

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт управления бизнес-процессами и экономики
Кафедра экономики и информационных технологий менеджмента

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Ступина А.А. Ступина

подпись

« 20 » 06 2017 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Применение имитационного моделирования в реинжиниринге
бизнес-процессов

направление подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика»

профиль подготовки 09.04.03.00.02 «Реинжиниринг бизнес-процессов»

Научный руководитель Богданова 19.06.17 доцент, канд. техн. наук О.В. Богданова
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник Селезнев 19.06.17 А.О. Селезнев
подпись, дата инициалы, фамилия

Рецензент Сорокин 20.06.17 доцент, канд. техн. наук Д.В. Сорокин
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Красноярск 2017

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка состоит из трех глав, каждая из которых подразделена на параграфы, а также введение, заключение, список использованных источников и приложений. Общий объем – 80 с. Пояснительная записка содержит 26 рисунков, 4 таблицы, 0 приложений. Список использованных источников содержит 120 наименований.

Ключевые слова: *Имитационное моделирование, дискретно-событийное моделирование, система массового обслуживания, ExtendSim, управленческие задачи, Научная библиотека Библиотечно-издательского комплекса СФУ.*

Тема магистерской диссертации: «Применение имитационного моделирования в реинжиниринге бизнес-процессов».

Объект исследования – Научная библиотека Библиотечно-издательского комплекса СФУ.

Предмет исследования – система обслуживания библиотеки.

Цель магистерской диссертации – повышение эффективности бизнес-процесса обслуживания пользователей Научной библиотеки Библиотечно-издательского комплекса СФУ.

Первый раздел посвящен описанию теоретических основ имитационного моделирования, выбору средств и методов моделирования.

Во *втором разделе* данной работы проведен анализ деятельности и бизнес-процессов Научной библиотеки СФУ, рассмотрена система обслуживания Научной библиотеки.

В *третьем разделе* представлена концептуальная и имитационная модели системы обслуживания Научной библиотеки. Имитационная модель разрабатывалась с помощью системы имитационного моделирования ExtendSim. Проведен последующий анализ результатов разработанной модели.

ABSTRACT

The explanatory note consists of three chapters, each of which is divided into paragraphs, as well as an introduction, conclusion, a list of used sources and applications. The total volume is 80 pages. Explanatory note contains 26 pictures, 4 tables, 0 applications. The list of sources used contains 120 items.

Key words: Simulation modeling, discrete-event modeling, queuing system, ExtendSim, management tasks, Scientific Library of Library and Publishing Complex SFU.

Theme of the master's thesis: "The use of simulation in the reengineering of business processes."

The object of research is the Scientific Library of the Library and Publishing Complex of SFU.

The subject of the study is the library's maintenance system.

The aim of the master's thesis is to increase the efficiency of the business process for servicing users of the Scientific Library of the Library and Publishing Complex of SFU

The first chapter is devoted to the description of the theoretical foundations of simulation, the choice of means and methods of modeling.

In the second chapter of this work, an analysis of the activities and business processes of the SFU Scientific Library was carried out, the maintenance system of the Scientific Library was examined.

The third chapter presents the conceptual and simulation models of the maintenance system of the Scientific Library. The simulation model was developed using the ExtendSim simulation system. The subsequent analysis of the results of the developed model was carried out.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Теоретико-методологические основы имитационного моделирования.....	7
1.1 Имитационное моделирование как средство решения управленческих задач.....	7
1.2 Имитационное моделирование: сущность, подходы и программное обеспечение.....	12
1.3 Применение имитационного моделирования в библиотечной сфере	28
2 Анализ деятельности и бизнес-процессов Научной библиотеки СФУ	32
2.1 Общая характеристика Научной библиотеки	32
2.2 Система обслуживания библиотеки СФУ	37
2.3 Анализ бизнес-процессов библиотеки	42
3 Разработка имитационной модели системы обслуживания Научной библиотеки СФУ	49
3.1 Разработка концептуальной модели системы обслуживания	49
3.2 Разработка имитационной модели системы обслуживания	52
3.3 Анализ и интерпретация результатов имитационной модели	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	68
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	69

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день все больше организаций сталкиваются с необходимостью проведения реинжиниринга бизнес-процессов для повышения эффективности своей деятельности в условиях усложнения характера хозяйственной деятельности, нестабильностью и неопределенностью развития внешних условий. Очевидно, что такая перестройка требует применения формальных методов для ее разработки с целью уменьшения негативных последствий неверных управленческих решений.

Наиболее важным инструментом становятся различного рода компьютерные системы поддержки принятия управленческих решений. Использование методов математического, в том числе и имитационного моделирования и принятие на их основе обоснованных решений по управлению организацией является конкурентным преимуществом и позволяет снизить риск неудачи при реинжиниринге бизнес-процессов. Все это определяет актуальность темы магистерской диссертации, которая позволила бы с наименьшими затратами получить адекватную модель системы обслуживания Научной библиотеки СФУ и в то же время была бы простой в использовании и не требовала значительных инвестиций на этапе внедрения.

Основным методом исследования является имитационное моделирование, базирующееся на использовании аппарата системного анализа, математической статистики, теории систем массового обслуживания и планирования эксперимента.

Объект исследования – Научная библиотека Библиотечно-издательского комплекса СФУ.

Предмет исследования – система обслуживания библиотеки.

Цель исследования – разработка имитационной модели системы обслуживания Научной библиотеки Сибирского Федерального Университета с целью оценки эффективности её работы.

Задачи исследования:

- обозначить подходы к созданию имитационных моделей;
- провести анализ системы обслуживания и бизнес-процессов Научной библиотеки СФУ;
- разработать концептуальную модель системы обслуживания;
- разработать имитационную модель, используя программное обеспечение ExtendSim;
- проанализировать и интерпретировать результаты имитационной модели.

Научная новизна результатов диссертационного исследования определяется авторской концептуальной моделью системы обслуживания и имитационной моделью, использующей программное обеспечение ExtendSim.

Практическая значимость магистерской диссертации состоит в том, что разработанная имитационная модель позволит произвести анализ системы обслуживания Научной библиотеки СФУ, определить способы её улучшения с целью принятия адекватных управленческих решений.

1 Теоретико-методологические основы имитационного моделирования

1.1 Имитационное моделирование как средство решения управленческих задач

Моделирование – форма отражения действительности, представляет один из основных методов познания и состоит в определении или воспроизведении каких-либо свойств реальных явлений, предметов или объектов с помощью других процессов, явлений, объектов или при помощи абстрактного описания в виде изображения, плана, карты, совокупности уравнений, алгоритмов и программ. Процесс моделирования всегда включает в себя *оригинал* (объект, который подвергается моделированию) и саму *модель*, которая воспроизводит (описывает, моделирует, имитирует) различные черты исследуемого объекта.

Моделирование можно условно разделить на несколько основных видов (рисунок 1):

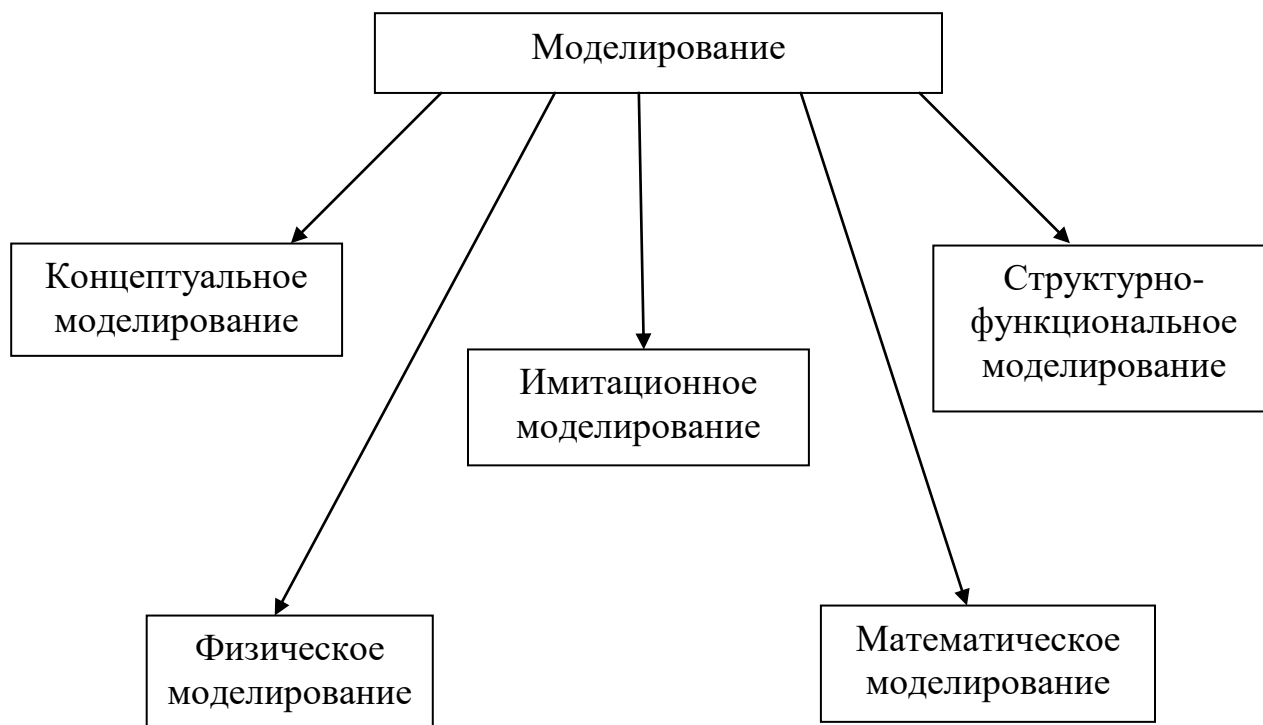


Рисунок 1 – Основные виды моделирования

Концептуальное моделирование – для представления системы используются специальные символы, знаки, операции над ними или естественные или искусственные языки.

Физическое моделирование – моделируемый объект или процесс воспроизводится исходя из соотношения подобия, вытекающего из схожести физических явлений.

Структурно-функциональное – моделями являются таблицы, диаграммы, рисунки, графики со специальными правилами их объединения и преобразования.

Математическое моделирование – построение модели осуществляется с использованием математических и логических средств.

Имитационное моделирование – модель исследуемой системы реализуется на компьютере при помощи программного обеспечения (систем имитационного моделирования).

Данные виды моделирования могут применяться как самостоятельно, так и одновременно, то есть в некоторой комбинации друг с другом. К примеру, имитационное моделирование может использовать отдельные элементы практически из всех вышеперечисленных видов моделирования [16].

Спектр применения моделирования достаточно широк: начиная от моделей технических, технологических и организационных систем и заканчивая проблемами развития человечества и вселенной. Целесообразно закреплять и проверять познание реальной действительности полученными результатами на компьютерной модели, вместо того, чтобы учиться на своих ошибках или на ошибках других. В таком варианте есть возможность «проигрывать» на модели разнообразные ситуации, а в особенности те, при которых реально существующая система дала бы сбой. Все это предоставляет возможность моделирования разного рода редких событий.

В первую очередь моделирование используют в ситуациях, когда необходимо узнать, что будет, если произвести какое-либо изменение. Тем самым, моделирование необходимо для принятия разного рода решений. Моделирование

обеспечивает возможность сгенерировать разнообразные ситуации и найти оптимальные решения проблемы.

В данной работе будет рассмотрен такой вид моделирования, как имитационный. Имитационное моделирование – метод, позволяющий строить модели, описывающие процессы так, как они проходили бы в действительности. Такую модель можно «проиграть» во времени как для одного испытания, так и заданного их множества.

Имитационное моделирование позволяет исследовать анализируемую или проектируемую систему с помощью схемы операционного исследования, содержащую взаимосвязанные этапы [16]:

- постановка задачи;
- разработка концептуальной модели;
- последующая программная реализация модели;
- оценка точности результатов моделирования;
- планирование экспериментов;
- проведение экспериментов;
- принятие решений.

Широкому внедрению метода имитационного моделирования на практике препятствует необходимость создания программных реализаций имитационных моделей, которые воссоздают в модельном времени динамику функционирования моделируемой системы. В отличие от традиционных методов программирования разработка имитационной модели требует перестройки принципов мышления. Недаром принципы, положенные в основу имитационного моделирования, дали толчок к развитию объектного программирования. Поэтому усилия разработчиков программных средств имитации направлены на упрощение программных реализаций имитационных моделей: для этих целей создаются специализированные языки и системы. Программные средства имитации в своем развитии изменялись на протяжении нескольких поколений, начиная с языков моделирования и средств автоматизации конструирования моделей до генераторов программ, интерактивных и интеллектуальных систем,

распределенных систем моделирования. Основное назначение всех этих средств – уменьшение трудоемкости создания программных реализаций имитационных моделей и экспериментирования с моделями [17].

Имитационное моделирование может выступать как основная и наиболее эффективная технология в системном анализе, которая применяется при решении огромного количества управленческих задач. Имитационное моделирование неразрывно связано с системным анализом. Именно в связи с проблемой принятия решения и возникает связь имитационного моделирования и системного анализа. Системный анализ стоит рассматривать не только как математическую доктрину, а как часть стратегического управления, со всеми соответствующими ему инструментами и методами. По сути, системный анализ – это вид управленческой деятельности. В свою же очередь, системный анализ опирается на идеи имитационного моделирования. Связь системного анализа и менеджмента осуществляется также через принятие решений. Все это можно выстроить в определенную последовательность, которая представлена на рисунке 2.



Рисунок 2–Связь имитационного моделирования, системного анализа и принятия решений

Из рисунка 2 видно, что на первый план выходят три взаимосвязанных понятия – «имитационное моделирование», «принятие решений» и «системный анализ». И все это представляет собой часть стратегического управления, т.к. именно оно отвечает за применение методов и технологий управления [49].

Вывод.

Без всякого сомнения, можно сказать, что имитационное моделирование – это эффективный инструмент решения разных управленческих задач. Спектр применения имитационного моделирования достаточно широк. Основным до-

стоинством данного метода является возможность построить «виртуальную» модель практически любой системы при очень минимальных затратах (как финансовых, так и временных).

1.2 Имитационное моделирование: сущность, подходы и программное обеспечение

Можно определить метод имитационного моделирования в общем виде как экспериментальный метод изучения реально существующей системы по ее модели, который сочетает специфические условия использования вычислительной техники и особенности экспериментального подхода.

Имитационное моделирование можно условно разделить на четыре основных составляющих:

- реальная система;
- концептуальная модель объекта;
- имитационная модель, реализованная с помощью применения программного обеспечения.
- электронно-вычислительная машина, на которой и проводится имитация (создается имитационная модель).

Общий процесс имитационного моделирования можно увидеть на рисунке 3.

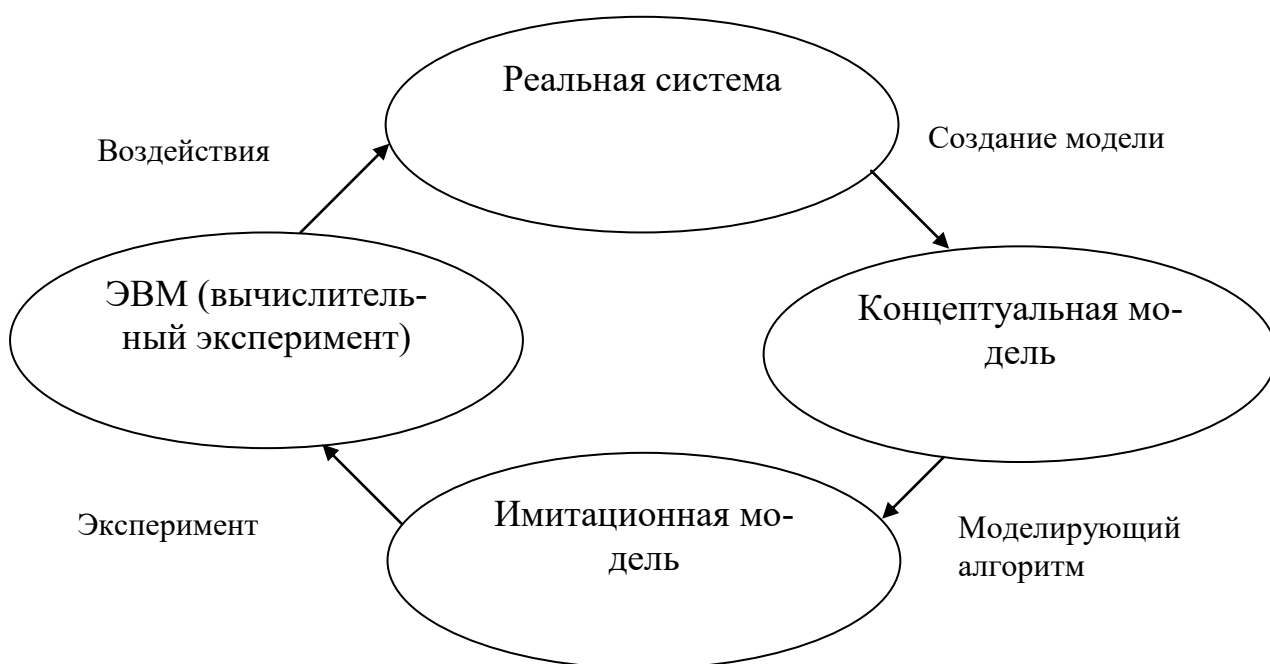


Рисунок 3 – Процесс имитационного моделирования

Одной из отличительных особенностей имитационного моделирования является наличие возможности описать и воспроизвести взаимодействия между разными составляющими системы. Для того чтобы составить имитационную модель, надо:

- представить реальную систему или процесс в виде совокупности взаимодействующих элементов;
- в виде алгоритма описать функционирование каждого из элементов;
- описать процесс взаимодействия этих элементов между собой и с внешней средой.

Должное внимание при построении имитационной модели следует уделить выделению и описанию состояний данной системы. Систему можно охарактеризовать в виде набора переменных состояний, где каждая комбинация представляется как конкретное состояние. Изменяя значения этих переменных, можно добиться перехода системы из одного состояния в другое. Следовательно, имитационное моделирование – это представление динамического поведения системы с помощью перехода ее в разные состояния [16].

