

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЧИТИНСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Байкальский государственный университет»

КАФЕДРА ИНФОРМАТИКИ И МАТЕМАТИКИ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Методические указания по выполнению курсовой работы
для бакалавров направления подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика»
профиль подготовки «Информационные системы и технологии в управлении»
3 курса очной формы обучения

Чита, 2016

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ; методические указания по выполнению курсовой работы для обучающихся по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика». Профиль подготовки «Информационные системы и технологии в управлении».

Составитель: к.ф.-м.н. ведущий доцент кафедры информатики и математики

Фалейчик А.А. 

Методические рекомендации утверждены и
рекомендованы к печати кафедрой информатики
и математики

Протокол № 1 от «14» 09 _____ 2016 г.

Печатается по решению учебно-методической комиссии Читинского института
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Байкальский государственный университет»

Протокол № 1 от «23» 09 _____ 2016 г.

Оглавление

Общие положения	4
Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	4
Требования к оформлению текста работы	6
Подготовка курсовой работы к защите	7
Защита курсовых работ	8
Оценка курсовой работы.....	8
Тематика курсовых проектов по дисциплине «Математическое и имитационное моделирование»	9
(Варианты тем и задания)	9
1. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТС С ОТКАЗАМИ.....	9
2. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ БАНКА С ОДНИМ КАССИРОМ.....	10
3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТОВОГО МАГАЗИНА.....	11
4. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ АЗС	12
Приложение 1.....	14
Приложение 2.....	15

Общие положения

Целью выполнения курсовой работы по дисциплине «Математическое и имитационное моделирование» является освоение методологии имитационного моделирования и овладение практикой его применения для решения сложных задач, включающих экологические, социальные, экономические и другие объекты исследования.

От объема работы во многом зависит, чему научится обучающийся: а) созданию моделирующих программ (в этом случае необходимо уделять большее внимание языкам моделирования); б) грамотному формулированию целей и задач исследования, созданию концептуальной модели, планированию экспериментов и обработке их результатов, интерпретации результатов исследования (прилагаемая рабочая программа в большей степени ориентирована на эти аспекты обучения).

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций (пометкой «частично» отмечается, если компетенция в рамках данной дисциплины формируется не в полном объеме).

Компетентностная карта дисциплины

Код компетенции	Компетенция
ОПК-2 (частично)	Способен анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
ПК-1 (частично)	Способен проводить обследование организаций, выявлять информационные потребности пользователей, формировать требования к информационной системе
ПК-21	способностью проводить оценку экономических затрат и рисков при создании ИС
ПК-23 (частично)	способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач

Ключевыми компетенциями, формируемыми в процессе изучения дисциплины являются ОПК-2, ПК-23

Уровневое описание признаков компетенции ОПК-2:

Уровень освоения	Признаки проявления
Продвинутый (91 – 100 баллов)	Стремление к знаниям и разносторонности, умение размышлять над различными вопросами (гибкость ума), способность к восприятию различных, а часто новых, необычных идей в различных областях знаний, умение сравнивать закономерности своей области знания с другими областями, что способствует глубокому их пониманию и переносу знаний и умений из одной области в другую. Имеет отличительные знания по предмету
Базовый (71 – 90 баллов)	Имеет хорошее предметные знания. Способен работать с учебной литературой по математике. Умеет решать типовые задачи по математике, способен к анализу и синтезу. Способен к переводу словесно сформулированных условий задачи на язык алгебраических уравнений

Уровень освоения	Признаки проявления
Минимальный (41 – 70 баллов)	Имеет представление об основных математических понятиях. Не способен к обобщению полученных знаний, не способен к переводу словесно сформулированных условий задачи на язык алгебраических уравнений

Уровневое описание признаков компетенции ПК-23:

