

Подписано электронной подписью:
Вержицкий Данил Григорьевич
Должность: Директор КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ»
Дата и время: 2024-02-21 00:00:00
471086fad29a3b30e244c728abc3661ab35c9d50210dcf0e75e03a5b6fdf6436

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Кемеровский государственный университет»
Новокузнецкий институт (филиал)

Факультет информатики, математики и экономики
Кафедра информатики и вычислительной техники им. В. К. Буторина

Т. В. Бурнышева, О. А. Штейнбрехер

Моделирование систем

*Методические указания по выполнению курсовой работы по
дисциплине «Моделирование систем» для обучающихся по
направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная
техника Профиль «Автоматизированные системы обработки
информации и управления»*

Новокузнецк
2019

УДК 378.147.88(072)
ББК 74.484(2Рос-4Кем)я73
М74

М74 «Моделирование систем. Методические указания по выполнению курсовой работы» : метод. указ (текст. электрон. изд.)/ Т.В. Бурнышева, О. А. Штейнбрехер; Новокузнец. ин-т (фил.) Кемеров. гос. ун-та Новокузнецк : НФИ КемГУ, 2019. – 23с.

В методических указаниях представлены этапы выполнения курсовой работы по дисциплине «Моделирование систем». Приведен пример выполнения курсовой работы и варианты индивидуальных заданий.

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника».

Рекомендовано
на заседании кафедры информатики
и вычислительной техники
им. В.К. Буторина
26 ноября 2019 года.
Заведующий кафедрой



А.В. Маркидонов

Утверждено
методической комиссией факультета
информатики, математики и
экономики
12 декабря 2019 года.
Председатель методкомиссии



Г.Н. Бойченко

УДК 378.147.88(072)
ББК 74.484(2Рос-4Кем)я73

© Бурнышева Т.В., Штейнбрехер О. А., 2019
© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Кемеровский государственный
университет»,
Новокузнецкий институт (филиал), 2019
Текст представлен в авторской редакции

Оглавление

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	5
2. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ	5
3. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ	12
4. ПРОЦЕСС ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	12
5. ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ И ЕЁ ОЦЕНКА	13
6. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	15
7. ПРИМЕР МОДЕЛИРОВАНИЯ СМО В СРЕДЕ LABVIEW	17
Задание.....	17
Этапы разработки модели.....	17
I Этап. Задание потока заявок (посетителей) и формирование очереди в поликлинику.....	17
II Этап. Определение порядка становления пациентов в очередь.....	18
III Этап. Задание обслуживающего устройства «регистратура».....	19
IV Этап. Формирование очереди к врачу.	21
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	24

1. Цель и задачи курсовой работы

Целью курсовой работы является развитие у студентов умения разрабатывать модели производственных систем, а также получения практических навыков работы в среде моделирования, включая программирование и использование встроенных инструментов анализа.

Задачи курсовой работы:

- 1) представление заданного объекта в виде имитационной модели с выделением внешних воздействий, параметров, внутренних переменных;
- 2) создание программной имитационной модели на языке *LabView*;
- 3) тестирование и отладка разработанной имитационной модели;
- 4) формулирование цели имитационного эксперимента, выделение варьируемых, постоянных и контролируемых переменных;
- 5) проведение имитационного эксперимента;
- 6) формулирование выводов по результатам эксперимента;
- 7) оформление полученных результатов.

2. Примерные темы курсовых работ

Задание на курсовую работу выбирается студентом из приведенных ниже. Также допускается возможность разработки модели производственной системы, предложенной студентом.

1. Моделирование работы транспортного конвейера

Допустим, к рабочим поступают на изготовление детали с транспортного конвейера. Интервал между поступлениями двух идущих одна за другой деталей равен 9 ± 1 мин. Время изготовления детали первым рабочим составляет 12 ± 1 мин, а вторым – 13 ± 2 мин. Если рабочий занят, он не берет деталь с конвейера, и она перемещается к другому рабочему. Требуется смоделировать работу первого и второго рабочих в течение смены. Необходимо определить коэффициент использования первого и второго рабочих (первого и второго каналов обслуживания) и число деталей, изготовленных каждым из них.