Основные понятия и термины, используемые в имитационном моделировании [17].

Система – это множество объектов (к примеру, пользователей и обслуживающих аппаратов), взаимодействующих синхронно для последующего достижения цели или набора целей.

Модель – представление системы в абстрактном виде, содержащее математические, логические или структурные отношения, описывающие систему с помощью терминов состояний, объектов и их свойств, множеств, процессов, событий, действий и задержек.

Состояние системы – множество переменных, содержащее всю имеющуюся информацию, которая необходима для описания свойств системы в любой момент времени.

Объект – любой элемент или компонент в системе, который должен быть представлен в модели в явном виде (например, обслуживающее устройство, клиент, машина).

Свойство или *атрибут* – свойства данного объекта (например, приоритет ожидающего клиента, маршрут процесса выполнения работ в цеху).

Список–множество (постоянное или временное) связанных объектов, упорядоченное некоторым логическим способом (например, все клиенты, находящиеся в настоящее время в очереди ожидания, упорядочены по принципу «раньше прибыл, раньше обслужился» или по приоритету).

Событие – мгновенно возникающее изменение состояние системы (например, прибытие нового требования).

Уведомление о событии – запись события, которое произойдет в потоке событий или в некотором будущем времени наряду с любыми связанными данными, необходимыми для обработки события (запись всегда включает тип события и время события).

Список событий – список событий, которые произойдут в будущем. Данные события упорядочены по времени поступления.

Действие – длительность указанного промежутка (например, время между поступлениями заявок или время обслуживания), для которого известно, когда он начинается и закончится (хотя оно может быть определено в терминах статистического распределения).

Задержка – продолжительность времени неопределенного промежутка, для которого неизвестно заранее, когда он заканчивается (например, задержка клиента в очереди по правилу «последний пришел – первый обслужился», так как начало обслуживания зависит от будущих поступлений).

Модельное время – неотрицательная возрастающая величина, отражающая течение времени в имитационной модели.

Часы – переменная, которая отражает процесс длительности времени моделирования.

Подходы имитационного моделирования.

На рисунке 4 представлены основные подходы, используемые в имитационном моделировании.

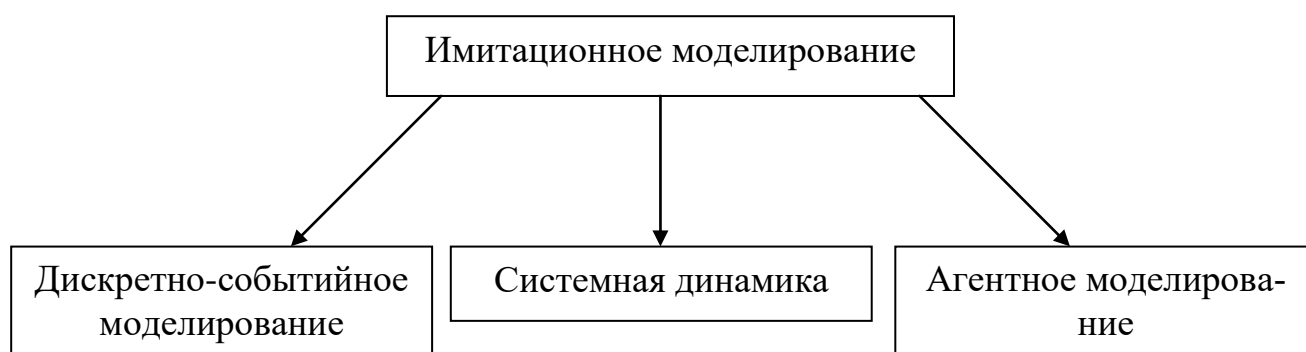


Рисунок 4 –Подходы имитационного моделирования

Дискретно-событийное моделирование – подход, основанный на концепции заявок (пассивных объектов, транзактов, entities), ресурсов и потоковых диаграмм (flowcharts), определяющих потоки транзактов и использование ресурсов. Транзакты, например, детали, требующие обработки на станках. Ресурсы – станки, на которых эти детали обрабатываются. Дискретно-событийное моделирование было открыто Д. Гордоном из IBM (разработчик General Purpose Simulation System, GPSS) в 1960-х гг. Дискретно-событийное моделирование работает на низком и среднем уровнях абстракции.

Системная динамика – парадигма моделирования, где для исследуемой системы строятся графические диаграммы причинных связей и влияний одних параметров на другие во времени, а затем созданная на основе этих диаграмм модель «проигрывается» на компьютере. Системная динамика была открыта профессором Sloan School of Management Д. Форрестером во второй половине 1950-х гг. В 1960-х гг. концепция системной динамики была применена им при моделировании систем на крупных промышленных предприятиях. Это направление получило название индустриальной динамики, широкое применение которой актуально и в настоящее время. Системная динамика, заменяя индивидуальные объекты их агрегатами, предполагает наивысший уровень абстракции.

Агентное моделирование – направление в имитационном моделировании, исследующее поведение децентрализованных агентов и их влияние на поведение всей системы в целом. Агенты (Agents) – базовый элемент модели. Под агентом понимают объект, имеющий внутреннюю структуру, собственное поведение и возможность взаимодействия с окружением и другими объектами. Агентное моделирование стало развиваться в середине 90-х гг. прошлого века. Оно может применяться практически на любом уровне абстракции. На самом низком уровне абстракции агентами могут быть пешеходы, автомобили, на среднем уровне – клиенты или продавцы, на высоком уровне – конкурирующая компания. Агентное моделирование часто применяется при моделировании поведения отдельных участников производственного процесса либо при моделировании взаимодействия предприятия с внешней средой (поставщиками, потребителями, конкурентами, рынками). Уровень детализации для данных ситуаций моделирования зависит от конкретной постановки задачи и интересующих выходных показателей моделирования[32].

В рамках данной работы будет использован подход дискретно-событийного моделирования.

Одним из основополагающих понятий в дискретно-событийном моделировании является «системы массового обслуживания». Система массового обслуживания – система, позволяющая произвести обслуживание поступающих в неё требований. Обслуживание требований в системе массового обслуживания производится при помощи обслуживающих приборов. Классическая система массового обслуживания может содержать от одного до бесконечного числа приборов.

Системы обслуживания играют очень важную роль в повседневной жизни, опыт моделирования разных типов дискретно-событийных систем свидетельствует о том, что около 80% таких моделей основаны на системе массового обслуживания.

Для систем массового обслуживания характерно наличие ряда следующих составляющих:

- 1) входящий поток требований или заявок, поступающих на обслуживание;
- 2) дисциплину постановки в очередь и выбор из нее;
- 3) правило, основываясь на котором происходит обслуживание;
- 4) выходящий поток требований;
- 5) режимы работы системы.

1. Входящий поток. Для того чтобы задать входящий поток требований, нужно описать моменты времени их поступления в систему (закон поступления) и количество требований, поступивших одновременно. Закон поступления может быть детерминированный (к примеру, если одно требование поступает каждые 5 мин) или вероятностный (требования могут поступать с равной вероятностью в интервале 5 ± 2 мин). В общем случае входящий поток требований описывается распределением вероятностей интервалов времени между соседними требованиями.

2. Дисциплина постановки в очередь и выбора из нее определяет порядок постановки требований в очередь, если активные устройства обслуживания заняты в данный момент времени, и порядок выбора из очереди, когда освобождается активное устройство обслуживания. Дисциплина постановки в очередь в простейшем виде допускает постановку в очередь с соблюдением порядка поступления требований. Данную дисциплину называют «раньше поступил – раньше обслужился» (РПРО, в английском варианте FIFO – First In-First Out), к примеру, очередь к кассиру в магазине.

Также правило выбора из очереди может быть *случайным*.

Возможна и организация выбора из очереди *по параметрам* (например, женщины проходят в очереди раньше мужчин).

На очередь могут накладываться *ограничения по длине этой очереди* или *по времени нахождения в ней*. К примеру, если в очереди в данный момент времени находится более трех требований, то новое требование, которое поступило, покидает систему; или, если время нахождения в очереди более двух минут, то требование покидает систему.

Очередь может быть так же и с ограниченным количеством мест ожидания в ней – это так называемый *буфер*.

3. Правила обслуживания характеризуются дисциплиной обслуживания, количеством требований, которые обслуживаются одновременно, длительностью обслуживания (распределением времени обслуживания). Время обслуживания может быть детерминированным или заданным вероятностным законом распределения.

Обслуживание может организовываться с помощью одного устройства – это так называемые системы с одним устройством (каналом) обслуживания – или с несколькими идентичными устройствами обслуживания, например, если установлено несколько кабин с телефонами-автоматами. Системы с идентичными устройствами обслуживания называют многоканальными системами.

Дисциплины обслуживания определяют:

- при каких условиях прекращается обслуживание требований;
- как выбирается для обслуживания следующее требование;
- что делать с частично обслуженным требованием.

Различают дисциплины обслуживания беспriorитетные и приоритетные. При беспriorитетном обслуживании порядок обслуживания определяется дисциплиной выбора из очереди.

При приоритетном обслуживании требованию задается некоторый параметр, который определяет его приоритет. Этот параметр может задаваться в числовом виде (статический приоритет) или в виде функции, которая зависит от времени пребывания в системе (динамический приоритет).

4. Выходящий поток представляется в виде потока требований, покидающих систему. Большое значение для многофазных систем имеет структура выходящего потока, т.к. в таком случае выходящий поток становится входящим по отношению к следующей ступени обслуживания. От характеристик работы устройства обслуживания и от плотности входящего потока зависит распределение требований в выходящем потоке во времени.

5. По практическим соображениям часто приходится изучать режимы работы систем массового обслуживания. Например, устройства обслуживания время от времени могут выходить из строя (режим отказа), в особенности, если с помощью этих систем описывается некоторый производственный или информационный процесс. Есть еще один режим – блокирование обслуживания, – который связан с временным прерыванием процесс обслуживания или с замедлением его.

Одноканальная система массового обслуживания.

Одноканальная система массового обслуживания – система, в котором обслуживание происходит только при помощи одного устройства. Рассмотрим ее принцип работы, представленный на рисунке 5.

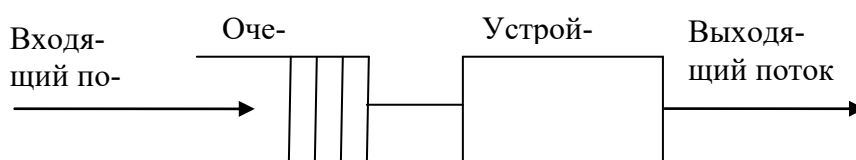


Рисунок 5 – Одноканальная система массового обслуживания

Если определить среднее время нахождения требований в очереди как w и в дальнейшем рассматривать систему массового обслуживания в виде очереди q , то, с применением формулы Литтла, можно будет определить среднее количество требований во всей очереди:

$$\bar{N}_q = \lambda w.$$

Обозначим среднее время обслуживания в устройстве \bar{x} и рассмотрим систему массового обслуживания в виде устройства S , тогда, при использовании формулы Литтла можно будет определить среднее количество требований:

$$\bar{N}_s = \lambda \bar{x}.$$

Стоит использовать формулу $T = w + \bar{x}$, где T – определяется как среднее время нахождения требований в системе массового обслуживания, в которой находится одно устройство.

В данном случае коэффициент загрузки ρ определяет ту часть времени, когда устройство было занято на протяжении всего времени наблюдения за системой массового обслуживания.

Для обозначения систем массового обслуживания используются три параметра: x , y , z , где x определяет распределение времени поступления, y определяет распределение общего времени обслуживания, а z – это общее число устройств, занятых обслуживанием.

В теории систем массового обслуживания некоторые аналитические решения были получены для систем, представленных в виде $M/G/1$, $M/M/1$, $D/D/1$. Аналитические решения для других параметров систем массового обслуживания не были получены, тем самым наличием данной проблемы является мотивацией для использования моделирования.

Изучая любую систему, важно оценить характер ее рабочей нагрузки (например, при моделировании компьютерной системы важно знать: когда новые программы (задачи) поступают в систему; сколько времени нужно процессору для выполнения любой из них; как часто программа обращается к устройству ввода-вывода). Этот процесс можно отобразить графиком работы системы (графический метод моделирования), на котором показаны входы задач в систему, ресурсы к которым они обращаются, как долго задачи их используют и т.д.

Многоканальная система массового обслуживания.

Многоканальная система массового обслуживания (с несколькими одинаковыми устройствами обслуживания) изображена на рисунке 6. В отличие от одноканальных систем массового обслуживания многоканальные системы рассчитывать сложнее. Теория массового обслуживания позволяет получать аналитические зависимости для расчетов характеристик работы многоканальных си-

стем массового обслуживания в стационарном режиме работы, однако, эти зависимости можно получить только для системы М/М/т.

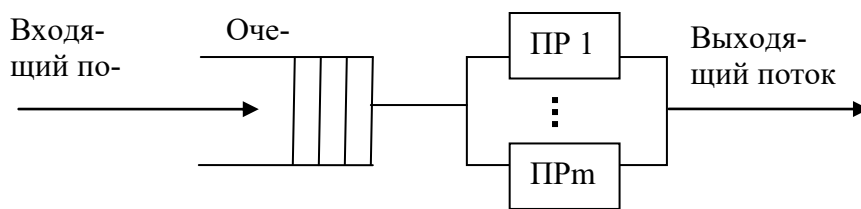


Рисунок 6 – Многоканальная система массового обслуживания

Если система имеет t одинаковых устройств, то $\rho = \frac{\lambda \bar{x}}{t}$.

Для многоканальных систем массового обслуживания можно трактовать, как математическое ожидание части занятых устройств.

Ниже представлена диаграмма работы многоканальной системы массового обслуживания (рисунок 7). В ней присутствуют два устройства: ПР1 и ПР2, а так две позиции ожидания в очереди: Поз.1 и Поз.2. Около номера требования сверху и снизу рисунка 6 представлены: время поступления требования в систему и время покидания требования системы. Общее время наблюдения за системой массового обслуживания равняется 55 минутам.

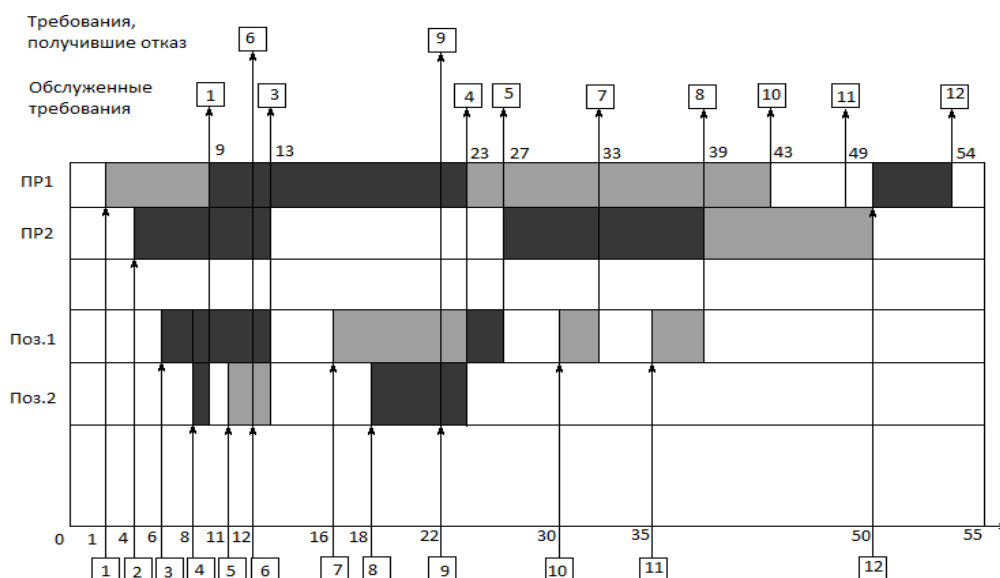


Рисунок 7 – Диаграмма работы многоканальной системы массового обслуживания [17]

По представленной выше диаграмме можно рассчитать некоторые показатели, характеризующие эффективность работы системы массового обслуживания.

1. Для того чтобы определить вероятность обслуживания какого-либо конкретного требования, следует воспользоваться формулой

$$P_{об} = \frac{N_{об}}{N} = \frac{10}{12} = 0,83,$$

где N – это общее количество всех требований, а $N_{об}$ – это количество требований, которые были обслужены.

2. Для определения пропускной способности системы массового обслуживания в требованиях в минуту, используется формула

$$X = \frac{N_{об}}{T_n} = \frac{10}{55} = 0,18,$$

где T_n – это время наблюдения за системой.

3. Для определения вероятности отказа в обслуживании используется следующая формула

$$P_{отк} = \frac{N_{отк}}{N} = \frac{2}{12} = 0,166,$$

где $N_{отк}$ – это то количество требований, которые были отвергнуты при обслуживании.

4. Чтобы рассчитать вероятность того, что требование застанет оба устройства свободными, используется формула

$$P_0 = \frac{T_{св}}{T_H} = \frac{3}{55} = 0,05,$$

где $T_{св}$ – время, когда оба устройства обслуживания находились свободными.

5. Чтобы определить вероятность занятости обслуживанием только одного устройства из двух, используется формула

$$P_1 = \frac{T_3^1 + T_3^2}{T_H} = \frac{7 + 6}{55} = 0,236,$$

где T_3^1, T_3^2 , показывают время, когда было занято только первое и второе устройство.

6. Чтобы найти вероятность занятости обеих устройств в обслуживании, используется формула

$$P_2 = \frac{T_3^{1+2}}{T_H} = \frac{39}{55} = 0,709,$$

где T_3^{1+2} показывает то время, когда задействованы были оба устройства.