Уровень освоения	Признаки проявления
Продвинутый (91 – 100 баллов)	Способен использовать мощный математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности; интерпретировать профессиональный смысл полученного математического результата; способен приобретать новые математические знания, используя современные образовательные и информационные технологии; способен использовать в познавательной и будущей профессиональной деятельности базовые знания в области математики
Базовый (71 – 90 баллов)	Знает основные математические инструменты для решения типовых профессиональных задач; умеет использовать математический язык и математическую символику для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности
Минимальный (41 – 70 баллов)	Имеет представление о математических инструментах, необходимых для решения типовых профессиональных задач и интерпретации полученного математического результата

1. Выбор темы курсовой работы

Курсовая работа разрабатывается на основе задания (Приложение 1) группой обучающихся из 2-3 человек, полученного у преподавателя. Группа может предложить свою формулировку темы, но она обязательно должна быть согласована и одобрена преподавателем.

2. Подготовка курсовой работы

При выполнении курсовой работы обучающемуся предлагается:

- провести исследование предметной области (объекта исследования);
- на основе анализа предметной области выбрать подход к созданию ИС и осуществить постановку задачи.
- Оформить техническое задание;
- При выполнении задания по курсовой работе можно воспользоваться разделами лабораторных работ, изучаемых в данной дисциплине.
- Реализовать интерфейс работы в какой-ли среде разработки Anylogic.

3. Структура курсовой работы

Внутренняя структура работы должна состоять из введения, разработки модели информационной системы на различных уровнях представления, заключения, списка использованной литературы и приложений. Материал в курсовой работе должен располагаться в следующей последовательности:

- 1) титульный лист;
- 2) содержание;
- 3) введение;
- 4) теоретическая часть;

- 5) практическая часть;
- 6) заключение;
- 7) список использованной литературы;
- 8) приложения.

4. Основные требования к содержанию структурных элементов

Во введении необходимо: обосновать актуальность темы курсовой работы; сформулировать цель работы и поставить задачи, которые необходимо решить для ее достижения ее, кратко представить содержание работы.

Здесь же оговаривается объект исследования и аннотация по главам. Введение не должно раскрывать темы курсовой работы, так как оно не является содержательной частью работы. Не следует во введении приводить определение, понятие, состав, роль анализируемых категорий и т.д. Разработку модели информационной системы на различных уровнях представления необходимо начать с постановки задачи курсовой работы.

Полная формулировка задания обязательна.

При этом необходимо:

1. Описать предметную область (описание должно быть кратким, но оно должно обязательно содержать характеристику задачи, описание входной и выходной информации). Очень важно определить рамки системы и перечень выполняемых ею функций. Целью подобного исследования является выделение значимых функций для разрабатываемой ИС, их согласование, описание в терминах понятных как разработчику, так и будущему пользователю. Приложения могут быть размещены в тексте. На этом этапе важно понять смысловое значение данных, обрабатываемых в системе, отделить ключевые понятия предметной области от маловажных и вообще несущественных для рассматриваемого случая.
2. Составить глоссарий курсовой работы, т.е. определить термины и их значения. Дать описание дополнительных спецификаций.
3. Создать экспертную систему, нейронную сеть либо систему, работающую на принципах нечеткого вывода.
4. Привести результаты реализации работы. Указать оценку индивидуального вклада каждого участника группы в разработку курсовой работы.
5. Обязательно сделать ссылки на литературные источники, материал которых использовался!
6. Заключение завершает изложение курсовой работы. В них резюмируются итоги выполненной работы в виде обобщения самых существенных результатов. Выводы должны отражать только содержание работы, быть краткими, ясно и четко сформулированными.
7. Список использованной литературы должен включать в себя не менее 5 источников, оформленных в соответствии с общепринятыми правилами оформления библиографического аппарата.
8. В приложениях следует прилагать громоздкие или малоинформативные таблицы, схемы и рисунки.