2. Оценка надежности работы системы

Рассмотрите систему, имеющую один объект (машину, прибор, станок, компьютер и т.д.), находящийся под действием пуассоновского потока отказов с интенсивностью λ . Отказавший объект немедленно начинает ремонтироваться (восстанавливаться). Распределение времени восстановления предполагается экспоненциальным с интенсивностью μ . Требуется оценить надежность работы такой системы, то есть вычислить:

- коэффициент использования (готовности) объекта;
- среднее время восстановления объекта.

3. Моделирование работы участка цеха

Рассматривается работа участка цеха, состоящего из трех видов оборудования, обслуживающего два потока изделий. Известны интервалы времени между поступлениями изделий каждого типа на обработку. Они соответственно равны 42 ± 5 и 20 ± 5 мин с равномерным законом распределения. Известно время изготовления изделия каждого потока на каждом виде оборудования.

Так, время изготовления изделия первого потока на первом виде оборудования составляет 17 ± 2 мин, на втором – 32 ± 4 и на третьем – 22 ± 3 мин.

Время изготовления изделия второго потока на первом виде оборудования составляет 19 ± 3 мин, на втором – 27 ± 5 и на третьем – 27 ± 5 мин.

Продолжительность изготовления изделий на всех видах оборудования определяется равномерным законом распределения.

Требуется промоделировать работу участка цеха в течение рабочего дня (8 ч).

4. Моделирование работы автозаправочной станции

Необходимо промоделировать работу автомобильной заправочной станции (АЗС), которая имеет две заправочные колонки. Известны следующие параметры работы АЗС:

- поток автомобилей, поступающих на заправку, подчиняется экспоненциальному распределению вероятностей с параметрами $\lambda = 0$ и $\beta = 6,5$;

- время заправки на первой колонке составляет $10 \pm 2,5$ мин, а на второй – 13 ± 4 мин;
- автомобиль подъезжает к колонке, которая не занята обслуживанием другого автомобиля.

Требуется промоделировать работу АЗС в течение рабочей смены – 8 ч – и определить параметры функционирования АЗС:

- коэффициент загрузки каждой колонки;
- среднее время обслуживания в каждой колонке;
- максимальное, среднее и текущее число автомобилей в очереди к каждой колонке;
- среднее время нахождения автомобиля в каждой очереди и др.

5. Моделирование работы инструментальной кладовой

В цехе работает инструментальная кладовая по принципу самообслуживания.

Рабочие приходят за инструментом в среднем каждые 8 мин с возможным отклонением от этого интервала ± 2 мин. Поток рабочих (требований) за инструментами равномерный. Каждый рабочий может взять один или несколько инструментов, лежащих на разных стеллажах. Время, необходимое для поиска инструмента на стеллажах, число инструментов, взятых со стеллажа, и вероятности взятия их приведены в табл. 1.

Стеллаж	Вероятность взятия инструмента	Время поиска инструмента, мин	Число инструментов, взятых со стеллажа, шт.
1	0,65	10 ± 4	4 ± 2
2	0,78	12 ± 2	2 ± 1

Взяв инструмент в кладовой, рабочий подходит к учетчику, который делает соответствующую отметку в журнале. Время учета пропорционально числу инструментов, взятых рабочим. На оформление одного наименования инструмента требуется 1 мин.

Необходимо определить:

- число посещений рабочими кладовой в течение смены;
- среднее время для взятия инструмента в кладовой;
- коэффициент использования (загрузки) учетчика;

- максимальную длину очереди в кладовой;
- среднюю длину очереди в кладовой.

6. Моделирование системы управление качеством

Необходимо промоделировать систему управления качеством производственного процесса, включающего две операции обработки изделия с соответствующим контролем. Известны следующие параметры производственного процесса:

- поток изделий, поступающих на обработку, подчиняется экспоненциальному распределению вероятностей с параметрами $\lambda = 0$ и $\beta = 28$;
- время выполнения первой операции определяется с помощью дискретной числовой функции, а время на контроль этой операции составляет 3 мин;
- время выполнения второй операции определяется с использованием нормального распределения с параметрами $\mu = 22$, $\sigma = 3$, а время на контроль этой операции составляет 2 мин.

Нужно промоделировать работу системы управления качеством в течение рабочей смены – 8 ч.

Требуется определить параметры функционирования производственного процесса:

- коэффициент загрузки каждого контролера;
- среднее время обслуживания каждым контролером.