7. Определить среднее количество устройств, занятых в данный момент времени, можно по формуле

$$N_{пр} = 0 * P_0 + 1 * P_1 + 2 * P_2 = 1 * \frac{13}{55} + 2 * \frac{39}{55} = 1,654.$$

8. Для определения вероятности отсутствия требований в очереди используется формула

$$\begin{aligned}
P^0_{\text{чер}} &= \frac{T^0_{\text{оч}}}{T_H} = \\
&= \frac{(6 - 0) + (16 - 13) + (30 - 27) + (35 - 33) + (55 - 39)}{55} = \\
&= 0,545,
\end{aligned}$$

где $T^0_{\text{оч}}$ – время, когда требования отсутствовали в очереди.

9. Чтобы найти вероятность наличия в очереди только одного требования, используется формула

$$\begin{aligned}
P^1_{\text{оч}} &= \frac{T^1_{\text{оч}}}{T_H} = \\
&= \frac{(8 - 6) + (11 - 9) + (18 - 16) + (27 - 23) + (33 - 30) + (39 - 35)}{55} \\
&= 0,309,
\end{aligned}$$

где $T^1_{\text{оч}}$ – время наличия в очереди лишь одного требования.

10. Для определения вероятности нахождения в очереди двух требований используется формула

$$P^2_{\text{оч}} = \frac{T^2_{\text{оч}}}{T_H} = \frac{(9 - 8) + (13 - 11) + (23 - 18)}{55} = \frac{8}{55} = 0,145,$$

где $T^2_{\text{оч}}$ – время нахождения в очереди двух требований.

11. Чтобы определить среднее количество требований в очереди используется формула

$$P^1_{\text{оч}} = 0 * P^0_{\text{оч}} + 1 * P^1_{\text{оч}} + 2 * P^2_{\text{оч}} = 0 + 1 * \frac{17}{55} + 2 * \frac{8}{55} = 0,6.$$

12. Среднее время пребывания в очереди можно определить по формуле

$$t_{оч} = \frac{\sum_{i=1}^{10} t_i^{оч}}{N_{об}} = \frac{0 + 0 + 3 + 5 + 2 + 7 + 9 + 3 + 11 + 0}{10} = \frac{40}{10} = 4 \text{ мин,}$$

где $t_i^{оч}$ – время пребывания i -го требования в очереди ($i= 1,2,\dots$).

13. Чтобы найти среднее время нахождения в очереди без учета требований, которые не ждали, используется формула

$$t_{оч} = \frac{\sum_{i=1}^7 t_i^{оч}}{N_{об}(-0)} = \frac{3 + 5 + 2 + 7 + 9 + 3 + 11}{107} = \frac{40}{10} = 5,714 \text{ мин,}$$

где $N_{об}(-0)$ – показывает то количество неожиданных требований в очереди.

14. Для нахождения среднего времени обслуживания требования в устройствах используется формула

$$t_{об} = \frac{\sum_{i=1}^{10} t_i^{об}}{N_{об}} = \frac{92}{10} = 9,2 \text{ мин,}$$

где $t_i^{об}$ – показывает общее время обслуживания i – го требования в системе массового обслуживания ($i = 1,2,\dots$).

15. Чтобы определить общее среднее время нахождения требования в системе массового обслуживания, следует прибегнуть к следующей формуле

$$T = t_{об} + t_{оч} = 4 + 9,2 = 13,2 \text{ мин.}$$

16. Среднее количество требований в массовой системе обслуживания определяется по формуле [17]

$$N = N_{об} + N_{оч} = 1,654 + 0,6 = 2,254 \text{ мин.}$$

Программное обеспечение.

Система имитационного моделирования – специальное программное обеспечение, предназначенное для построения имитационных моделей. Системы моделирования значительно облегчают процесс создания модели по сравнению с универсальными языками программирования. Большинство из них имеют удобный графический интерфейс, системные потоковые диаграммы, что в значительной степени облегчает процесс разработки и реализации имитационных моделей. Кроме того, существует возможность просматривать результаты в виде различных графиков, таблиц, отчетов и компьютерной анимации [32].

Отмечают следующие преимущества использования систем имитационного моделирования:

1. Снижение трудоемкости программирования.
2. Возможность четкого выражения понятий и формулирования модели.
3. Облегчение документирования и представления результатов моделирования.
4. Обеспечение гибких возможностей расширения и пересмотра модели.
5. Наличие вспомогательных функций общего.

В таблице 1 приведено соответствие систем имитационного моделирования каждому из подходов.

Таблица 1 – Соответствие подходов имитационного моделирования и систем имитационного моделирования

Подход имитационного моделирования	Наименование системы имитационного моделирования
Агентное моделирование	NetLogo, Swarm, RePast, Ascape, Anylogic, ExtendSim
Дискретно-событийное моделирование	Arena, ExtendSim, AutoMod, GPSS, WITNESS, SIMUL8, Anylogic
Системная динамика	VenSim, PowerSim, ExtendSim, iThink, ModelMaker, Dynamo, Stella, Anylogic

Вывод.

Для разработки имитационной модели библиотечной системы обслуживания был выбран дискретно-событийный подход имитационного моделирования. Данный подход был выбран из-за того, что система обслуживания библиотеки, прежде всего, является системой массового обслуживания, а система массового обслуживания моделируется при помощи дискретно-событийного метода. Дискретно-событийный подход позволяет абстрагироваться от непрерывной природы событий и рассматривать только основные события моделируемой системы.

В качестве системы имитационного моделирования был выбран продукт под названием ExtendSim. ExtendSim – система имитационного моделирования, разработана компанией ImagineThat, Inc. в 1987 г. Как средство анализа, моделирования и оптимизации бизнес-процессов. Данная система позволяет создавать дискретные, непрерывные и гибридные модели, поддерживает парадигмы моделирования динамических систем и дискретно-событийного управления.

Система ExtendSim обладает интуитивно понятной средой построения моделей (в том числе иерархических) с помощью функциональных блоков, располагает средствами автоматического сбора статистических данных, генерируемых в процессе имитации. Для создания моделей в пакете применяется блочная среда разработки, пользоваться которой намного проще, чем имитационными системами типа iThink или Anylogic.

ExtendSim дает возможность проводить анализ чувствительности по переменным, участвующим в моделировании, и многократно исполнять модель. В ExtendSim встроен C – подобный язык программирования ModL, что позволяет разрабатывать собственные оригинальные блоки с новой функциональностью, расширять стандартные возможности ExtendSim специальными блоками сторонних производителей. Несомненным достоинством ExtendSim является также то, что она хорошо интегрирована с пакетом MSOffice.

1.3 Применение имитационного моделирования в библиотечной сфере

Одним из способов познания библиотеки является моделирование, которое предполагает определение объекта (исследуемого явления) и предмета исследования (свойств объекта, которые исследуются), выбор методологии и методов исследования (объяснительных принципов, лежащих в основе интерпретации, а также используемых способов и приемов объяснения).

Исследуя историографию моделирования библиотек, можно констатировать, что концепция библиотеки прошла долгий и противоречивый путь развития: от понимания библиотеки как простого хранилища книг до представления ее в качестве интегративного многофункционального социального института, включающего информационные и культурные компоненты.

В период до начала XX века в российской науке отсутствовала единая, целостная, завершенная теория библиотеки, каких-либо крупных работ, специально посвященных этому вопросу, не было. Многочисленные высказывания в трудах отечественных ученых по этому поводу характеризовались широким диапазоном расхождений во взглядах и оценках: от преуменьшения значимости библиотек до преувеличения. И это вполне естественно, ибо в то время уровень развития библиотечного дела в России и других странах еще не позволял подойти к эффективной разработке этой сложнейшей проблемы.

Заметный сдвиг в этом отношении обозначился в XX веке, который отличается сравнительно высоким вниманием к вопросам управления социокультурным развитием общества, вопросам управления социальными изменениями и организации социотехнических действий, вызывающих те или иные преобразования в обществе.

Разработки ученых советского периода длительное время носили ограниченный по содержанию характер. Эта ограниченность выражалась в том, что направления исследования, как правило, определялись текущими актуальными проблемами политической, идеологической, хозяйственной работы. Если

обобщить итоги российских исследований, проведенных в период с 1917 года по 70-е годы XX века, можно сделать вывод, что представления о библиотеке сводились к формуле: библиотека – это идейно-воспитательное, культурно-просветительное и научно-информационное учреждение. Разумеется, это способствовало развитию библиотечной теории и практики. Однако проблема разработки общей теоретической концепции библиотеки длительное время выпадала из поля зрения исследователей.

Настоящий прорыв произошел в 70-е годы XX века. Начиная с этого периода, в современной отечественной науке разработано большое количество теорий, посвященных библиотеке, которые можно свести к нескольким моделям, различающимся предметом исследования и методологией.

Библиотека относится к числу сложных системных объектов, имеющих социальную природу и не существующих вне общекультурного, социального контекста. Поэтому для построения модели библиотеки целесообразно сочетать структурно-системный подход с деятельностным, что позволит определить внутреннее содержание библиотеки и основные характеристики, отражающие ее объективную специфику в контексте формирования общества знаний.

Описание системного представления о библиотеке, а также определение ограничений, которые накладывает на модель контекст будущей реальности, позволяют сконструировать объект и создавать его адекватную модель.

Сложность построения модели библиотеки в контексте формирования общества знаний состоит в том, что разработчики являются непосредственными участниками происходящих трансформаций, находятся внутри этого процесса, что затрудняет процесс рефлексии, требующей смещения участника в позицию внешнего наблюдателя.

Развитие современной системы образования предполагает повышение требований к качеству подготовки выпускников вузов. Особую роль в улучшении качества образования призвана сыграть информатизация, но не в привычном сегодня для нас понимании учебной информации в цифровом виде, а как создание новой информационно-образовательной среды вуза, адаптированной к

существующему образовательному пространству и удовлетворяющей образовательные потребности современного студента. Эффективность обучения в информационно-образовательной среде конкретного учебного заведения во многом зависит от качества компонентов этой среды, от степени их интеграции в образовательное пространство, от степени их соответствия основополагающим целевым установкам развития образовательного учреждения и от особенностей образовательного процесса.

Современное высшее образование предполагает изменение основных направлений своего развития в соответствии с последними достижениями науки, систематизацию информационной образовательной базы, развитие способности будущих инженеров ориентироваться в нарастающих потоках информации и оперативно извлекать из них значимое для своей деятельности. Это становится возможным при целенаправленном интегрировании всех компонентов информационно-образовательной среды университета в образовательный процесс. Библиотека, как неотъемлемый компонент информационно-образовательной среды вуза и образовательного процесса, вносит свой вклад в их инновационное развитие, совершенствует качество библиотечной деятельности на основе научно обоснованного математического аппарата.

В данный момент времени, для повышения эффективности библиотечного обслуживания стоит применять моделирование, а точнее такой его вид, как имитационное моделирование.

Имитационное моделирование позволяет создавать модели для решения ряда задач библиотечной сферы, в качестве примера можно выделить следующие:

- повышение степени удовлетворения потребностей пользователей библиотеки;
- повышение степени эффективности распределения библиотечных ресурсов;
- повышение скорости и качества обслуживания читателей.

Вывод.

Одной из важных составляющих в процессе обучения студента высшего учебного заведения является возможность пользования библиотечными услугами вузовской библиотеки. Следовательно, от качества предоставляемых услуг зависит успешность обучения. Вузовская библиотека представляет из себя сложную многоуровневую систему, которой, разумеется, необходимо правильно управлять. Одним из эффективных инструментов принятия управленческих решений является имитационное моделирование. Данный метод отлично подходит для применения в библиотечной сфере, позволяя повысить эффективность обслуживания библиотеки.

2 Анализ деятельности и бизнес-процессов Научной библиотеки СФУ

2.1 Общая характеристика Научной библиотеки

Библиотечно-издательский комплекс Сибирского Федерального Университета создан с целью предоставления библиотечных, издательских и полиграфических услуг для учебных, научных, управленческих подразделений Университета и внешних заказчиков.

Научная библиотека Сибирского Федерального Университета – одно из подразделений Библиотечно-издательского комплекса. Научная библиотека СФУ обеспечивает качественное информационное сопровождение учебного процесса и научных исследований. Библиотека активно участвует в культурно-просветительской и воспитательной деятельности ВУЗа, является площадкой для проведения мероприятий федерального и регионального уровней.

Основные направления деятельности [46]:

- Информационное обслуживание пользователей всех категорий.
- Качественное формирование книжного фонда и электронных образовательных ресурсов.
- Развитие программно-аппаратного комплекса Электронной библиотеки.
- Информационно-библиографическая и наукометрическая поддержка запросов профессорско-преподавательского состава и аспирантов.
- Расширение сферы услуг для пользователей, реализуемых в электронной среде.
- Проведение и участие в культурно-просветительских и воспитательных мероприятиях вузовского, регионального и федерального уровней.
- Повышение информационной культуры пользователей
- Участие в проектной и инновационной деятельности.
- Корпоративное библиотечное сотрудничество.

Структура Научной библиотеки СФУ [56]:

- Главный корпус Научной библиотеки.

660041, Красноярск, пр. Свободный, 79/10.

Читальный залы, абонемент социально-экономической и гуманитарной литературы, абонемент литературы по архитектуре и строительству, абонемент инженерно-технической литературы, отдел научно-методической и библиографической работы, отдел формирования и учета информационно-библиотечных фондов; отдел автоматизации, дирекция библиотеки.

– Отдел обслуживания на ул. Маерчака.

660075, Красноярск, ул. Маерчака, 6.

Научный абонемент и электронный читальный зал юридической литературы, отдел ксерокопирования.

– Читальный зал в Академгородке.

660036, Красноярск, Академгородок, 13/А

Читальный зал для Военно-инженерного института.

– Отдел обслуживания на ул. Вавилова.

660025, Красноярск, ул. Вавилова, 66.

Абонементы и читальные залы, литература по горно-геологическим наукам и металлургии.

– Отдел обслуживания на ул. Лиды Прушинской.

660075, Красноярск, ул. Лиды Прушинской, 2.

Абонементы и читальные залы, литература по торгово-экономическим наукам.

Структурные подразделения Научной библиотеки СФУ [56х]:

– отдел формирования и учета информационно-библиотечных фондов;

– отдел научно-методической и библиографической работы;

– отдел обслуживания научного и учебного абонементов;

– отдел читальных залов;

– отдел обслуживания по горно-геологическим наукам и металлургии;

– отдел обслуживания по инженерно-техническим наукам.

Основные виды деятельности Научной библиотеки СФУ [50]:

– формирование информационно-библиотечных ресурсов Научной библиотеки;

- управление информационно-библиотечными ресурсами Научной библиотеки;
- библиотечное и информационно-библиографическое обслуживание пользователей в соответствии с их запросами и правилами пользования Научной библиотеки;
- организация научно-методической деятельности Научной библиотеки, координация методической работы вузовских библиотек города;
- разработка документов по организации мобилизационной подготовки и обеспечение плановых мероприятий соответствующими материальными, техническими, людскими ресурсами и расчетами.

Задачи, решаемые сотрудниками Научной библиотеки СФУ [50]:

- текущее и ретроспективное комплектование информационно-библиотечными ресурсами в соответствии с образовательно-профессиональными программами, учебными планами и тематикой научных исследований университета;
- регистрационный учет документов (поступления/выбытия);
- организация справочно-поискового аппарата Научной библиотеки;
- организация и ведение базы данных «Книгообеспеченность»;
- списание библиотечно-информационных ресурсов Научной библиотеки;
- книгообмен с другими библиотеками, учреждениями и организациями;
- организация библиотечных фондов (прием, размещение, предоставление пользователям, сохранность);
- организация различных форм библиотечного и информационно-библиографического обслуживания;
- консультирование пользователей по работе с электронным каталогом и базами данных;
- информационное сопровождение мероприятий Научной библиотеки и университета;
- создание библиографических указателей, списков литературы;

– формирование информационно-библиографической культуры пользователей;

– обобщение и анализ результатов деятельности подразделений Научной библиотеки;

– оказание консультационно-методической помощи подразделениям Научной библиотеки, библиотекам вузов, ссузов, школ г. Красноярска и края, кафедральным и кабинетным библиотекам университета по вопросам обслуживания пользователей.

Главные процессы Научной библиотеки СФУ [2]:

– формирование и управление информационными ресурсами;

– организация и сопровождение электронной библиотекой;

– предоставление потребителям информационно-библиотечных услуг;

– автоматизация процессов научной библиотеки;

– продвижение информационных ресурсов и услуг научной библиотеки.

Состав фонда Научной библиотеки СФУ (по данным за 2016 год).

Состав фонда Научной библиотеки СФУ представлен на рисунке 8.

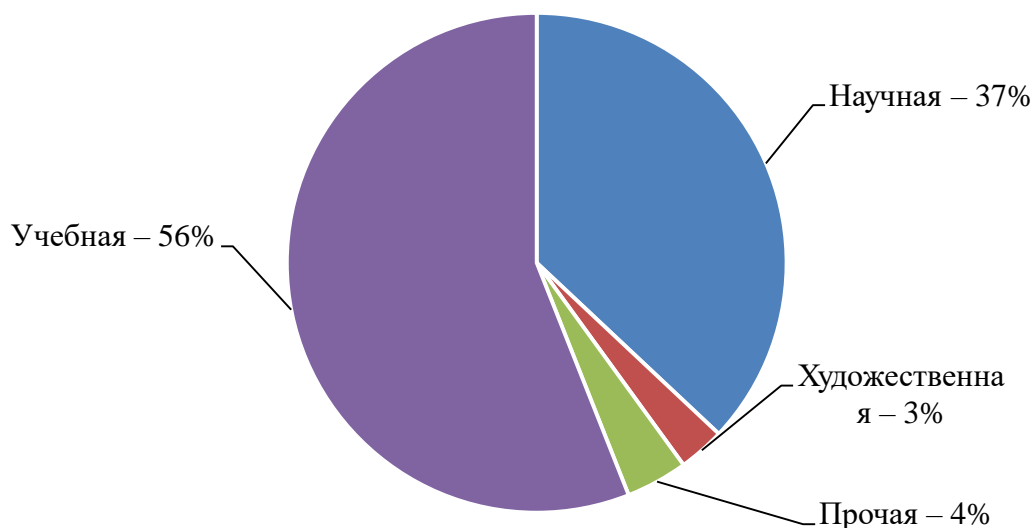


Рисунок 8 – Состав фонда Научной библиотеки СФУ

Комплектование библиотеки осуществлялось по заявкам преподавателей с учетом данных о книгообеспеченности дисциплин. В связи с усилением значения дистанционных форм образования приоритет отдавался приобретению электронных ресурсов и лицензионных баз данных.