Требования к оформлению текста работы

Текст курсовой работы печатается на компьютере на одной стороне стандартного листа формата А4 белой писчей бумаги. Объем работы установлен в пределах 30-40 страниц машинописного текста (без учета списка литературы и приложений).

Общепринятым является следующее расположение текста на странице: размер левого поля – 30 мм, правого – 20 мм, верхнего и нижнего – 25 мм. На одной странице – 29 строк, в строке 60 символов. Текст и другие отпечатанные и вписанные элементы работы

должны быть черными, контуры букв и знаков – четкими, без ореолов и затенения, шрифт Times New Roman – 14, интервал – 1,5. Названия разделов и параграфов выделяются полужирным шрифтом. Каждая глава начинается с нового листа (страницы), а параграфы продолжают на той же странице, отступив от названия главы или текста предыдущего параграфа на 20 мм. Подзаголовки в параграфе не допускаются. Нумерация страниц текста проставляется в правом верхнем углу листа. Проставлять номер страницы необходимо с первой страницы введения, на которой ставится номер «3». После этого нумеруются все страницы, включая приложения.

Все иллюстрации (схемы, графики, диаграммы) обозначаются словом «Рисунок». Рисунки нумеруются арабскими цифрами, начиная с первого. Название дается под рисунком в центре с номером рисунка и выделяется жирным шрифтом. Рисунки могут быть выполнены в цветном виде. Во всех рисунках должны быть проставлены единицы измерения.

Помещенный в курсовой работе цифровой материал рекомендуется оформлять в виде таблиц. Слово «Таблица» печатается вверху справа от текста. Таблицы нумеруются арабскими цифрами, причем также как и у рисунков, нумерация таблиц должна быть сквозной (например: Таблица 1; Таблица 2). Каждая таблица должна иметь название, которое помещается над соответствующей таблицей. Названия таблиц следует выделять полужирным шрифтом. Цифровые данные в таблицах пишутся строго по классам и разрядам чисел (единицы под единицами, десятки под десятками и т.д.). Если таблица целиком заимствована из одного источника или составлена по нескольким источникам, то под таблицей следует ссылка на источник. Авторство не указывается, если таблица составлена исполнителем курсовой работы на основе первичных материалов. В таблицах можно использовать одинарный интервал, а размер шрифта сократить до 10-12. Во всех таблицах должны быть проставлены единицы измерения. При переносе таблицы на следующую страницу курсовой работы над ней размещают слова «Продолжение таблицы» с указанием ее номера. При этом, пронумеровав графы в начале таблицы, повторяют их нумерацию на следующей странице. Заголовок таблицы при ее переносе не повторяют. Если размер таблицы превышает одну страницу, то она выносится в приложения.

Пояснение символов, коэффициентов рекомендуется приводить непосредственно под формулой в той последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа и коэффициента приводится с новой строки. Первую строку пояснения начинают со слова «где» без двоеточия. Формулы должны нумероваться арабскими цифрами. Номер формулы заключают в круглые скобки и помещают на правом поле на уровне нижней строки формулы, к которой он относится.

В работе должны быть ссылки на первоисточники. Ссылки приводятся в квадратных скобках после упоминания о них или в конце цитаты. После указания конкретных цифровых данных или цитат в ссылке указываются страницы, на которых помещается использованный материал, и номер источника в списке литературы. Например, [9, С.52], т.е. источник номер 9 в списке использованной литературы, страница 52.

Подготовка курсовой работы к защите

Оформленная курсовая работа представляется обучающимся преподавателю в распечатанном (листы в файлы не вкладывать!) и в электронном виде для просмотра не позднее двух недель до начала сессии.

Получив через некоторое время обратно свою работу с отзывом преподавателя, обучающиеся очного отделения начинают готовиться к ее защите, то есть демонстрации знаний темы, умения отстаивать изложенный материал, аргументировать свои выводы и предложения.