7. Моделирование системы управления запасами

Необходимо промоделировать работу склада материалов на предприятии. Вместимость склада составляет 10000 единиц материала. Возможна поставка на склад с периодичностью 5 дней в размере 1000 единиц материала. Начальный запас материалов на складе составляет 1000 единиц. Ежедневный спрос материала изменяется в пределах от 35 до 50 единиц с равной вероятностью. Если текущий запас равен или больше 800, то никакой поставки материалов на склад в течение недели не производят. Требуется смоделировать работу склада материалов в течение 200 дней.

8. Оценка эффективности работы системы с учетом отказов

Рассматривается функционирование системы, имеющей три вида объектов (машины, приборы, станки, компьютеры и т.д.). Объекты поступают в систему на обслуживание с интенсивностью λ . Поток поступления объектов на обслуживание – пуассоновский: $\lambda = 0,1$ 1/единица времени. Объекты обслуживаются в канале обслуживания с интенсивностью μ . Распределение времени обслуживания объектов – экспоненциальное: $\mu = 0,05$ 1/единица времени. Одновременно все объекты находятся под действием пуассоновских потоков отказов с соответствующими интенсивностями: $\lambda_1 = 0,01$ 1/единица времени, $\lambda_2 = 0,008$ 1/единица времени, $\lambda_3 = 0,0125$ 1/единица времени. Отказавшие объекты немедленно начинают ремонтироваться (восстанавливаться). При этом для восстановления отказавших объектов имеется два пункта восстановления (ПВ). Распределение времени восстановления объектов на каждом ПВ будем предполагать экспоненциальным. Для первого ПВ интенсивность восстановления $\mu_1 = 0,033$ 1/единица времени. Для второго ПВ интенсивность восстановления $\mu_2 = 0,025$ 1/единица времени. Требуется оценить эффективность работы такой системы, то есть определить:

- коэффициенты использования (готовности) всех объектов;
- среднее время восстановления объектов;
- коэффициенты использования пунктов восстановления и др.

9. Моделирование системы управления заявками в техническом отделе

Необходимо промоделировать поступление и обработку заявок на обслуживание аппаратного обеспечения предприятия. Количество работников технического отдела предприятия - три человека. Заявки на обслуживание могут иметь разную сложность и приоритет. Время обработки заявки зависит от сложности предполагаемых работ и вида оборудования. Вероятность поломки аппаратного обеспечения представлено равномерным распределением. Требуется промоделировать месяц работы.

10. Моделирование процесса доменного производства

Рассматривается процесс производства чугуна посредством доменной печи. Известно количество сырья. Требуется промоделировать производство и влияние изменений внутренних параметров - нарушений температурного режима, количества и соотношения сырья.

11. Моделирование технологического процесса производства хлебобулочных изделий

Необходимо промоделировать работу производства. Процесс производства включает в себя работу тестомесильной машины, формировку, выпекание. Требуется оценить эффективность работы такой системы, то есть определить:

- коэффициенты использования (готовности) всех объектов;
- среднее время восстановления объектов и т.д.

12. Моделирование работы пекарни.

Необходимо промоделировать процесс производства хлеба в пекарне, изготавливающей два вида хлеба. Пшеничное тесто готовят безопарным или опарным способом с применением дрожжей. При безопарном способе приготовления теста, одновременно замешивают все количество муки, воды, дрожжей, соли и других компонентов, предусмотренных рецептуре. Этот способ называется однофазным. При опарном (двухфазном) способе сначала готовят опару, а потом замешивают на ней тесто.

Определить оптимальное соотношение видов хлеба, для полной загрузки оборудования.

13. Моделирование процесса производства пластиковой посуды

Необходимо промоделировать работу линии по производству пластиковой посуды методом литья. Модельное время - 24ч.

14. Моделирование технологического процесса производства почтовых конвертов

Необходимо промоделировать процесс производства бумажных почтовых конвертов. Определить влияние входных параметров на загрузку конвейеров.

15. Моделирование системы вторичной переработки стекла

Необходимо промоделировать процесс вторичной переработки стекла. Основными этапами производства являются: сбор, доставка (транспортировка), обработка (сортировка, сепарация, отмывка, очистка, просушка), дробление, добавление присадок (если это необходимо), изготовление конечной продукции.

Требуется промоделировать систему обработки и изготовления продукции с учетом неравномерного поступления исходного сырья на производство. Оценить загруженность линии.

16. Моделирование процесса производства стекла

Рассматривается процесс производства стекла. Известно количество сырья. Требуется промоделировать производство.