В настоящее время фонд составляет 2 419 610 экземпляров, из них:
1 345 065 экземпляров – учебная литература,
904 281 экземпляр – научная,
71 069 экземпляров – зарубежные издания.

Степень обеспеченности основной учебной литературой в СФУ составляет более 60%.

Объем израсходованных средств (по данным за 2016 год).

Средства, выделенные на формирование информационно-библиотечных ресурсов, составили – 26 700 000 руб. (2015 – 17 431 131 руб.).

На получение доступа к информационным ресурсам ведущих агрегаторов израсходовано 18 162 712 руб., в том числе на электронно-библиотечную систему – 4 642 047 руб.; отечественные базы данных – 647 965 руб.

Бюджетных средств на приобретение периодических изданий израсходовано – 4 909 118 руб., на печатные издания – 3 млн руб. Внебюджетные средства подразделений СФУ на приобретение информационных ресурсов составили – 497 725 руб. Соотношение израсходованных средств представлено на рисунке 9.

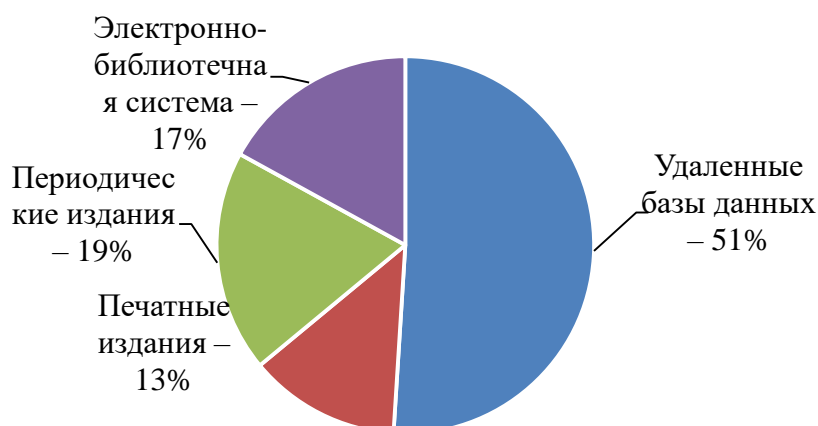


Рисунок 9 – Соотношение израсходованных средств

2.2 Система обслуживания библиотеки СФУ

Библиотечное обслуживание представляет собой многоуровневую систему библиотеки, предоставляющую разного рода информационные услуги, необходимые пользователям. Для того чтобы эта система функционировала корректно, необходимо использовать анализ, мониторинг, состояние рынка реальных и потенциальных пользователей библиотеки, определять их потребности и ожидания. Необходимо обратить внимание и на исследование развития образовательных и информационно-культурных услуг в регионе, и на состояние пользовательской среды внутри самой библиотеки.

Под управлением библиотечным обслуживанием следует понимать совокупность процессов, которые являются инструментом в руках уполномоченных лиц, которые занимаются поддержкой и направлением деятельности на удовлетворение потребностей читателей.

Если рассматривать структуру управления библиотечным обслуживанием, то здесь выделяются несколько уровней [5]:

– Уровень межбиблиотечного взаимодействия в области обслуживания. На этом уровне координируется деятельность библиотек различных ведомств, определяется их связь с другими центрами хранения информации.

– Уровень библиотеки, где происходит согласование организации обслуживания в структурных подразделениях библиотеки.

– Уровень управления, который обеспечивает деятельность каждого конкретного структурного подразделения библиотеки.

– Уровень управления, который содействует работе всем пунктов обслуживания.

Библиотечное обслуживание в простейшем понимании – это деятельность библиотеки, которая обеспечивает требования читателей. Теоретически обосновать единство всех видов обслуживания в библиотеке позволяет рассмотрение его как системы. С этих позиций в библиотечном обслуживании можно выделить следующие компоненты: цели, субъект деятельности, объект, на кото-

рый направлена эта деятельность, предмет, ресурсы (средства, возможности), процессы (технология), условия, результаты деятельности.

Цель обслуживания – наиболее полное удовлетворение и развитие потребностей пользователей библиотек. Библиотекарь и читатель являются субъектами обслуживания.

В качестве объекта библиотечного обслуживания можно рассматривать читательские потребности, на удовлетворение которых оно направлено. Предметом обслуживания являются выражающие эти потребности запросы, которые преобразуются в ходе обслуживания. Библиотечное обслуживание завершается результатом, каковым является библиотечная услуга, предоставленная читателю.

Ресурсы, которыми располагают субъекты обслуживания – библиотечный фонд, справочно-библиографический аппарат, технические средства, библиотечное оборудование, архитектурно-планировочное решение библиотечного здания, интерьер библиотеки, собственные интеллектуальные и вербальные возможности субъектов.

Условия, в которых осуществляется обслуживание – это библиотечная среда, влияющая и на субъекты, и на процессы, и соответственно на результат обслуживания. Все компоненты библиотечного обслуживания в единстве и взаимосвязи направлены на удовлетворение и развитие читательских потребностей. Систему библиотечного обслуживания можно рассматривать как взаимосвязанную деятельность библиотек по удовлетворению и развитию потребностей читателей.

Технологический процесс обслуживания можно определить как последовательность действий библиотекаря (коллектива библиотекарей) над запросами и документами в целях производства определенной услуги.

Структура модели технологии библиотечного обслуживания строится исходя из того, что в любой деятельности, в том числе библиотечном обслуживании, прослеживается три этапа: подготовка к деятельности, собственно деятельность, ее анализ. Поскольку последовательность этих блоков повторяется

при предоставлении каждой услуги, можно рассматривать процесс обслуживания как технологический цикл.

Подготовка к обслуживанию включает предварительные и текущие процедуры. Процедуры предварительной подготовки: изучение условий реализации библиотечного обслуживания, планирование библиотечного обслуживания. Текущая подготовка к библиотечному обслуживанию включает следующие процедуры: фиксацию читателей, оформление абонемента, читального зала и т.п.; разработку текстов-диалогов с читателями для автоматизированной системы; подготовку рабочего места библиотекаря: расстановку книг, других документов в фонде и пр.

В процессе реализации библиотечных услуг осуществляются следующие процедуры: прием запросов, выполнение запросов, оформление услуг, предоставление услуг пользователям, фиксация предоставленных услуг и отказов, прием возвращенных документов.

Блок анализа библиотечного обслуживания предполагает процедуры: текущего анализа выполнения услуг, их количества, видов, качества, сроков пользования документами задолженности и т.п.; сравнение показателей предоставления библиотечных услуг с потребностями читателей региона, предприятия; расчета эффективности обслуживания; анализа библиотечного обслуживания с целью определения перспектив его развития.

Оценка эффективности библиотечного обслуживания.

Вопросы оценки библиотечной деятельности, и в частности обслуживания читателей, пока не имеет однозначной трактовки. Существует система оценки обслуживания, основные показатели которой – количество читателей, количество книговыдач и т.п., не ориентирует на достижение конечных результатов: оказание помощи абоненту, удовлетворение его потребностей, их развитие. Это обуславливает необходимость поиска более адекватных показателей.

Социальная сторона эффективности библиотечного обслуживания выражает соответствие целей по удовлетворению потребностей читателей и фактически предоставленных читателям библиотечных услуг (по содержанию, каче-

ству, форме, количеству). Назовем это соотношение результативностью, она отражает степень удовлетворения и развития потребностей читателей. Экономическую сторону эффективности библиотечного обслуживания составляет соотношение предоставленных услуг (по номенклатуре, качеству, количеству) и затрат (трудовых, материальных и т.п.) на получение конечных результатов.

Важным компонентом эффективности является качество. Качество конкретной услуги определим как совокупность ее свойств, обеспечивающих удовлетворение и развитие конкретных потребностей читателей. Для измерения качества, результативности и эффективности библиотечных услуг используются критерии и показатели эффективности.

Некоторые авторы выдвигали в качестве критериев эффективности отдельные элементы или совокупности элементов, включенных в статистическую отчетность библиотек (число читателей, книговыдач, и др.) или относительные показатели (читаемость, обращаемость, посещаемость, книгообеспеченность, процент охвата и т.д.); другие пытались составить сводный индекс, отражающий результативность работы библиотеки на основе некоторых из названных выше показателей; ряд библиотечников выделяли в качестве критерия полноту удовлетворения запросов читателей при наименьших затратах труда работников библиотек.

Критерием эффективности библиотечного обслуживания предлагается считать полноту удовлетворения и развития общественных, индивидуальных потребностей в библиотечных услугах, исходя из имеющихся ресурсов. Полнота зависит от того, насколько библиотекари в соответствии с полями обслуживания выполняют такие виды услуг, такого качества и в таком количестве, которые отвечают потребностям пользователей. Но полнота удовлетворения потребностей читателей ограничивается теми материалами, финансовыми и другими возможностями, которыми располагает библиотека.

Статистика книговыдачи в Научной библиотеке СФУ (за 2016 год).

Соотношение книговыдачи по виду предоставления (печатные, цифровые) показано на рисунке 10.

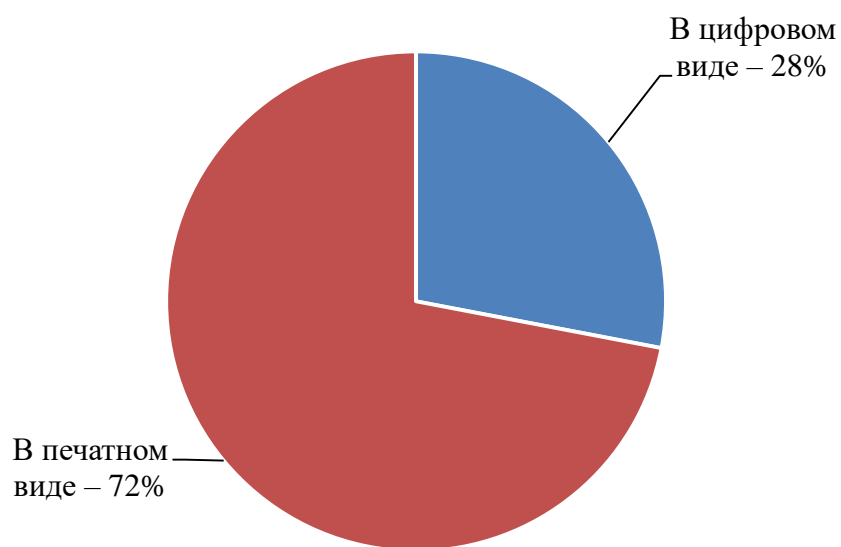


Рисунок 10 – Соотношение книговыдачи по виду предоставления

Из рисунка 10 видно, что выдача документов в печатном виде в значительной степени преобладает над выдачей литературы в цифровом виде.

Соотношение книговыдачи по характеру изданий представлено на рисунке 11.

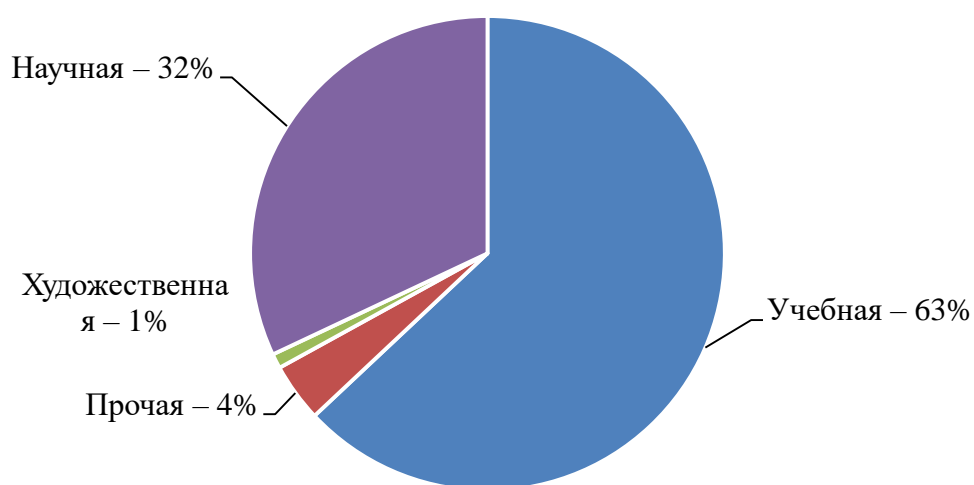


Рисунок 11 – Соотношение книговыдачи по характеру изданий

Преобладает выдача учебной литературы – 63%, выдача научной литературы – 32%, а выдача художественной и прочей литературы составляет всего 1% и 4% соответственно.

2.3 Анализ бизнес-процессов библиотеки

Анализ бизнес-процессов организации – важный шаг при разработке имитационной модели. В качестве бизнес-процесса библиотеки был выбран процесс под названием «Обслуживание пользователей библиотеки».

Наиболее удобным программным обеспечением для моделирования бизнес-процессов является продукт под названием BPwin. BPwin является мощным средством моделирования и документирования бизнес-процессов. Этот продукт использует технологию моделирования IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling) – наиболее распространенный стандарт, который принят для моделирования бизнес-процессов.

BPwin используется для анализа, документирования и реорганизации сложных процессов, в том числе, бизнес-процессов. Модель, созданная средствами BPWin, позволяет четко документировать различные аспекты деятельности – действия, которые необходимо предпринять, способы их осуществления, требующиеся для этого ресурсы и др. Таким образом, формируется целостная картина деятельности предприятия – от моделей организации работы в маленьких отделах до сложных иерархических структур. BPwin совмещает в одном инструменте средства моделирования функций (IDEF0), потоков данных (DFD) и потоков работ (IDEF3) [48].

В общем случае, модель бизнес-процесса должна давать ответы на следующие вопросы:

- 1) Какие процедуры (функции, работы) необходимо выполнить для получения конечного результата?
- 2) В какой последовательности выполняются процедуры процесса?
- 3) Кто выполняет процедуры процесса?

4) Какие входящие документы/информацию используют процедуры процесса?

5) Какие исходящие документы/информацию генерирует процедуры процесса?

6) Какие ресурсы необходимы для выполнения процедур процесса?

7) Какая документация/условия регламентирует выполнение процесса?

Ответ на эти вопросы будут получены после построения модели бизнес-процесса.

Построение диаграммы бизнес-процесса «Обслуживание пользователей библиотеки» было выполнено с использованием методологии IDEF0.

В IDEF0 система представляется как совокупность взаимодействующих работ или функций. Такая чисто функциональная ориентация является принципиальной – функции системы анализируются независимо от объектов, которыми они оперируют.

Под моделью в IDEF0 понимают описание системы (текстовое и графическое), которое должно дать ответ на некоторые заранее определенные вопросы. Процесс моделирования какой-либо системы в IDEF0 начинается с определения контекста, т.е. наиболее абстрактного уровня описания системы в целом. В контекст входит определение субъекта моделирования, цели и точки зрения на модель.

IDEF0–модель предполагает наличие четко сформулированной цели, единственного субъекта моделирования и одной точки зрения. Основу методологии IDEF0 составляет графический язык описания бизнес–процессов. Модель в нотации IDEF0 представляет собой совокупность иерархически упорядоченных и взаимосвязанных диаграмм. Каждая диаграмма является единицей описания системы и располагается на отдельном листе.

С помощью функционального моделирования (нотация IDEF0), можно провести систематический анализ процессов и систем, сосредоточившись на регулярно решаемых задачах (функциях), свидетельствующих об их правиль-

ном выполнении показателей, необходимых для этого ресурсах, результатах и исходных материалах (сырье) [48].

Модели BРwin дают основу для осмысления бизнес-процессов и оценки влияния тех или иных событий, а также описывают взаимодействие процессов и потоков информации в организации.

Контекстная диаграмма является вершиной древовидной структуры диаграмм и представляет собой общее описание системы и ее взаимодействия с внешней средой (рисунок 12).