Отзыв содержит предварительную оценку, которая может измениться в ту или иную сторону в зависимости от результатов защиты курсовой. При работе с отзывом

обучающийся особое внимание должен уделить анализу отмеченных недостатков, методическим советам преподавателя по их устранению, обратив внимание и на постраничные замечания преподавателя.

При неудовлетворительной оценке курсовая работа не засчитывается, обучающиеся должны полностью переработать ее по выбранной теме.

Защита курсовых работ

На защиту курсовой работы отводится до 20 минут. Во время защиты курсовой работы обучающиеся должны кратко сформулировать цель работы, изложить содержание, акцентируя внимание на наиболее важных и интересных с его точки зрения решениях, в первую очередь, принятых обучающимся самостоятельно. При выступлении должна быть использована демонстрация основных результатов работы (презентация, подход к моделированию, комплексное использование различных моделей искусственного интеллекта, основные моменты реализации работы и т.д.). Все материалы копируются на компьютер за час до начала защиты.

При определении итоговой оценки по защите курсовой работы учитываются: доклад обучающихся по каждому разделу курсовой работы; ответы на вопросы; оценка преподавателя. Обучающиеся, выполнившие курсовую работу, но получившие при защите неудовлетворительную оценку, имеют право на повторную защиту. При неудовлетворительной оценке работы преподаватель устанавливает, может ли обучающийся представить к повторной защите ту же работу с необходимой доработкой или должен разработать новую тему.

Оценка курсовой работы

Критерии оценки курсовой работы:

- степень усвоения обучающимся понятий и категорий по теме исследования;
- умение работать с документальными и литературными источниками;
- умение формулировать основные выводы по результатам анализа конкретного материала;
- грамотность и стиль изложения;
- самостоятельность работы, оригинальность в осмыслении материала;
- правильность и аккуратность оформления;
- соответствие оформления курсовой работы установленным требованиям.

Критерии, при наличии хотя бы одного из которых работа оценивается

только на «неудовлетворительно»

- содержание работы не относится к предмету дисциплины;
- работа перепечатана из Интернета, CD-ROM или других носителей информации;
- неструктурированный план курсовой работы;
- объем работы менее 15 листов машинописного текста;
- в работе отсутствуют ссылки и сноски на нормативные и другие источники;
- в работе отсутствует приложение (копии документов, логические схемы, таблицы, иллюстрации и т.д.);
- Оформление курсовой работы не соответствует требованиям (отсутствует нумерация страниц, неверное или неполное оформление библиографии и т.д.).

При оценке письменных курсовых работ преподаватель обращает также внимание на следующие распространенные ошибки в работах обучающихся:

- отсутствие четкости в определении основного содержания курсовой работы, убедительных доказательств, обоснований, выводов и рекомендаций;
- нарушение последовательности изложения, частые повторения, нечеткие формулировки, оговорки, грамматические ошибки;
- излагаемые по тексту примеры не подкреплены смысловым содержанием, размышлениями автора;
- курсовая работа представляет собой пересказ литературных источников, набор цитат, фраз.

Тематика курсовых проектов по дисциплине «Математическое и имитационное моделирование»

(Варианты тем и задания)

Обозначения для законов распределения: W - Вейбулла; LN - логарифмический нормальный; UN - усеченный нормальный; UP - усеченный показательный; G – гамма; B - бета; BS - Бирнбаума-Саундерса; U – U -распределение; R - равномерный; P - показательный.

Значения параметров законов распределения выбрать самим, но они должны обеспечить практически интересный результат. Алгоритмы моделирования СВ взять из первой лабораторной работы.

При оформлении курсовой работы на титульном листе необходимо указать тему работы и номер варианта. На следующем листе необходимо изложить задание и исходные данные.

1. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТС С ОТКАЗАМИ

Описание системы

Технологическая система (ТС) рассматривается как одноканальная СМО $A/B/1/m$. Заявки, поступающие на обслуживание, попадают в накопитель, вмещающий m заявок, а затем по дисциплине FIFO они обслуживаются.