17. Моделирование процесса производства одноразовой бумажной посуды

Необходимо промоделировать работу производства. Требуется оценить эффективность работы такой системы, то есть определить:

- коэффициенты использования (готовности) всех объектов;
- среднее время восстановления объектов и т.д.

18. Моделирование работы рельсопрокатного цеха

Необходимо промоделировать технологический процесс проката рельсов с учетом вероятности отказов. Определить загруженность оборудования.

19. Моделирование технологического процесса производства рыбных консервов

Необходимо промоделировать процесс производства одного вида рыбных консервов, учитывая вероятность брака. Оценить загруженность линии.

20. Моделирование технологического процесса производства проволоки

Необходимо промоделировать работу производства. Требуется оценить эффективность работы такой системы, то есть определить:

- коэффициенты использования (готовности) всех объектов;
- среднее время восстановления объектов и т.д.

3. Задание на курсовую работу

Требуется провести имитационное моделирование процессов производственной системы, указанной в индивидуальном задании с помощью среды моделирования.

В процессе выполнения задания студент должен:

- а) описать моделируемый объект (процесс), выявить его особенности;
- б) разработать структуру модели в среде моделирования;
- в) составить план модельного эксперимента, включающий описание процесса моделирования (цель моделирования, задаваемые параметры, вывод результатов, возможные выводы);
- г) провести моделирование в соответствии с разработанным планом;
- д) оформить отчёт о выполнении задания.

В ходе выполнения курсовой работы студент должен на простом примере познакомиться и выполнить все этапы, связанные с имитационным моделированием.

4. Процесс выполнения курсовой работы

Процесс выполнения курсовой работы формально можно разбить на пять этапов, соответствующих приведённым выше задачам:

- 1) получение задания на курсовую работу;
- 2) конкретизация задания курсовой работы, разработка вербальной (словесной) имитационной модели, выделение переменных состояния, внешних воздействий и параметров, создание структурной схемы модели;
- 3) разработка структуры и реализация модели, её отладка и модификация;
- 4) проведение имитационного эксперимента — выделение варьируемых и неизменных переменных модели, задание параметров,

прогон модели в шаговом режиме с целью удостовериться в её адекватности;

5) оформление полученных результатов.

5. Защита курсовой работы и её оценка

Защита курсовой работы включает три этапа оценивания.

Первый этап оценивания курсовой работы проходит в форме консультаций (в том числе на занятиях), когда студент вправе показывать преподавателю проект с ошибками. На этом этапе допускается исправление ошибок, улучшение модели. Преподаватель может подсказывать студенту общие идеи решений, но студент сам должен находить пути их реализации. На этом этапе преподаватель старается оценить способность студента к самостоятельной работе, умение самообучаться, читать литературу, находить интересные решения.

Второй этап оценивания связан с получением результатов моделирования. В данном случае оценивается грамотность постановки задачи имитационного моделирования, умение использовать различные встроенные инструменты среды *LabView*. Студент должен показать работу модели, объяснить смысл принятых им решений. На этом этапе оценивается конечный результат моделирования, способность студента получать требуемые результаты.

Третий этап оценивания курсовой работы связан с предоставлением отчёта в бумажной копии и публичной защите, которая включает доклад и презентацию.

На этом этапе происходит, собственно, защита курсовой работы с предъявлением отчёта в бумажной форме, демонстрацией модели, кратким докладом и ответами на вопросы.

В ходе публичной защиты оценивается способность студента представить свою работу, качество ответов на вопросы. Вопросы могут касаться как среды разработки *LabView* (применительно к заданию курсовой работы), так и некоторых общетеоретических вопросов, связанных с имитационным моделированием в целом.

При оценке отчёта в бумажной форме проверяется полнота наполнения, правильность решения поставленных задач, грамотность формулировок, правильность оформления и соответствие стандартам.

Общая оценка складывается из частных оценок, полученных на всех трёх этапах.