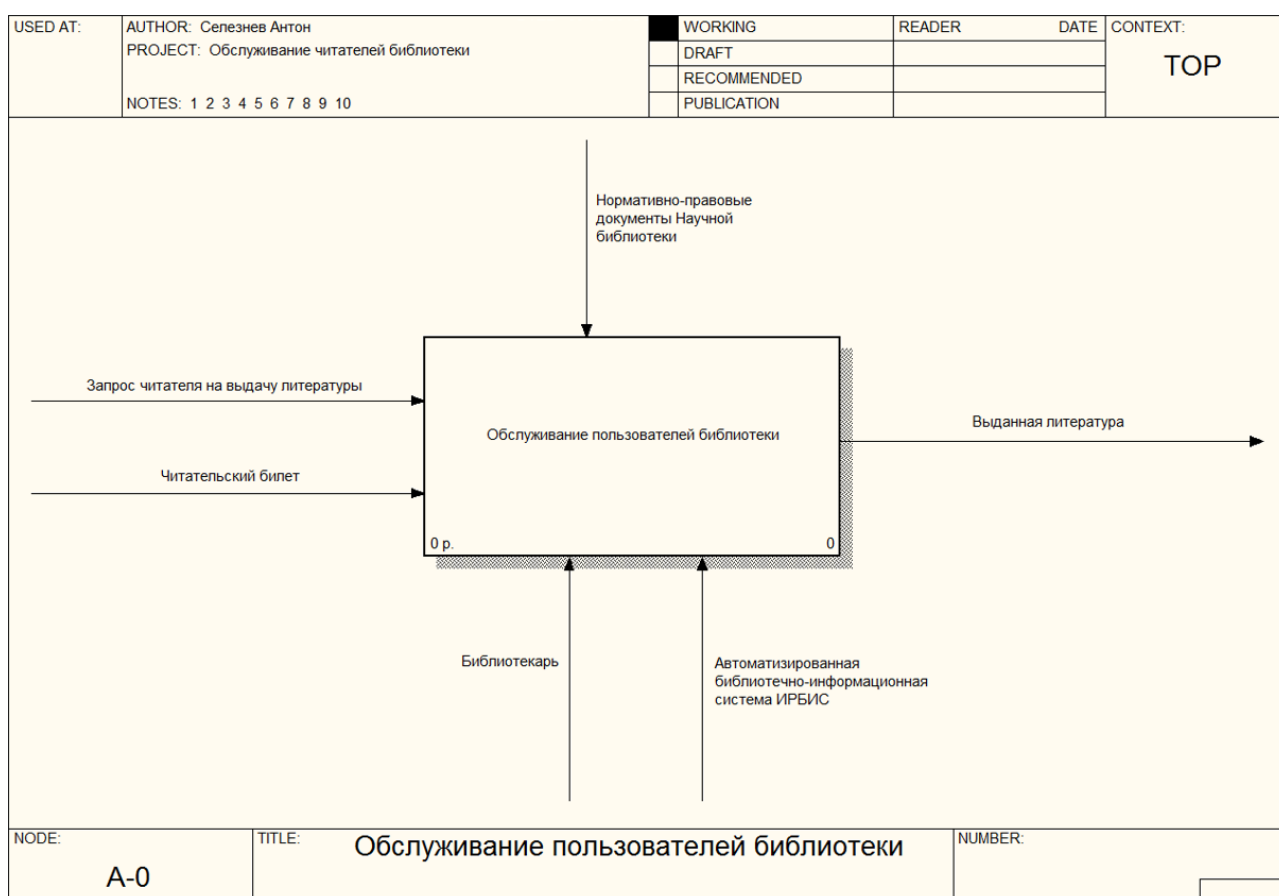


Рисунок 12 – Диаграмма бизнес-процесса «Обслуживание пользователей библиотеки»

Данная модель описывает процесс обслуживания пользователей библиотеки в общем виде. В данной модели участвуют следующие материальные и информационные потоки:

1) Входящие потоки:

– Запрос читателя на выдачу литературы – наименование той литературы, которая требуется читателю.

– Читательский билет – необходимый документ для пользования библиотекой, предоставляет информацию о читателе.

2) Управляющие потоки:

– Нормативно-правовые документы Научной библиотеки – документы регулирующие деятельность Научной библиотеки, правила пользования библиотекой.

3) Ресурсные потоки:

– Библиотекарь – работник библиотеки, осуществляет поиск и выдачу литературы.

– Автоматизированная библиотечно-информационная система ИРБИС – база данных, включающая в себя информацию об имеющейся литературе.

4) Выходящие потоки:

– Выданная литература – литература выданная читателю по его запросу.

После описания системы в целом проводится разбиение ее на крупные фрагменты. Этот процесс называется функциональной декомпозицией, а диаграммы, которые описывают каждый фрагмент и взаимодействие фрагментов, называются диаграммами декомпозиции. После декомпозиции контекстной диаграммы проводится декомпозиция каждого большого фрагмента системы на более мелкие и так далее, до достижения нужного уровня подробности описания. Так достигается соответствие модели реальным процессам на любом и каждом уровне модели. Синтаксис описания системы в целом и каждого ее фрагмента одинаков во всей модели.

После декомпозиции контекстной диаграммы бизнес-процесса «Обслуживание пользователей библиотеки» возникло четыре более мелких бизнес-процессов (рисунок 13):

– Прием запроса читателя. Данный процесс заключается в том, что читатель обращается к библиотекарю с просьбой о поиске и предоставлении необходимой литературы.

– Проверка читательского билета. Здесь происходит процесс проверки читательского билета для того чтобы удостовериться в личности человека и его праве на пользование услугами библиотеки.

– Проверка наличия запрашиваемой литературы. Данный процесс заключается в том, что библиотекарь проводит проверку на наличие запрашиваемой литературы, пользуясь своей базой данных.

– Выдача запрашиваемой литературы. Заключительный процесс, здесь происходит выдача читателю литературы, которую он запрашивал.

Данная диаграмма включает в себя информационные и материальные потоки с общей контекстной диаграммы (рисунок 13). Помимо этих потоков были добавлены еще три:

- Запрос о проверке читательского билета.
- Данные о запрашиваемой литературе.
- Запрашиваемая литература.

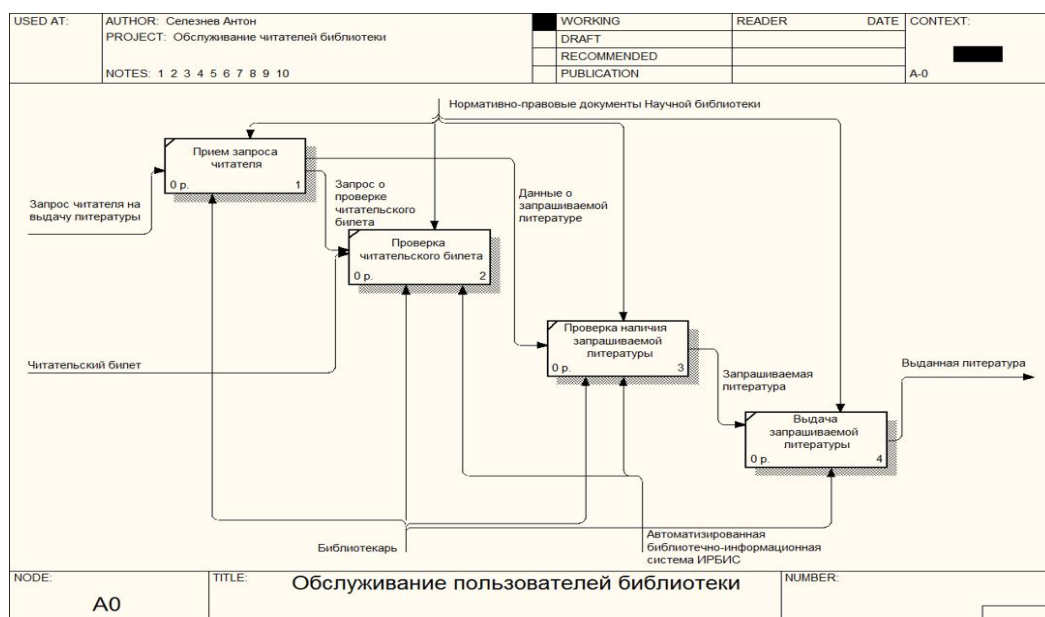


Рисунок 13 – Диаграмма декомпозиции бизнес-процесса «Обслуживание пользователей библиотеки»

Построенные диаграммы (диаграмма бизнес-процесса «Обслуживание пользователей библиотеки» (рисунок 12) и диаграмма ее декомпозиции (рисунок 13) являются оптимальным вариантом описания процесса обслуживания пользователей Научной библиотеки.

Данные модели бизнес-процесса позволили получить ответы на следующие вопросы:

1) Какие работы необходимо выполнить для получения конечного результата?

– Для получения конечно результата (выдача литературы) необходимо выполнить следующие процедуры: «Прием запроса читателя», «Проверка читательского билета», «Проверка наличия запрашиваемой литературы», «Выдача запрашиваемой литературы».

2) В какой последовательности выполняются процедуры бизнес-процесса?

– В первую очередь необходимо принять запрос у читателя, далее произвести проверку читательского билета, для того чтобы идентифицировать его личность. После этого библиотекарь при помощи Автоматизированной библиотечно-информационной системы ИРБИС проводит поиск запрашиваемой литературы, и при нахождении необходимой литературы, библиотекарь выдает ее читателю.

3) Кто выполняет процедуры процесса?

– Библиотекарь выполняет все имеющиеся в данном бизнес-процессе процедуры.

4) Какие входящие документы/информацию используют процедуры процесса?

– В качестве входящих документов в данном бизнес-процессе выступает читательский билет.

5) Какие исходящие документы/информацию генерирует процедуры процесса?

– В качестве исходящих документов/информации выступает информация о наличии или отсутствии запрашиваемой литературы.

б) Какие ресурсы необходимы для выполнения процедур процесса?

– Ресурсами для выполнения процедур данного процесса являются читательский билет и Автоматизированная библиотечно-информационная система ИРБИС.

7) Какая документация/условия регламентирует выполнение процесса?

– Основной документацией, регламентирующей выполнение данного процесса, являются Нормативно-правовые документы Научной библиотеки.

В данной главе была представлена общая характеристика Научной библиотеки СФУ. Внимание было уделено следующим пунктам:

- Основные направления деятельности.
- Структура Научной библиотеки СФУ.
- Основные виды деятельности Научной библиотеки СФУ.
- Задачи, решаемые сотрудниками Научной библиотеки СФУ.
- Главные бизнес-процессы Научной библиотеки СФУ.

Вывод.

Должное внимание при анализе деятельности любой организации уделяется анализу бизнес-процессов. В качестве анализируемого бизнес-процесса был выбран процесс под названием «Обслуживание пользователей библиотеки». Для успешного анализа этого процесса использовалось мощное средство моделирования и документации бизнес-процессов – программное обеспечение BPwin. С помощью данного продукта были успешно построены две диаграммы: общая диаграмма бизнес-процесса «Обслуживание пользователей библиотеки» и диаграмма декомпозиции.

3 Разработка имитационной модели системы обслуживания Научной библиотеки СФУ

3.1 Разработка концептуальной модели системы обслуживания

Концептуальная модель – это систематизированное содержательное описание моделируемой системы (или проблемной ситуации) на неформальном языке. Неформализованное описание разрабатываемой имитационной модели включает определение основных элементов моделируемой системы, их характеристики и взаимодействие между элементами на собственном языке. При этом могут использоваться таблицы, графики, диаграммы и т.д. Неформализованное описание модели необходимо как самим разработчикам (при проверке адекватности модели, ее модификации и т.д.), так и для взаимопонимания со специалистами других профилей [58].

Построение концептуальной модели начинается с того, что на основе цели моделирования устанавливаются границы моделируемой системы, определяются воздействия внешней среды. Выдвигаются гипотезы и фиксируются все допущения (предположения), необходимые для построения имитационной модели. Обсуждается уровень детализации моделируемых процессов.

Данная концептуальная модель будет построена по принципу «черного ящика».

«Чёрный ящик» – термин, используемый для обозначения системы, внутреннее устройство и механизм работы которой очень сложны, неизвестны или неважны в рамках данной задачи. Система, представляемая как «черный ящик», рассматривается как имеющая некий «вход» для ввода информации и «выход» для отображения результатов работы, при этом происходящие в ходе работы системы процессы наблюдателю неизвестны. Предполагается, что состояние выходов функционально зависит от состояния входов[5].

Концепция «черного ящика» представлена в общем виде на рисунке 14.



Рисунок 14 – Концепция черного ящика в общем виде

Для того чтобы построить концептуальную модель системы обслуживания библиотеки, необходимо определить набор показателей на входе и выходе.

Концептуальная модель системы обслуживания библиотеки представлена на рисунке 15.



Рисунок 15 – Концептуальная модель системы обслуживания библиотеки

Для успешной разработки имитационной модели библиотечной системы обслуживания необходимо построить моделирующий алгоритм. Обобщенная схема моделирующего алгоритма представлена на рисунке 16.



Рисунок 16 – Обобщенная схема моделирующего алгоритма процесса выдачи литературы

Из рисунка 16 видно, что после поступления запроса читателя на выдачу литературы происходит проверка на наличие очереди к библиотекарю. Если очередь отсутствует, то происходит обращение к библиотекарю, в ином случае читателю придется дождаться своей очереди. Далее библиотекарь проверяет наличие запрашиваемой литературы для выдачи. Если необходимая литература имеется в наличии, то произойдет ее выдача. Если же необходимая литература отсутствует, то происходит отказ в ее выдаче.

3.2 Разработка имитационной модели системы обслуживания

Сбор входных данных о работе абонементов учебной литературы Научной библиотеки СФУ. Для разработки имитационной модели системы обслуживания Научной библиотеки Библиотечно-издательского комплекса СФУ были произведены сбор и обработка входных данных, необходимых для моделирования, в двух абонементов учебной литературы (Б 1-14, Б 1-28). (Таблица 2).

Таблица 2 – Необходимые данные работы двух абонементов учебной литературы Научной библиотеки СФУ

Показатель \ Абонемент	Абонемент учебной литературы (Б 1-14)	Абонемент учебной литературы (Б 1-28)
Время начала работы абонемента	8:30	8:30
Время окончания работы абонемента	19:00	19:00
Длительность рабочего дня	8 часов	8 часов
Количество обслуживающих библиотекарей	4	4

Построение имитационной модели в системе моделирования ExtendSim.

Следующим этапом следует программирование имитационной модели. Концептуальное или формальное описание модели сложной системы преобразуется в программу – имитатор в соответствии с некоторой методикой программирования и с применением языков и систем моделирования. Важным моментом является корректный выбор инструментального средства для реализации имитационной модели.

В качестве инструмента реализации имитационной модели была выбрана система имитационного моделирования ExtendSim. ExtendSim – это современный инструмент для разработки и проведения экспериментов с моделью. При помощи этого пакета можно разрабатывать имитационные модели реальных процессов для различных областей деятельности промышленного предприятия. Структура имитационной модели в ExtendSim имеет блочную структуру: все имитационные модели в ExtendSim состоят из блоков, а блоки организованы в библиотеки. Каждый блок имеет удобные средства анализа статистических данных в реальном режиме времени.

Блоки. Каждый блок в ExtendSim представляет часть процесса или системы, которая моделируется. У блоков есть названия, которые показывают функцию, которую они выполняют. Можно также добавить свою собственную метку к блоку, чтобы указать то, что она представляет в определенной модели.

Большинство блоков состоит из *значка, соединителей, и диалога.*

Значки. Значок блока – это иллюстрированное представление его функции. Маленькие квадраты, приложенные к сторонам значка, являются соединителями.

Соединители. У большинства блоков в ExtendSim есть соединители ввода и вывода (маленькие квадраты, приложенные к блоку). Потoki информации поступают в блок во входных соединителях и выходят из блока в соединителях вывода. Блок может иметь много входов и/или выходов; у некоторых блоков нет ни одного. Соединитель вывода сообщает о результатах вычислений блока. Дополнительные входы необходимы для того, чтобы управлять определенным

поведением блока. Функция соединителя является определенной для блока. Можно получить информацию о функции соединителя, щелкнув на кнопку помощи в основании левого угла диалога.

Диалоговые окна. Большинство блоков содержит диалоговые окна. Диалоговые окна используются, чтобы вводить значения и параметры настройки прежде, чем выполниться моделирования и видеть результаты выполнения моделирования. Наверху диалога указан глобальный номер блока, его название, и, в скобках, библиотека, в которой находится данный блок.

Глобальные номера блока. Это уникальные идентификаторы, назначенные последовательно на блоки, соответствующие порядку добавлению в модель. Внизу каждого диалога находится кнопка «Помощь». Помощь блока предоставляет информацию о блоке, такую как его цель и использование, использование соединителя, описания каждого элемента диалога, и так далее. Рядом с кнопкой помощи находится текстовое поле, где можно ввести метку для блока, размер ее не должен превышать 31 символ. Некоторые диалоги также вычисляют и отображают значения, которые сгенерированы как образцовые выполнения, так, если оставлять диалог открытым во время моделирования, то можно увидеть воздействие на различные переменные. Эта интерактивная возможность моделирования означает, что можно даже изменить некоторые из параметров настройки в диалоге во время выполненного моделирования.

Библиотеки. Блоки, используемые в модели, сохранены в архивах, названных библиотеками. Все элементы блока (его программа, значок, диалог, и так далее) и информация о нем сохранены в библиотеке.






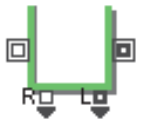
Для построения имитационной модели библиотечной системы обслуживания библиотеки будут использоваться блоки из следующих библиотек:

Item.lix – библиотека, которая содержит блоки преимущественно для дискретно-событийного подхода имитационного моделирования.

Plotter.lix – библиотека, содержащая в себе разнообразные средства для отображения результатов моделирования. При помощи блоков, содержащихся в этой библиотеке можно вывести практически любую информацию о модели.

Блоки, используемые для построения имитационной модели библиотечной системы обслуживания Научной библиотеки Библиотечно-издательского комплекса приведены в таблице 3.

Таблица 3 – основные блоки, необходимые для построения имитационной модели системы обслуживания и их описание.

Блок	Описание блока
<p>Activity</p> 	Обрабатывает события, поступившие на вход, и пересылает их на выход после обработки. Имеет возможность задания числа одновременно обрабатываемых событий.
<p>Executive</p> 	Для работы модели необходим обязательный блок Executive. Этот блок контролирует продолжительность работы модели и останавливает работу модели либо по истечению определенного промежутка времени, либо по наступлению события.
<p>Create</p> 	Генерирует события согласно выбранному закону распределения или таблицы значений. Может генерировать за раз несколько событий.
<p>Exit</p> 	Удаляет события из системы безвозвратно. Имеет возможность увеличения входов по необходимости.
<p>Select Item Out</p> 	Данный блок разделяет объекты, движущиеся по одному каналу, на несколько каналов.
<p>Queue</p> 	Является очередью. Позволяет имитировать различные дисциплины обслуживания. Имеет информационные коннекторы, благодаря которым можно выводить информацию на графики.

Для начала построения модели в ExtendSim необходимо создать новую модель (File – NewModel). Далее следует открыть библиотеки, используемые для построения модели. Как уже говорилось ранее, для построения данной модели используются библиотеки Item.lix и Plotter.lix (Library – Item.lix – OpenLibraryWindow и Library – Plotter.lix – OpenLibraryWindow).

