

- допущены существенные ошибки, показывающие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями, умениями по данной дисциплине

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

Основные источники:

1. Богомазова, Г.Н. Установка и обслуживание программного обеспечения персональных компьютеров, серверов, периферийных устройств и оборудования [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Г.Н. Богомазова. – М.: Издательский центр «Академия» 2015. – 256 с.

2. Перлова, О.Н. Соадминистрирование баз данных и серверов [Текст]: учебное пособие / О.Н. Перлова, О.П. Ляпина.- М.: Издательский центр «Академия» 2018. – 267 с.

3. Соколова, В. В. Разработка мобильных приложений [Текст]: учебное пособие для СПО / В.В.Соколова.- М.: Издательство «Юрайт», 2019. – 150 с.

4. Фёдорова, Н.Г. Осуществление интеграции программных модулей [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Г.Н. Фёдорова-М.: Издательский центр «Академия», 2017. – 240 с.

5. Федорова, Г.Н. Разработка, администрирование и защита баз данных [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Г.Н. Фёдорова. - М.: Издательский центр «Академия», 2018. - 345 с.

6. Федорова, Г.Н. Разработка программных модулей программного обеспечения для компьютерных систем [Текст]: учебник для СПО, профессиональная подготовка / Г.Н. Федорова. – М.: Издательский центр «Академия», 2018.- 180 с

1. Дополнительные источники ГОСТ 24.701-86. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения.

2. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.

3. ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы. Термины и определения.

4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристика качества и руководство по их применению.

Электронные издания (электронные ресурсы)

1. Советов, Б.Я. Интеллектуальные системы и технологии [Электронный ресурс] / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский, В.Д. Чертовской.- М.:Издательский центр «Академия» <http://www.academia>, свбодный. – Загл. экрана.

2. Тоискин, В.С. Интеллектуальные информационные системы [Электронный ресурс] / Режим доступа:http://w.sciyouth.ru/ElBibl/2015_16_uch_year/1_kurs_magistratura/Intelektualnye_informatsyonnye_systemy/Архив/Интеллектуальные%20информационные%20с

[истемы.pdf](#), свободный. – загл. с экрана.

3. Электронно – библиотечная система BOOK.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: book.noreplyuser@book.ru, свободный. – Загл. с экрана.