Этап	Описание шкалы	Количество баллов	
Работа над курсовой	Требуются значительные корректировки и предложения со стороны преподавателя	28	28-50
	Обучающийся способен исправлять свое решение при наличии незначительных корректировок преподавателя	40	
	Обучающийся способен самостоятельно определять этапы решения, подбирать научную литературу для описания области моделирования	50	
Результаты моделирования	Модель содержит большое количество неточностей. Результаты моделирования недостоверны. Содержатся ошибки в постановке задачи имитационного моделирования	10	10-20
	Модель содержит незначительное количество неточностей и ошибок. Задачи имитационного моделирования поставлены верно	15	

	Представленные результаты моделирования полностью удовлетворяют требованиям. Обучающийся верно интерпретирует результаты моделирования	20	
Представление отчета	Содержатся ошибки в представлении темы, ответах на вопросы	10	10-20
	Допущены неточности в ответах на вопросы. Тема курсовой работы не раскрыта полностью	15	
	Представление работы полностью раскрывают объект моделирования, модель, результаты имитационного моделирования. Даны полные и ответы на вопросы	20	
Оценка отчета	Отсутствуют разделы курсовой работы	3	3-6
	Работа содержит незначительные ошибки в оформлении	6	
	Оформление отчета полностью соответствует требованиям оформления работ	10	
Сумма баллов			51-100

6. Правила оформления курсовой работы

Курсовая работа содержит «программную» часть и пояснительную записку.

«Программная часть» представляется в электронном виде в среде *LabView* и демонстрируется при защите курсовой работы.

Пояснительная записка представляется в электронном виде на занятиях в компьютерном классе и бумажном варианте при публичной защите курсовой работы. Пояснительная записка должна содержать:

- 1) титульный лист;
- 2) задание на курсовую работу;
- 3) содержание;
- 4) введение;
- 5) основную часть:
 - 5.1) описание объекта моделирования;
 - 5.2) цель и задачи имитационного моделирования;
 - 5.3) описание типа исследуемой системы;
 - 5.4) модель, разработанную в среде *LabView*;
 - 5.5) пояснения к построению модели в среде *LabView*;
 - 5.6) исследование функционирования модели (и следование модели на чувствительность);
 - 5.7) модельный имитационный эксперимент;
- 6) заключение;
- 8) список использованных источников;
- 9) приложения (по необходимости).

Подробно правила оформления пояснительной записки к курсовой работе представлены в [4].

7. Пример моделирования СМО в среде LABVIEW

Задание

Разработать модели системы массового обслуживания – работа поликлиники.

Пациенты, приходя в поликлинику, занимают очередь в регистратуру и обслуживаются в ней. Затем каждый из пациентов занимает очередь в кабинет своего врача. По окончании приёма у врача, пациент покидает поликлинику.

Этапы разработки модели

I Этап. Задание потока заявок (посетителей) и формирование очереди в поликлинику.

Создание программы начинаем с окна редактирования диаграмм.

Создаем прибор для инициализации очереди. Для этого на функциональной панели необходимо выбрать **Programming>Synchronization>Queue Operation>Obtain Queue**. Затем из **Tools Palette** выбираем **Connect Wire** (катушка) и кликаем правой кнопкой мыши на верхний вход прибора (max queue size), далее в появившемся контекстном меню выбираем пункт **create>control**.

Этот управляющий элемент также появится на интерфейсной панели, с помощью него будет задаваться количество пациентов, поступающих в поликлинику в день/час.

Определим имя очереди. Для этого кликаем правой кнопкой мыши на вход прибора **name**, затем выбираем пункт создания константы **create>constant**, и в появившемся окошке введите имя очереди, например, 1.

Задаём тип данных элемента - тип данных, которые должна содержать очередь. Для этого выбираем **Programming>Numeric>Numeric Constant** (по умолчанию стоит «0») и подключите его к входу **element data type**.

Очередь инициализирована. Итогом этого этапа является прибор, показанный на рисунке 1.

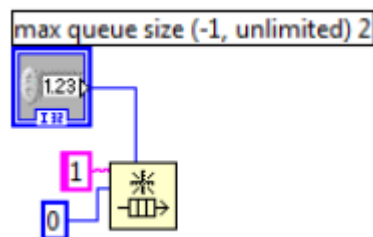


Рисунок 1. Инициализация очереди

II Этап. Определение порядка становления пациентов в очередь.

Установим прибор **Programming>Synchronization>Queue Operation>Enqueue Element** и с помощью катушки соединим выходы **queue out** и **error out** из прибора **Obtain queue** к соответствующим входам прибора **Enqueue Element**.

Так как пациент не один, необходима циклическая работа программы.

Выбираем из функциональной панели **programming>structures>For Loop** и выделяем с помощью левой кнопки мыши прибор **Enqueue Element**.