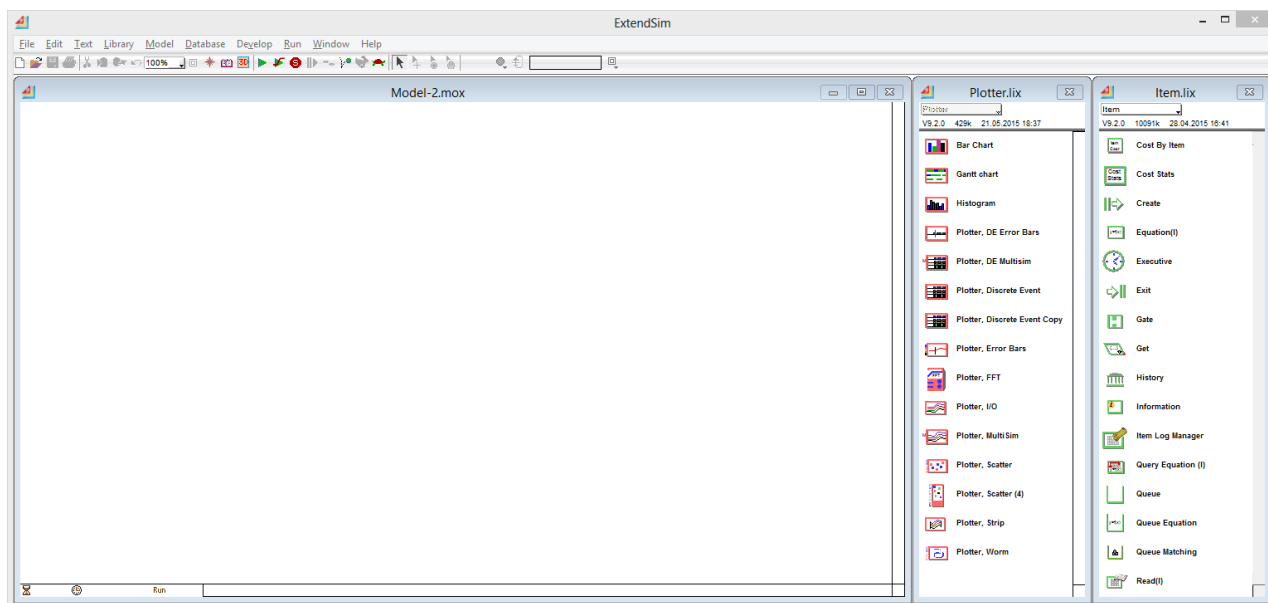


Рисунок 17 – Начало работы в ExtendSim

После этого необходимо задать настройки симуляции модели в окне Simulation Setup (Run – Simulation Setup). В данном окне необходимо отредактировать следующие параметры:

1) Global time units: Minutes.

Этот параметр определяет единицу измерения времени в рамках данной модели.

2) End Time: 480.

Этот параметр задает время моделирования. Для абонементов научной литературы Б 1-14 и Б 1-28 рабочий день равен 8 часам или 480 минутам.

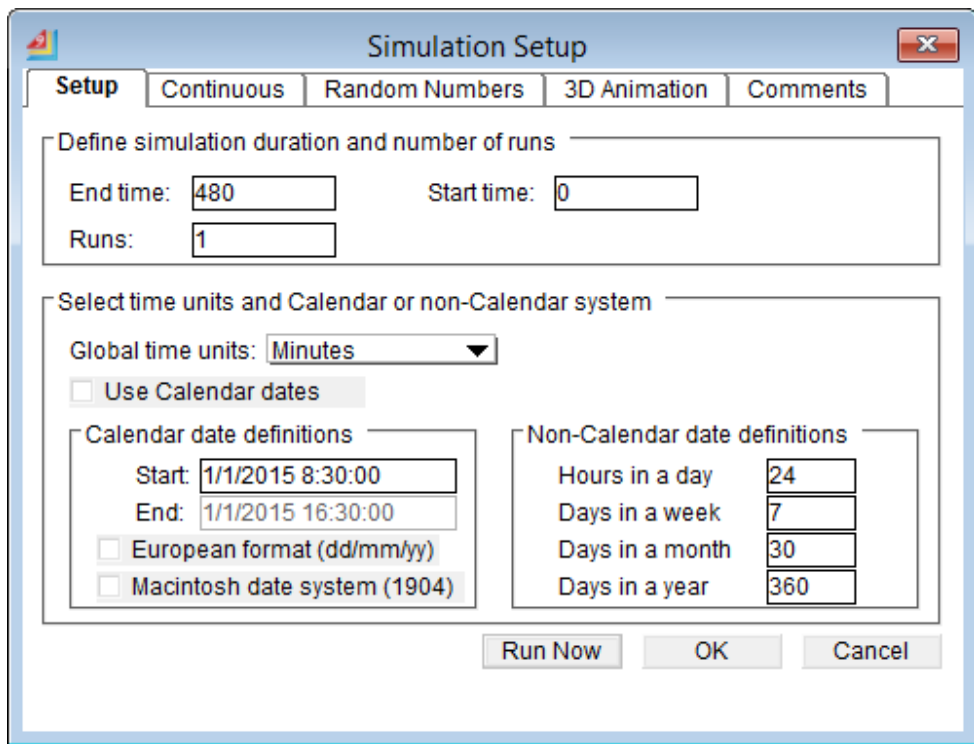


Рисунок 18 – окно Simulation Setup

После этого в окне модели располагаются все необходимые блоки и соединители в необходимой последовательности и в необходимом количестве.

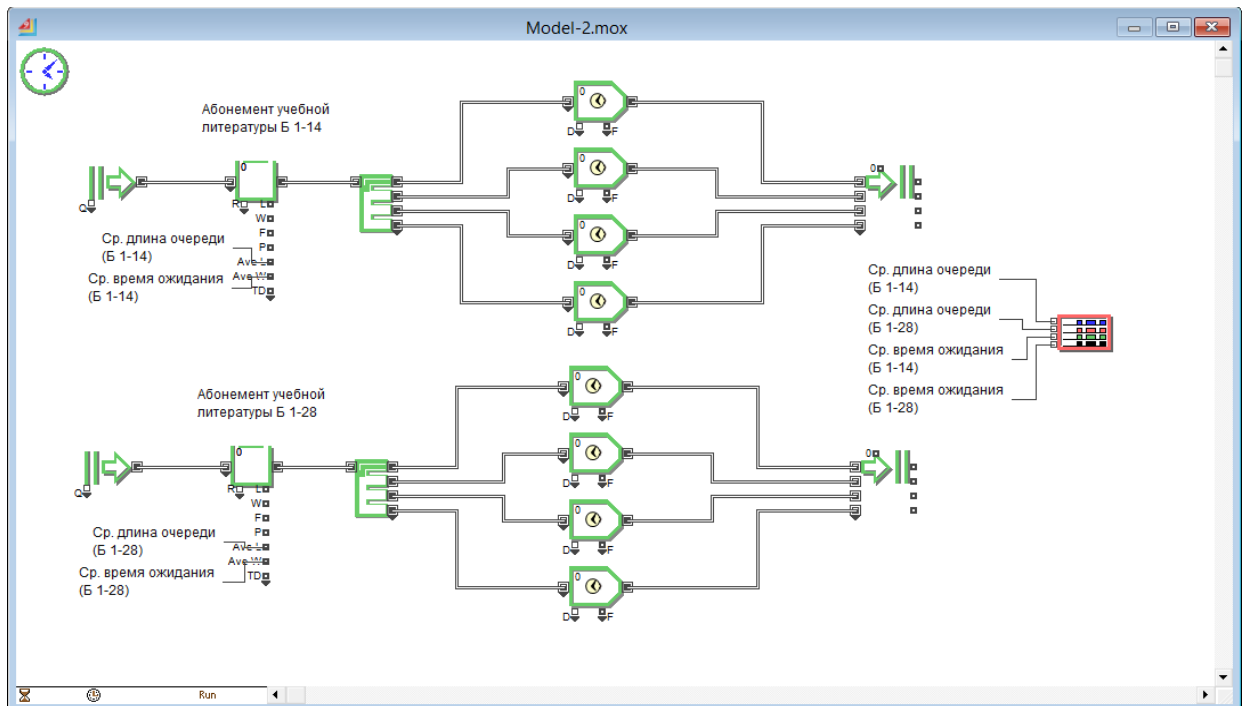


Рисунок 19 – расположение всех необходимых блоков и соединителей в основном окне модели

Далее нужно отредактировать блоки, помещенные в модель. В окне Create<Item> (двойной щелчок левой кнопкой мыши по размещенному блоку Create) редактируются следующие параметры:

1) Select block behavior: Create items randomly.

Данный параметр отвечает за способ появления события в модели.

2) Create items using: One random distribution.

3) Specify a distribution for TBA: Uniform, Real.

4) Minimum: 0; Maximum: 8.

Значения в этих параметрах позволяют генерировать события (в рамках данной модели – читателей) по пуассоновскому потоку событий.

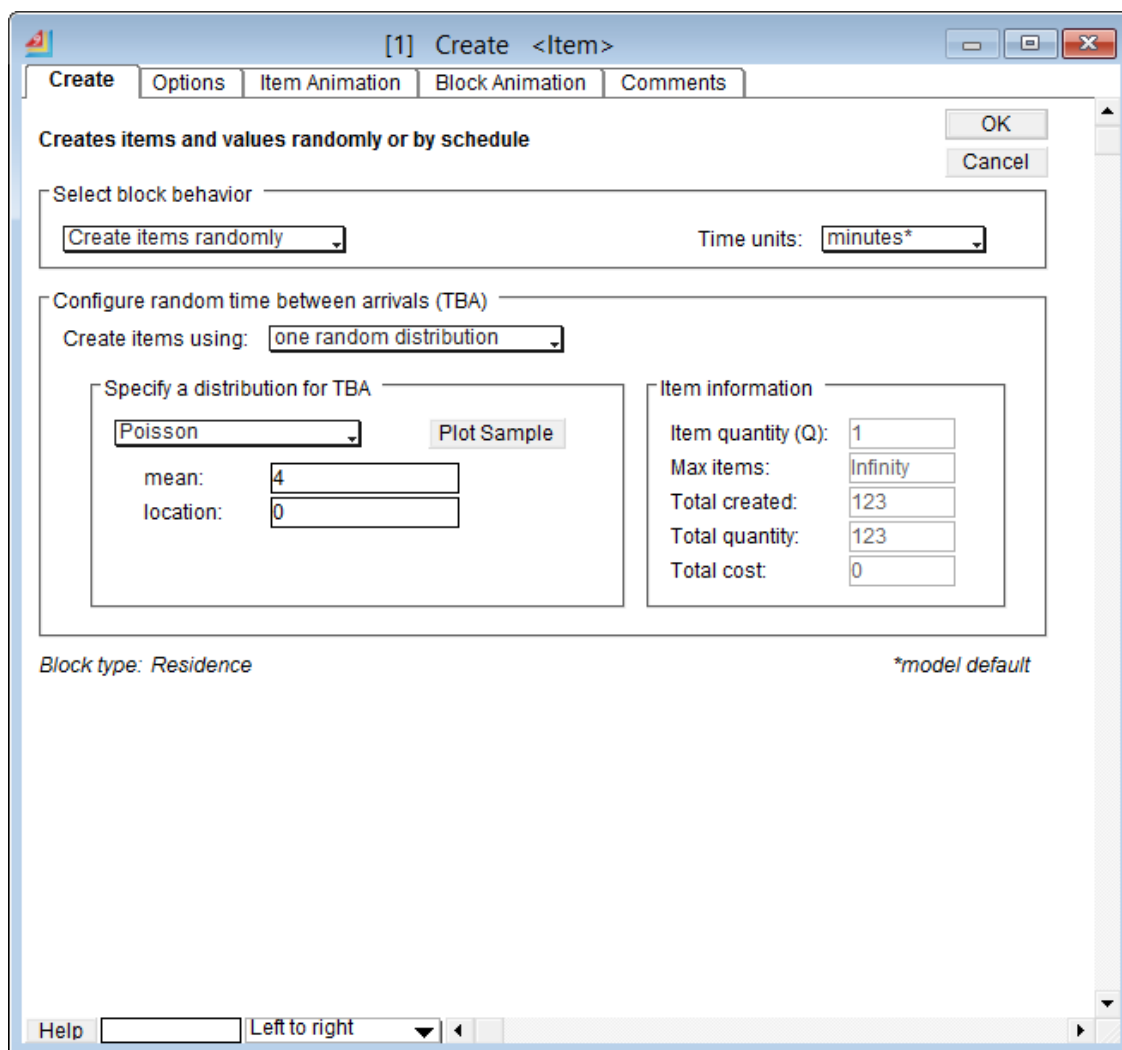


Рисунок 20 – Окно настройки блока Create<item>

В окне Queue<Item>настраиваются параметры очереди:

1) Select queue behavior: sorted queue.

Данный параметр определяет поведение очереди.

2) Select sort method: First in, First out.

А от значения данного параметра зависит дисциплина очереди, в данном случае объекты (читатели) поступают и покидают очередь по принципу «первый поступил, первый покинул».

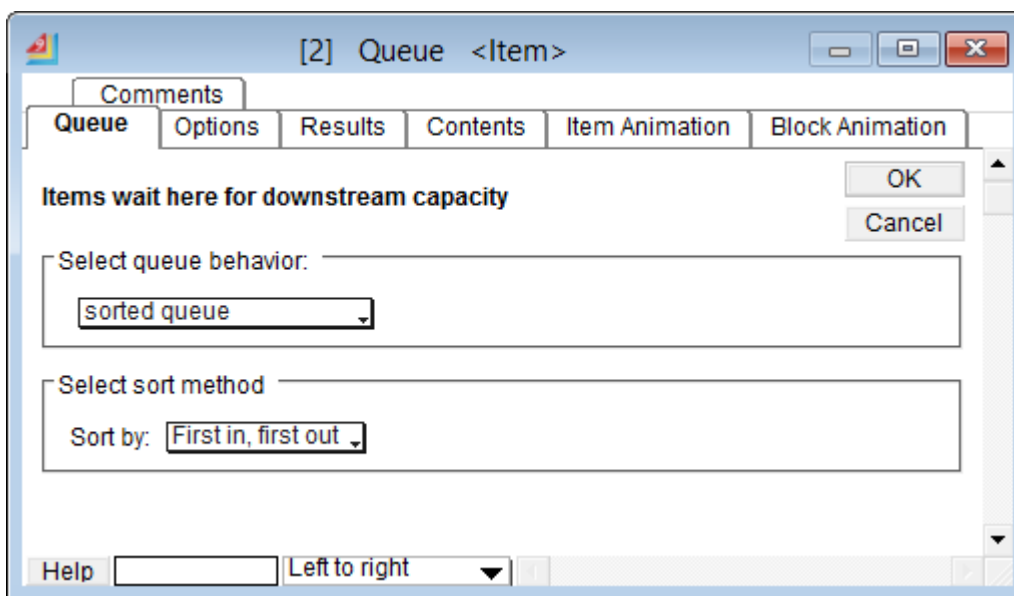


Рисунок 21 – Окно настройки блока Queue<item>

В окне настроек блока Select item Out<item> нужно настроить 2 параметра:

1) Select output based on: sequential.

2) If output is blocked: item will try unblocked outputs.

Данные два параметра показывают, что объект выйдет из блока queueи перейдет на блок activityпри наличии хотя бы одного незанятого блока activity (т.е. читатели, дождавшиеся своей очереди, будут обращаться к любому из освободившихся библиотекарей).

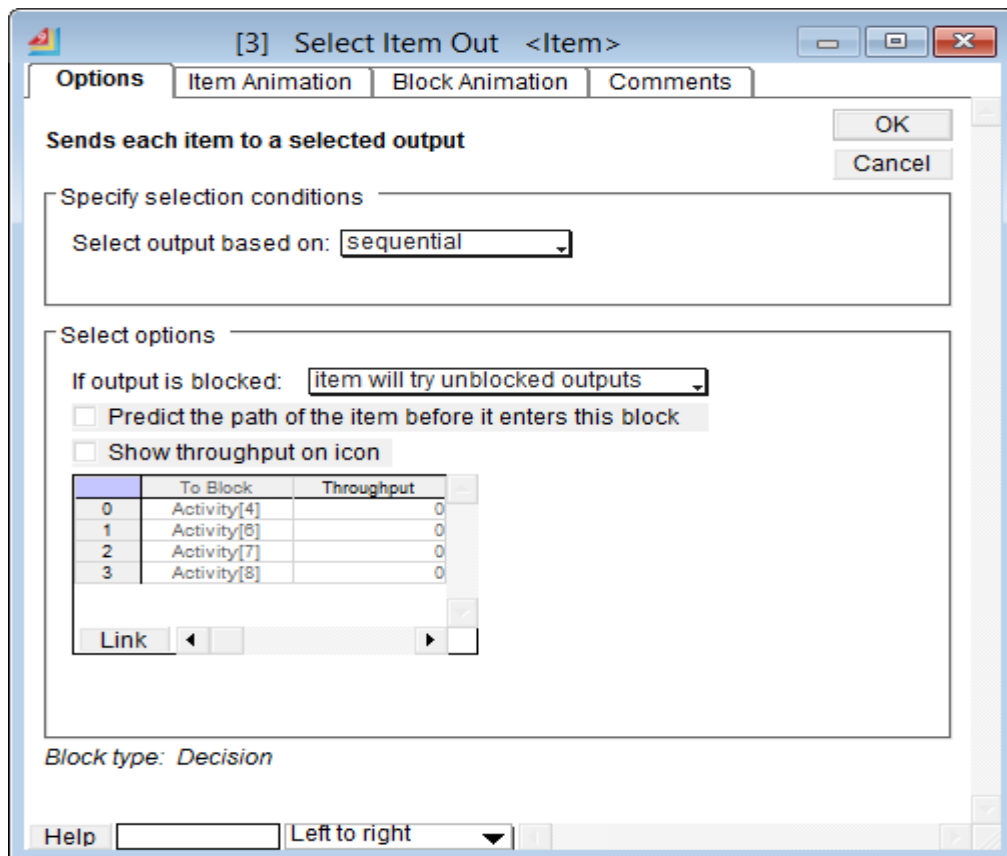


Рисунок 22 – Окно настройки блока Select Item Out<item>

В окне настройки блока Activity<item>определяются параметры обработки объекта, достигшего блока Activity:

1) Maximum items in activity: 1.

Данный параметр показывает, что блок activityодновременно может обрабатывать только один объект (т.е. один библиотекарь может обслуживать только одного читателя одновременно).