Чтобы пациенты становились в очередь по одному, перетягиваем «увеличение на 1» **Programming>Numeric>increment**. К входу x подключаем значок «итерация цикла», а выход $(x+1)$ пиктограммы подключаем к входу **Element** прибора **Enqueue Element**.

Пусть каждый пациент приходит в поликлинику через заданное время, например через 1 секунду.

Для выполнения этого условия, установим в цикле задержку. Выбираем **Programming>Timing>Wait (ms)** и перетягиваем данную иконку в цикл. Создаём для нее константу, соответствующую этой задержке. Для этого подведем указатель в виде катушки к левой части иконки, нажимаем правую кнопку мыши и выбираем пункт создания константы **Create>Constant**.

Чтобы количество итераций цикла было равно количеству пациентов, прибывающих в поликлинику, соединим выход управляющего элемента **Numeric Control** с пиктограммой N , как показано на рисунке 2.

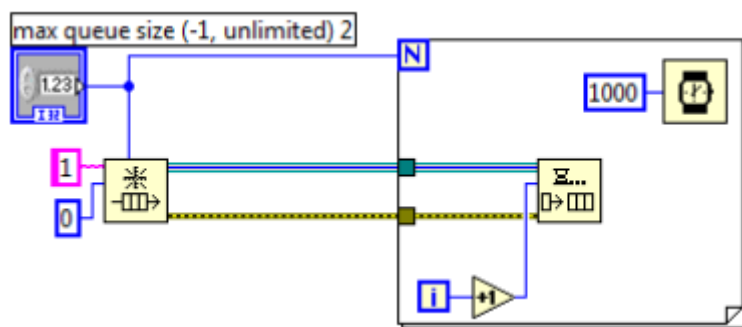


Рисунок 2. Добавление элементов в очередь

III Этап. Задание обслуживающего устройства «регистратура».

В поликлинике имеется регистратура, через которую проходит каждый пациент. Чтобы установить регистратуру, для начала установим цикл **While Loop, programming>structures>While Loop**.

Чтобы прочитывать элементы из очереди, то есть обслуживать пациентов, поместим в цикл **While Loop** прибор **Dequeue Element, Programming>Synchronization>Queue Operation>Dequeue Element**.

Чтобы видеть, сколько обслужено пациентов, создаём соответствующий индикатор для прибора **Dequeue Element** – правой кнопкой мыши щелкаем на выходе приборе **Element** и выбираем пункт **constant>indicator**. С помощью инструмента **Edit Text** из панели инструментов меняем имя индикатора на «Обслужено пациентов».

Устанавливаем время обслуживания пациентов с помощью прибора задержки **Wait (ms)** и присваиваем этому прибору константу с нужным временем. Нажимаем правой кнопкой мыши на иконку условия выхода из цикла (красная пиктограмма в нижнем правом углу цикла) и в выпадающем меню выбираем пункт создания константы, по умолчанию стоит F-«false», то есть цикл будет работать без остановки.

Соединяем только что созданный прибор с ранее созданной очередью, как показано на рисунке 3.

IV Этап. Формирование очереди к врачу.

После того, как пациент обслужился в регистратуре (получил номерок), он отправляется к врачу. Соответственно, к врачу формируется новая очередь. Аналогично первой, создайте вторую очередь и дайте ей имя, например, 2. Поместите прибор **Enqueue Element** в цикл **While Loop** с **Dequeue Element**. Подключите выход **Element** прибора **Dequeue Element** к входу **Element** прибора **Enqueue Element** – то есть пациенты, обслуженные регистратурой, становятся в очередь к врачу. Создайте цикл с **Dequeue Element**, такой же, как для первой очереди и подключите его ко второй очереди. Чтобы видеть, сколько пациентов находится в данный момент в очереди к врачу, создайте точно такой же цикл с **Get Queue Status**, как и в первой очереди, и подключите его ко второй очереди.

Чтобы время поступления пациентов в очередь и время обслуживания пациентов можно было устанавливать на интерфейсной панели, поменяйте **constant** у приборов задержки **Wait (ms)** на **Control**. Для этого кликните правой кнопкой мыши на константу и выберите **Change to Control**. Чтобы время задавалось в секундах, вставьте между управляющей пиктограммой и прибором **Wait (ms)** множитель (**Programming>Numeric>Multiply**) на 1000. В цикле с **Dequeue Element** необходима последовательность действий для правильной работы. Выберите **Programming>Structure>Flat Sequence**, поместите прибор **Dequeue Element** и прибор **Wait (ms)** внутрь **Flat Sequence**. Кликните на границе **Flat Sequence** правой кнопкой мыши, и выберите **Add Frame** и поместите во второй фрейм индикатор «обслужено пациентов». У Вас получится программа, как на рисунке 5.