2) Delay is: specified by a distribution.

3) Distribution: Uniform, Real.

4) Minimum: 5; Maximum: 20.

Эти параметры показывают, что объекты, попавшие в блок activity, будут задерживаться там на время, равное случайному числу в диапазоне от 5 до 20 минут (т.е. на обслуживание каждого читателя уходит в среднем от 5 до 20 минут).

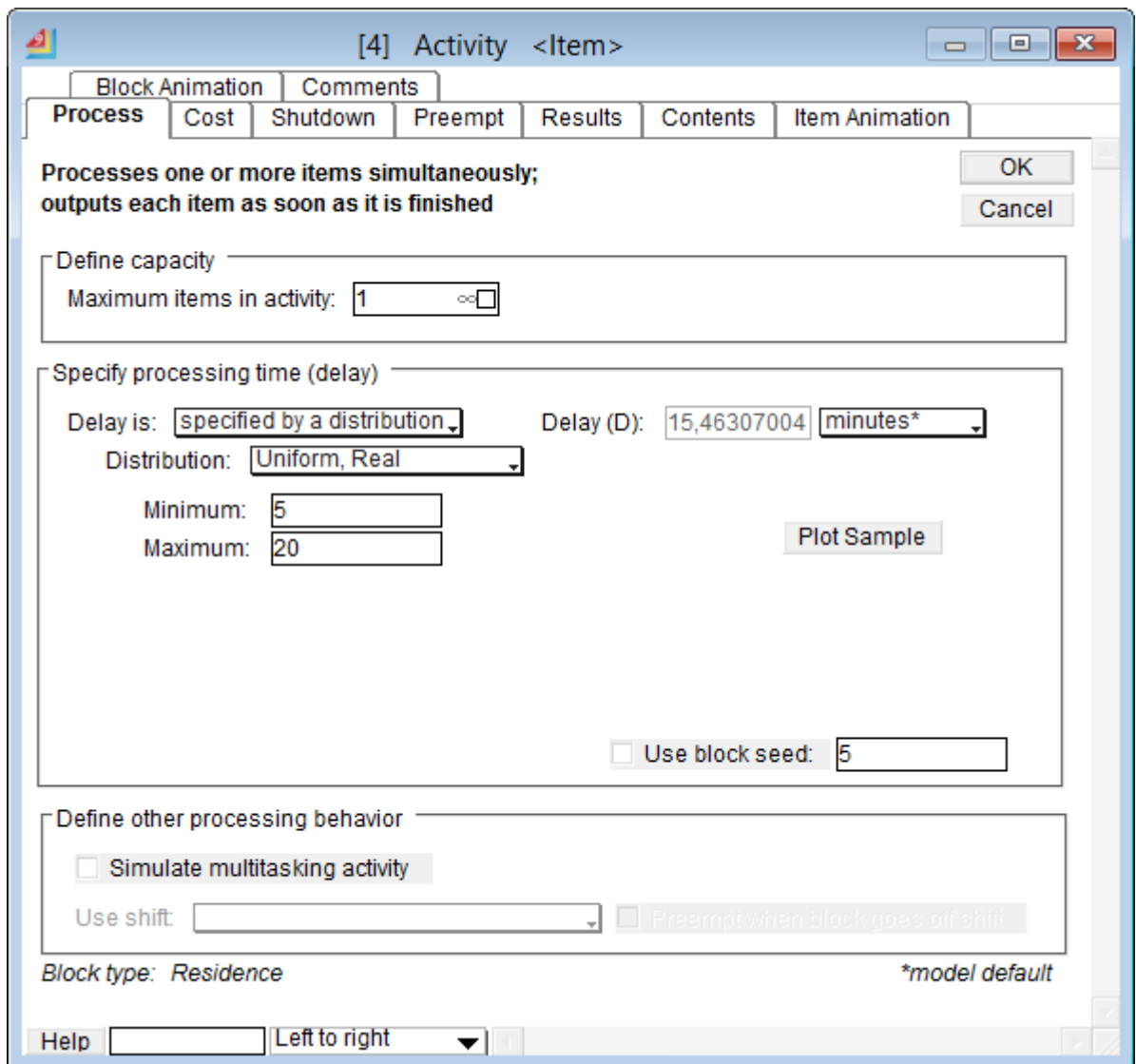


Рисунок 23 – Окно настройки блока Activity<item>

Теперь можно начинать симуляцию, для этого необходимо нажать на зеленую кнопку Run Simulation, находящуюся на панели инструментов программы. При проведении симуляции можно:

- включать или отключать анимацию;
- замедлять или ускорять анимацию;
- ставить симуляцию на паузу для просмотра значений симуляции в определенный момент времени.

На рисунке 24 представлена модель библиотечной системы обслуживания после проведения симуляции.

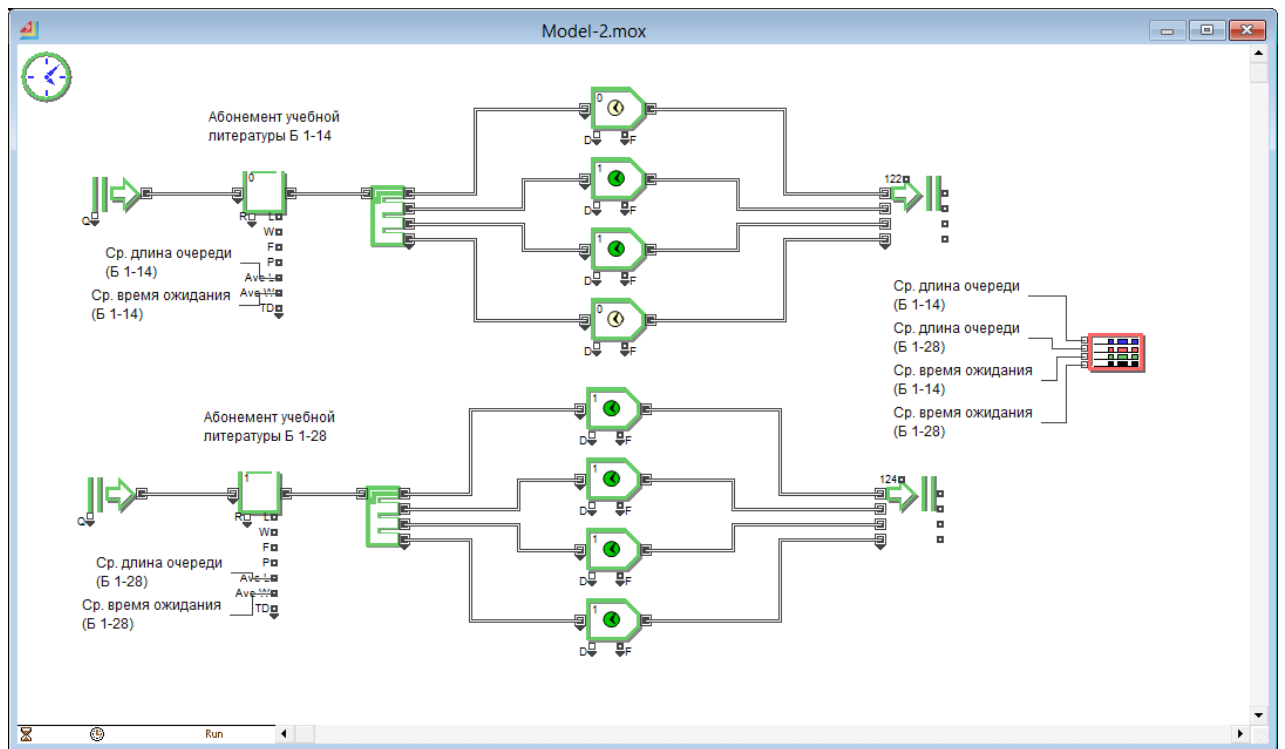


Рисунок 24 – Окно модели после проведения симуляции

Результаты симуляции и их анализ представлены в следующем параграфе.

3.3 Анализ и интерпретация результатов имитационной модели

Успех имитационного эксперимента с моделью системы существенным образом зависит от правильного решения вопросов обработки и последующего анализа и интерпретации результатов моделирования. Особенно важно решить проблему текущей обработки экспериментальной информации при использовании модели для целей автоматизации проектирования систем.

Информация, получаемая с помощью имитационной модели должна быть приемлема для заказчика или пользователя, которые должны понимать, как необходимо поступить или как можно использовать полученные результаты. Если ему не ясно, как эти данные могут помочь ему или кому-либо другому принимать решения, то он их будет просто игнорировать, и вся работа по созданию модели окажется безрезультатной. Любая имитационная модель должна

позволять специалисту, работающему с ней, оценивать решения, которые удовлетворяют его собственным понятиям рациональности, а также возможные результаты сформулированных им стратегий. Пользователь модели, если он не является ее разработчиком, полагает, что именно он может наилучшим образом получать правильные решения. Чтобы иметь максимальные шансы успешного применения результатов имитационного исследования, имитационная модель должна быть [20]:

- понятной заказчику-пользователю;
- способной давать разумные ответы;
- способной давать информацию, которая может быть в дальнейшем использована;
- реалистичной в требованиях к данным;
- способной отвечать на вопросы типа «А что будет, если...?»;
- легко модифицируемой; - недорогой при применении.

Получение результатов моделирования.

После проведения моделирования, определился набор показателей на выходе имитационной модели. На блоке Plotter, Discrete Event, размещенном в модели, отображается график зависимости четырех показателей, изменяющихся на протяжении всей симуляции (рисунок 25):

- 1) Средняя длина очереди (Б 1-14) – синяя линия.
- 2) Средняя длина очереди (Б 1-28) – красная линия.
- 3) Среднее время ожидания (Б 1-14) – зеленая линия.
- 4) Среднее время ожидания (Б 1-28) – черная линия

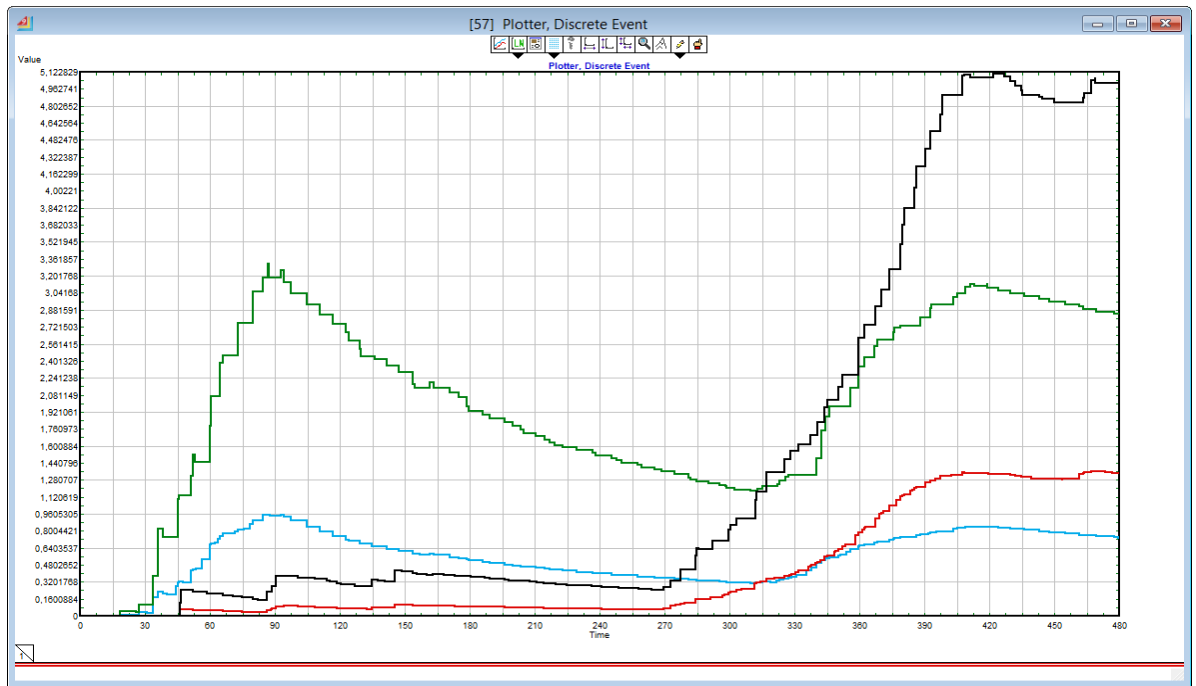


Рисунок 25 – Окно блока Plotter, Discrete Event после проведения симуляции

После симуляции в окнах Queue<item> (абонемент учебной литературы Б 1-14) отображены итоговые показатели длительности очереди и время ожидания. Данные показатели отображены на рисунке 26.

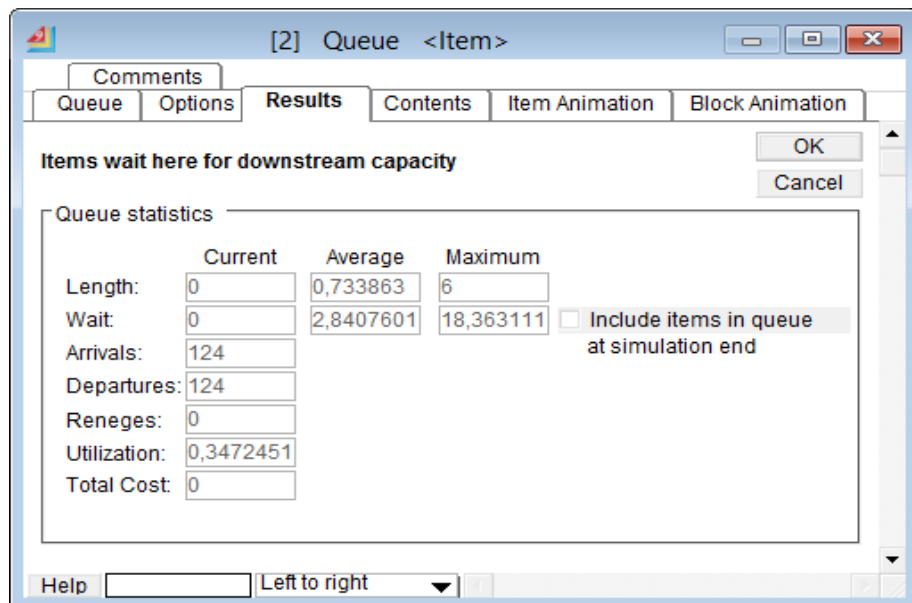


Рисунок 26 – Результаты блока Queue<item> (Абонемент учебной литературы Б 1-14) после проведения симуляции

Показатели, полученные в процессе моделирования, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели, полученные в процессе моделирования

Показатель \ Абонемент	Абонемент учебной литературы (Б 1-14)	Абонемент учебной литературы (Б 1-28)
Количество читателей за день	122	124
Среднее время обслуживания одного читателя (мин.)	12.457	12.198
Минимальное время обслуживания одного читателя (мин.)	5.678	5.4
Максимальное время обслуживания одного читателя (мин.)	19.236	19.23618.996
Средняя длина очереди	0.733	1.344
Максимальная длина очереди	6	8
Среднее время ожидания (мин.)	2.84	5.016
Максимальное время ожидания (мин.)	18.363	25.608

Из таблицы 4 видно, что определяющими показателями являются показатели средней длины очереди, максимальной длины очереди, среднего времени ожидания и максимального времени ожидания.

Показатели средней длины очереди и среднего времени ожидания имеют небольшие значения, в то время как максимальная длина очереди достигает 6 и 8 человек, а максимальное время ожидания равняется 18 и 25 минутам соответственно. Определенно эти значения выше нормы.

Практическая значимость данной имитационной модели заключается в том, что для пользования уже готовой моделью достаточно минимальных знаний о данной программе. Тем самым это делает ее достаточно эффективным инструментом для руководства Научной библиотеки Библиотечно-издательского комплекса СФУ.

В настоящее время, эффективность использования информационных технологий в деятельности организаций и их преимущества являются общепризнанными как в кругах менеджеров, так и руководителей организаций.

Информационные технологии являются основным источником управленческой информации, а также решают задачи, связанные с ее формированием, хранением, воспроизведением, тем самым обеспечивая развитие организации.

Основные преимущества разработанной имитационной модели библиотечной системы обслуживания для руководства Научной библиотеки:

1. Простота пользования моделью. Для постоянного пользования готовой моделью не требуется наличие каких-либо специальных знаний или навыков для работы в программе ExtendSim (система имитационного моделирования, в которой реализована данная модель). Это обуславливается тем, что имитационная модель библиотечной модели обслуживания реализована в максимально простой форме.

2. Возможность изменять входные параметры. Возможность изменять входные параметры позволяет достигнуть основной цели имитационной модели – моделировать любую ситуацию, воспроизведение которой в реальной жизни потребовало бы больших временных и финансовых затрат. Тем самым пользователь (руководство Научной библиотеки) за относительно малый промежуток

времени способен получить ответ на вопрос (относящийся к системе библиотечного обслуживания): «Что было бы, если ...?».

3. Возможность видоизменять модель. Данная модель не является полностью статичной, это означает что у пользователя имеется возможность видоизменять модель для того, чтобы проводить моделирование любых других пунктов выдачи литературы, а не только предложенных в данной работе двух абонементов научной литературы.

4. Возможность проводить бесконечное число экспериментов с моделью. Пользователь модели способен проводить необходимое ему количество экспериментов с моделью в любой момент времени, тем самым моделирование можно проводить как для с

Внедрение имитационной модели в систему управления бизнес-процессами Научной библиотеки Библиотечно-издательского комплекса позволит существенно повысить эффективность библиотечного обслуживания в периоды массовой книговыдачи, во время которых библиотекари не успевают вовремя предоставлять запрашиваемую литературу, тем самым образуются большие очереди. Форма, в которой реализована данная имитационная модель является удобной для пользования руководством Научной библиотеки, позволяя провести корректировки для повышения эффективности библиотечного обслуживания как в настоящем времени, так и в будущем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последнее время для решения большого спектра управленческих задач все чаще применяются методы, прибегающие к использованию вычислительной техники, в частности – компьютера. Одним из таких методов является имитационное моделирование. Имитационное моделирование заключается в построении модели любого исследуемого объекта или системы, и последующей возможности проводить самые различные эксперименты над готовой моделью. Все это позволяет находить решения сложных управленческих задач при минимальных затратах финансовых и временных ресурсов.