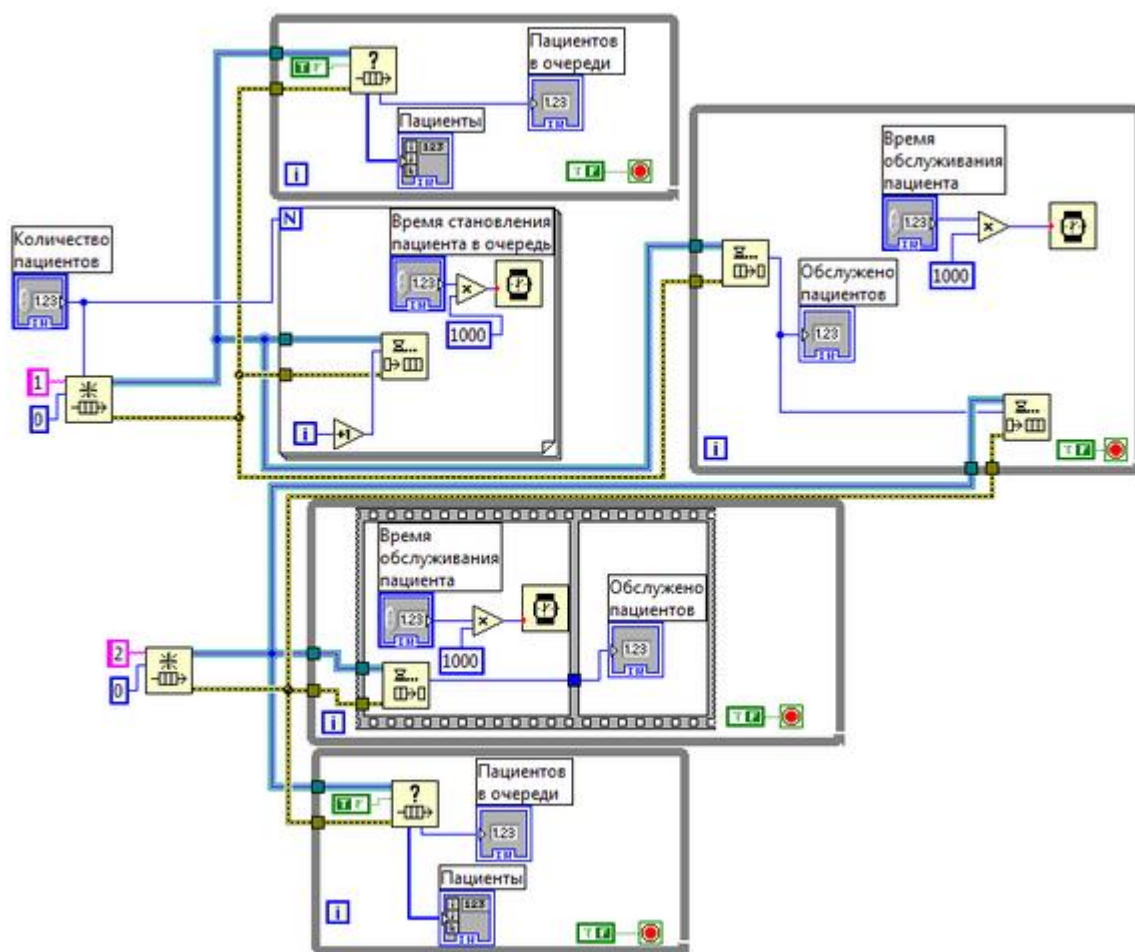


Рисунок 5. Модель СМО

На интерфейсной панели выделите индикатор **Пациенты** и растяните его вниз так, чтобы появилось несколько индикаторов. Кликните правой кнопкой мыши и выберите **Visible Items>Unit Label**. Для удобства восприятия на интерфейсной панели разместите управляющие элементы и индикаторы, относящиеся к регистратуре в одно окно, например, на панели управления выберите **Controls>Modern>Decorations>Raised Frame**, а относящиеся к врачу, в другое. В итоге должна получиться программа, как на рисунке 6.

Проверьте программу на работоспособность. Для этого установите время обслуживания пациентов в регистратуре и у врача, задайте необходимое количество пациентов и время пребывания пациента в очередь.