В данной работе была достигнута цель магистерской диссертации – разработана имитационная модель системы обслуживания Научной библиотеки Сибирского Федерального Университета.

В первой главе данной работы показана эффективность применения имитационного моделирования для решения управленческих задач. Для последующей разработки имитационной модели системы обслуживания был выбран дискретно-событийный подход имитационного моделирования и программный продукт (система имитационного моделирования) – ExtendSim.

Во второй главе была представлена общая характеристика Научной библиотеки СФУ и рассмотрена ее система обслуживания. В качестве анализируемого бизнес-процесса был выбран процесс под названием «Обслуживание пользователей библиотеки».

В третьей главе проведено построение концептуальной модели и последующая разработка имитационной модели системы обслуживания Научной библиотеки СФУ. После разработки имитационной модели были проведены анализ и интерпретация результатов моделирования, а также оценка эффективности внедрения имитационной модели в систему управления бизнес-процессами Научной библиотеки СФУ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бусленко В.Н. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем / В.Н. Бусленко. – Москва : Наука, 1977. – 254 с.
2. Александровский Н.М. Адаптивные системы управления сложными технологическими процессами / Н.М. Александровский – М.: НРЕ, 1973. – 233 с.
3. Назин А.В., Позняк А.С. Адаптивный выбор вариантов / А.В. Назин, А.С. Позняк – М.: Наука, 1986. – 235 с.
4. Варфоломеев В.И. Алгоритмическое моделирование элементов экономических систем / В.И. Варфоломеев. – Москва : Финансы и статистика, 2000. – 134 с.
5. Дворкина М.Я. Библиотечное обслуживание / М.Я. Дворкина. – Москва: Издательство Московского государственного университета культуры и искусств, 2003. – 48 с.
6. Макарова Ф.В. Библиотечное обслуживание: характеристика системы / Ф. В. Макарова. – Якутск: Якутский государственный университет, 2007. – 34 с.
7. Прицкер А. Введение в имитационное моделирование / А. Прицкер – М.: Мир, 1987. – 167 с.
8. Хемди А. Введение в исследование операций / А. Хемди – М.: «Вильямс», 2007. – 185с.
9. Введение в моделирование [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://economy.mari.ru/test/lect2/lec1.html>.
10. Риордан, Дж. Вероятностные системы обслуживания / Дж. Риордан – М.: Связь, 1966. – 184 с.
11. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>.
12. Роберте Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным биологическим и экологическим задачам / Ф.С. Роберте – М.: Наука, 1986. – 178 с.

13. Бабина О.И. Имитационное моделирование процессов планирования на промышленном предприятии: монография / О.И. Бабина, Л.И. Мошкович – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 152 с.
14. Строгалев В.П. Имитационное моделирование / В.П. Строгалев – М.: МГТУ им. Баумана, 2008. – 189с.
15. Лоу А., Кельтон В. Имитационное моделирование [Simulation Modeling and Analysis] / А. Лоу – СПб.: Издательство: Питер, 2004. – 848 с.
16. Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: учебное пособие / Н.Н. Лычкина – Москва, 2005. – 164 с.
17. Томашевский В. Имитационное моделирование в среде GPSS / В. Томашевский, Е. Жданова; под общ. ред. В. Томашевский. – Москва: Бестселлер, 2003. – 416 с.
18. Максимей И. В. Имитационное моделирование на ЭВМ / И.В. Максимей – М.: Радио и связь, 1988. – 232 с.
19. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://economy.mari.ru/test/lect2/lec11.html>.
20. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука / Р. Шеннон – М., 1978. – 87 с.
21. Аристов С.А. Имитационное моделирование экономических систем: Учеб. Пособие / С.А. Аристов – Екатеринбург: Изд-во Урал.гос.экон.ун-та, 2004. – 123 с.
22. Имитационное моделирование инвестиционных рисков [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.cfin.ru/finanalysis/imitation_model.shtml.
23. Имитационное моделирование бизнес-процессов [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.consulting.ru/main/mgmt/texts/m2/022_spot3.htm
24. Емельянов А.А. Имитационное моделирование экономических процессов: Учебное пособие / А.А. Емельянов – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.

25. Гультаев А.К. Имитационное моделирование в среде Windos / А.К. Гультаев – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 400 с.
26. Емельянов А.А. Имитационное моделирование в управлении рисками / А.А. Емельянов – СПб.: Инжэкон, 2000. – 376 с.
27. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии / Ю.И. Рыжиков – М.: Альтекс-А, 2004. – 384 с.
28. Емельянов А.А. Имитационное моделирование в экономических информационных системах: учебное пособие / А.А. Емельянов – М.: МЭСИ, 1996. – 453 с.
29. Дубровин А.С. Имитационное моделирование случайных факторов: метод. указания к практическим занятиям по курсу «Имитационное моделирование экономических процессов» / А.С. Дубровин – Воронеж, 2005. – 32 с.
30. Афанасьев, М. Ю. Исследование операций в экономике: модели, задачи, решения : учеб. пособие / М. Ю. Афанасьев – М.: ИНФРА-М, 2003. – 444 с.
31. Могилев А.В. Информатика / А.В. Могилев – М.: АCADEMA, 1999. – 405 с.
32. Концептуальная модель современной библиотеки: социально-философский анализ [Рукопись] : диссертация на соискание ученой степени кандидата философских наук / И.П. Тикунова ; науч. руководитель М.Ю. Опенков; Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Помор. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова». – Архангельск : [б.и.], 2007. – 129 с.
33. Бахвалов Л.В. Компьютерное моделирование: долгий путь к сияющим вершинам / Л.В. Бахвалов. – М.: Компьютерра, 1997. – 134 с.
34. Самарский А.А. Математическое моделирование: Методы, описания и исследования сложных систем / А.А. Самарский – М.: Наука, 1989. – 128 с.
35. Нейлор, Т. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем / Т. Нейлор. – М. : Мир, 1975. – 153 с.
36. Марков А.А. Моделирование информационно-вычислительных процессов / А.А. Марков – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – 360 с.

37. Шрайбер Т.Дж. Моделирование на GPSS / Т.Дж. Шрайбер – М.: Машиностроение, 1980. – 592 с.
38. Маклаков С.В. Моделирование бизнес-процессов с Vpwin / С.В. Маклаков. – М.: Диалог Мифи, 2002. – 187 с.
39. Советов Б.Я. Моделирование систем: Учебник для ВУЗов / Б.Я. Советов – М.: Высшая школа, 2001. – 344 с.
40. Яковлев С.А. Моделирование систем. Практикум: Учеб. Пособие / С.А. Яковлев – М.: Высшая школа, 1999. – 224 с.
41. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем / Н.П. Бусленко – М.: Наука, 1978. – 252 с.
42. Армстронг Дж. Р. Моделирование цифровых систем / Дж.Р. Армстронг – М.: Мир, 1992. – 174 с.
43. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем / Н.П. Бусленко – М.: Наука, 1978. – 400 с.
44. Чавкин А.М. Методы и модели рационального управления в рыночной экономике / А.М. Чавкин – М.: Финансы и статистика, 2001. – 178 с.
45. Моделирование и симуляция логистических систем / Ю.И. Толуев, С.И. Планковский / – Курс лекций для высших технических учебных заведений. – Киев: «Миллениум», 2009. – 85 с.
46. Общая информация о Научной библиотеке СФУ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://bik.sfu-kras.ru/nb/o-biblioteke>.
47. Общая характеристика имитационного моделирования [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.az.ru/natlieb/common_char.htm.
48. Описание программного обеспечения Vpwin и методологии IDEF0 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=102>.
49. Горбунов А.Р. Парадигмы имитационного моделирования: новое в решении задач стратегического управления (объединенная логика имитационного моделирования) / А.Р. Горбунов // Бизнес-информатика. 2007. № 2 (2). С. 60-66.

50. Положение о Научной библиотеке СФУ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://bik.sfu-kras.ru/nb/polozhenie-o-nb-sfu>.
51. Правила пользования Научной библиотекой СФУ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://bik.sfu-kras.ru/nb/pravila-polzovaniya>.
52. Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных / А. Пирсол – М.: Мир, 1989. – 540 с.
53. Новиков, О. А. Прикладные вопросы теории массового обслуживания / О. А. Новиков – М.: Советское радио, 1969. – 400 с.
54. Емельянов А.А. Системы имитационного моделирования дискретных и дискретно-непрерывных процессов / А.А. Емельянов – Тверь: Мобильность, 1992. – 322 с.
55. Фомин, Г. П. Системы и модели массового обслуживания в коммерческой деятельности : учеб. пособие / Г. П. Фомин. – М. : Финансы и статистика, 2000. – 194 с.
56. Структура Научной библиотеки СФУ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://bik.sfu-kras.ru/nb/struktura>.
57. Емельянов А.А. Техника разработки и анализа управляемых программ / А.А. Емельянов – М.: Издательство «АтомИнформ», 1984. – 155 с.
58. Технологические этапы создания и использования моделей – Концептуальная модель [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://itteach.ru/statisticheskoe-modelirovanie/technologicheskie-etapi-sozdaniya-i-ispolzovaniya-modeley/kontseptualnaya-model>.
59. Липаев В.В. Эффективность методов организации вычислительного процесса АСУ / В.В. Липаев – М.: Финансы и статистика, 1975. – 133с.
60. Баранов Р.А. Разработка информационной системы обслуживания читателей библиотеки высшего учебного заведения / Р.А. Баранов – Красноярск: 2013. – 35 с.
61. Бусленко В.Н. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем / В.Н. Бусленко. – Москва : Наука, 1977. – 254 с.

62. Александровский Н.М. Адаптивные системы управления сложными технологическими процессами / Н.М. Александровский – М.: НРЕ, 1973. – 233 с.
63. Назин А.В., Позняк А.С. Адаптивный выбор вариантов / А.В. Назин, А.С. Позняк – М.: Наука, 1986. – 235 с.
64. Варфоломеев В.И. Алгоритмическое моделирование элементов экономических систем / В.И. Варфоломеев. – Москва : Финансы и статистика, 2000. – 134 с.
65. Дворкина М.Я. Библиотечное обслуживание / М.Я. Дворкина. – Москва: Издательство Московского государственного университета культуры и искусств, 2003. – 48 с.
66. Макарова Ф.В. Библиотечное обслуживание: характеристика системы / Ф. В. Макарова. – Якутск: Якутский государственный университет, 2007. – 34 с.
67. Прицкер А. Введение в имитационное моделирование / А. Прицкер – М.: Мир, 1987. – 167 с.
68. Хемди А. Введение в исследование операций / А. Хемди – М.: «Вильямс», 2007. – 185с.
69. Введение в моделирование [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://economy.mari.ru/test/lect2/lec1.html>.
70. Риордан, Дж. Вероятностные системы обслуживания / Дж. Риордан – М.: Связь, 1966. – 184 с.
71. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>.
72. Роберте Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным биологическим и экологическим задачам / Ф.С. Роберте – М.: Наука, 1986. – 178 с.
73. Бабина О.И. Имитационное моделирование процессов планирования на промышленном предприятии: монография / О.И. Бабина, Л.И. Мошкович – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 152 с.

74. Строгалев В.П. Имитационное моделирование / В.П. Строгалев – М.: МГТУ им. Баумана, 2008. – 189с.
75. Лоу А., Кельтон В. Имитационное моделирование [Simulation Modeling and Analysis] / А. Лоу – СПб.: Издательство:Питер, 2004. – 848 с.
76. Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: учебное пособие / Н.Н. Лычкина – Москва, 2005. – 164 с.
77. Томашевский В. Имитационное моделирование в среде GPSS / В. Томашевский, Е. Жданова; под общ. ред. В. Томашевский. – Москва: Бестселлер, 2003. – 416 с.
78. Максимей И. В. Имитационное моделирование на ЭВМ / И.В. Максимей – М.: Радио и связь, 1988. – 232 с.
79. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://economy.mari.ru/test/lect2/lec11.html>.
80. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука / Р. Шеннон – М., 1978. – 87 с.
81. Аристов С.А. Имитационное моделирование экономических систем: Учеб. Пособие / С.А. Аристов – Екатеринбург: Изд-во Урал.гос.экон.ун-та, 2004. – 123 с.
82. Имитационное моделирование инвестиционных рисков [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.cfin.ru/finanalysis/imitation_model.shtml.
83. Имитационное моделирование бизнес-процессов [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.consulting.ru/main/mgmt/texts/m2/022_spot3.htm
84. Емельянов А.А. Имитационное моделирование экономических процессов: Учебное пособие / А.А. Емельянов – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
85. Гультияев А.К. Имитационное моделирование в среде Windos / А.К. Гультияев – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 400 с.
86. Емельянов А.А. Имитационное моделирование в управлении рисками / А.А. Емельянов – СПб.: Инжэкон, 2000. – 376 с.

87. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии / Ю.И. Рыжиков – М.: Альтекс-А, 2004. – 384 с.
88. Емельянов А.А. Имитационное моделирование в экономических информационных системах: учебное пособие / А.А. Емельянов – М.: МЭСИ, 1996. – 453 с.
89. Дубровин А.С. Имитационное моделирование случайных факторов: метод. указания к практическим занятиям по курсу «Имитационное моделирование экономических процессов» / А.С. Дубровин – Воронеж, 2005. – 32 с.
90. Афанасьев, М. Ю. Исследование операций в экономике: модели, задачи, решения : учеб. пособие / М. Ю. Афанасьев – М.: ИНФРА-М, 2003. – 444 с.
91. Могилев А.В. Информатика / А.В. Могилев – М.: АCADEMA, 1999. – 405 с.
92. Концептуальная модель современной библиотеки: социально-философский анализ [Рукопись] : диссертация на соискание ученой степени кандидата философских наук / И.П. Тикунова ; науч. руководитель М.Ю. Опенков; Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Помор. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова». – Архангельск : [б.и.], 2007. – 129 с.
93. Бахвалов Л.В. Компьютерное моделирование: долгий путь к сияющим вершинам / Л.В. Бахвалов. – М.: Компьютерра, 1997. – 134 с.
94. Самарский А.А. Математическое моделирование: Методы, описания и исследования сложных систем / А.А. Самарский – М.: Наука, 1989. – 128 с.
95. Нейлор, Т. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем / Т. Нейлор. – М. : Мир, 1975. – 153 с.
96. Марков А.А. Моделирование информационно-вычислительных процессов / А.А. Марков – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – 360 с.
97. Шрайбер Т.Дж. Моделирование на GPSS / Т.Дж. Шрайбер – М.: Машиностроение, 1980. – 592 с.
98. Маклаков С.В. Моделирование бизнес-процессов с Vpwin / С.В. Маклаков. – М.: Диалог Мифи, 2002. – 187 с.

99. Советов Б.Я. Моделирование систем: Учебник для ВУЗов / Б.Я. Советов – М.: Высшая школа, 2001. – 344 с.
100. Яковлев С.А. Моделирование систем. Практикум: Учеб. Пособие / С.А. Яковлев – М.: Высшая школа, 1999. – 224 с.
101. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем / Н.П. Бусленко – М.: Наука, 1978. – 252 с.
102. Армстронг Дж. Р. Моделирование цифровых систем / Дж.Р. Армстронг – М.: Мир, 1992. – 174 с.
103. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем / Н.П. Бусленко – М.: Наука, 1978. – 400 с.
104. Чавкин А.М. Методы и модели рационального управления в рыночной экономике / А.М. Чавкин – М.: Финансы и статистика, 2001. – 178 с.
105. Моделирование и симуляция логистических систем / Ю.И. Толуев, С.И. Планковский / – Курс лекций для высших технических учебных заведений. – Киев: «Миллениум», 2009. – 85 с.
106. Общая информация о Научной библиотеке СФУ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://bik.sfu-kras.ru/nb/o-biblioteke>.
107. Общая характеристика имитационного моделирования [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.az.ru/natlieb/common_char.htm.
108. Описание программного обеспечения ВРwin и методологии IDEF0 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=102>.
109. Горбунов А.Р. Парадигмы имитационного моделирования: новое в решении задач стратегического управления (объединенная логика имитационного моделирования) / А.Р. Горбунов // Бизнес-информатика. 2007. № 2 (2). С. 60-66.
110. Положение о Научной библиотеке СФУ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://bik.sfu-kras.ru/nb/polozhenie-o-nb-sfu>.
111. Правила пользования Научной библиотекой СФУ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://bik.sfu-kras.ru/nb/pravila-polzovaniya>.

112. Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных / А. Пирсол – М.: Мир, 1989. – 540 с.
113. Новиков, О. А. Прикладные вопросы теории массового обслуживания / О. А. Новиков – М.: Советское радио, 1969. – 400 с.
114. Емельянов А.А. Системы имитационного моделирования дискретных и дискретно-непрерывных процессов / А.А. Емельянов – Тверь: Мобильность, 1992. – 322 с.
115. Фомин, Г. П. Системы и модели массового обслуживания в коммерческой деятельности : учеб. пособие / Г. П. Фомин. – М. : Финансы и статистика, 2000. – 194 с.
116. Структура Научной библиотеки СФУ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://bik.sfu-kras.ru/nb/struktura>.
117. Емельянов А.А. Техника разработки и анализа управляемых программ / А.А. Емельянов – М.: Издательство «АтомИнформ», 1984. – 155 с.
118. Технологические этапы создания и использования моделей – Концептуальная модель [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://itteach.ru/statisticheskoe-modelirovanie/technologicheskie-etapi-sozdaniya-i-ispolzovaniya-modeley/kontseptualnaya-model>.
119. Липаев В.В. Эффективность методов организации вычислительного процесса АСУ / В.В. Липаев – М.: Финансы и статистика, 1975. – 133с.
120. Баранов Р.А. Разработка информационной системы обслуживания читателей библиотеки высшего учебного заведения / Р.А. Баранов – Красноярск: 2013. – 35 с.