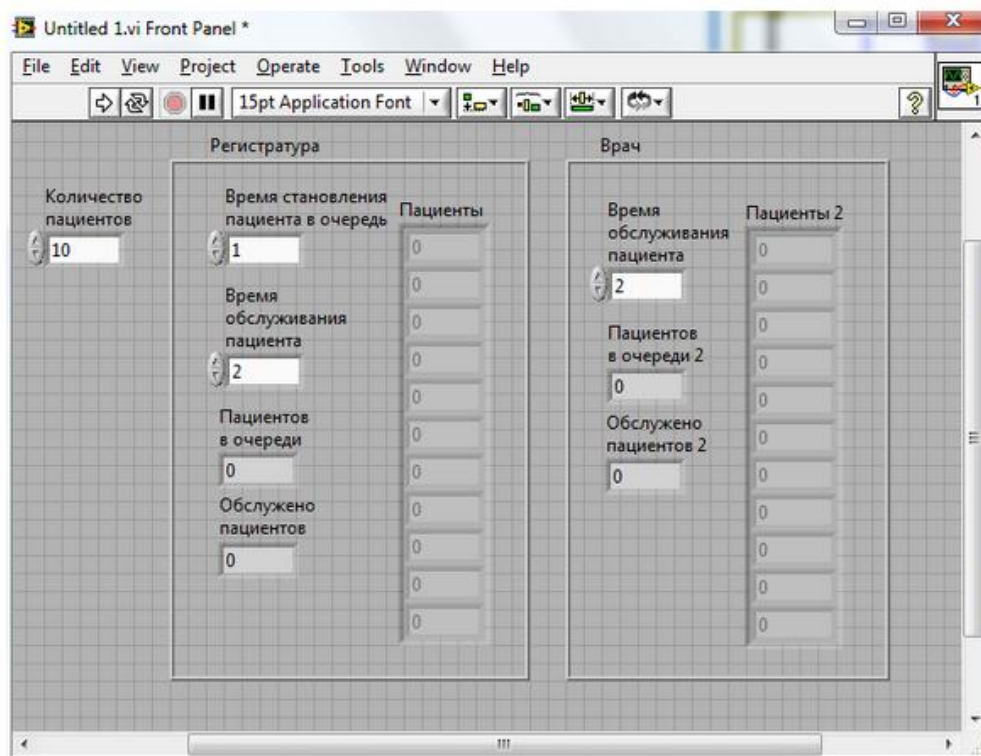


Рисунок 6. Интерфейс программы.

ЗАМЕЧАНИЕ. Студентам при оформлении курсовых работ обязательно представить все математические выкладки и расчеты при обработке результатов имитационного эксперимента.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Советов, Б. Я. Моделирование систем: учебник для бакалавров / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2013. - 343 с. - (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2698-9. - URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/371158> (дата обращения: 21.10.2019). - Текст : электронный
2. Красс, М.С. Моделирование эколого-экономических систем: учебное пособие / М.С. Красс. - 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 272 с. - ISBN 978-5-16-006597-7 — URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=398940> (дата обращения: 21.10.2019). - Текст : электронный
3. Черников, Б.В. Информационные технологии управления: учебник / Б.В. Черников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с. - ISBN 978-5-8199-0524-1 — URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=373345> (дата обращения: 21.10.2019). - Текст : электронный
4. Правила оформления учебных работ студентов: учебно-метод. указ. / И. А. Жибинова, Е. А. Аракелян, О. В. Соколова, Ю. Н. Соина-Кутищев а; под ред. И. А. Жибиновой. — Новокузнецк: НФИ КемГУ, 2018. — 1 CD-ROM. — Загл. с титул. диска. — ISBN 978-5-8353-2009-7. — Текст : электронный
5. Баран Е.Д. Измерения в LabVIEW / Е.Д. Баран, Ю.В. Морозов; НГТУ. — Новосибирск, 2010. - 162 с.: ISBN 978-5-7782-1428-6 - Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/546030> (дата обращения: 21.10.2019). - Текст : электронный
6. Трэвис, Д. LabVIEW для всех : справочник / Д. Трэвис, Д. Кринг.; ДМК Пресс. — Москв, 2011. — 904 с. — ISBN 978-5-94074-674-4. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1100> (дата обращения: 21.10.2019). - Текст : электронный