Входной поток описывается законом $F_a(t)$.

Обслуживание осуществляется в две фазы:

- а) подготовка (наладка) ТС к обслуживанию: $t_n \rightarrow F_n(t)$;
- б) обслуживание: $t_o \rightarrow F_o(t)$.

В конце обслуживания с вероятностью p может произойти отказ ТС, после чего она восстанавливается в течение времени t_b : $t_b \rightarrow F_b(t)$.

Задание:

1. Создать моделирующую программу и убедиться в её достоверности.
2. Получить статистические данные по времени нахождения заявок в очереди, построить гистограмму относительных частот и оценить числовые характеристики (найти точечные и интервальные оценки). Убедиться, что время моделирования обеспечивает практически необходимую точность.
3. Оценить среднюю загрузку ТС (суммарное время наладки и обслуживания отнесенное ко времени моделирования).
4. Проверить гипотезу об однородности результатов имитационного моделирования по критерию Краскела-Уоллеса (по времени нахождения заявки в системе). Число групп $k=8$.

5. Проверить чувствительность функционирования ТС к законам распределения при условии, что у каждого фактора математические ожидания совпадают. Например, фактор – время обслуживания: (+) - UN; (-)

- В. Параметры законов UN и B надо выбрать так, чтобы $\bar{t}_{UN} = \bar{t}_B$.

Проверку чувствительности провести по плану 2^{4-1} , репликация равна двум (проверить гипотезу об однородности дисперсий). В качестве показателя эффективности используется время нахождения заявки в системе.

Варианты:

а) Основной:

№	F _a (t)	F _n (t)	F _o (t)	F _b (t)	m	p
1.1	W	UN	UP	B	4	0,2
1.2	BS	U	LN	UN	5	0,1
1.3	G	W	U	UP	6	0,3
1.4	UN	UP	W	BS	3	0,2

б) для пункта 5:

№	Уровни	F _a (t)	F _n (t)	F _o (t)	F _b (t)
1.1	+	W	UN	UP	B
	-	UN	UP	B	W
1.2	+	BS	U	LN	UN
	-	UN	LN	BS	U
1.3	+	G	W	U	UP
	-	UP	G	W	U
1.4	+	UN	UP	W	BS
	-	UP	UN	BS	W

в) Для первого варианта используется алгоритм моделирования СМО, а для второго варианта - событийный подход. Для третьего и четвертого вариантов подход моделирования выбирает преподаватель;

г) Число вариантов может быть увеличено за счет системы программирования.

2. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ БАНКА С ОДНИМ КАССИРОМ

Описание системы

Работа банка с одним кассиром рассматривается как СМО A/B/1/∞. Входной поток описывается законом F_a(t), а время обслуживания F_b(t).

С вероятностью p после m обслуживаний (m – дискретная СВ) кассир может заболеть на время t_o: t_o → F_o(t).

Задание:

1. Создать моделирующую программу и убедиться в её достоверности.
2. Получить статистические данные по времени нахождения клиента в банке, построить гистограмму относительных частот и оценить числовые характеристики (найти точечные и интервальные оценки). Убедиться, что время моделирования обеспечивает практически необходимую точность.
3. Оценить среднюю загрузку кассира (суммарное время обслуживания отнесенное ко времени моделирования).
4. Оценить вероятность попадания клиента в очередь. Найти доверительный интервал для этой вероятности.

5. Оценить числовые характеристики для времени нахождения клиента в очереди (учитываются лишь те заявки, которые попадают в очередь). Для математического ожидания найти доверительный интервал.

6. Проверить гипотезу об однородности результатов имитационного моделирования по критерию Краскела-Уоллеса (по времени нахождения заявки в очереди). Число групп $k=10$.

7. Найти регрессионную зависимость:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 z_1 + b_2 z_2 + b_3 z_3,$$

где \hat{y} - среднее время нахождения клиента в банке;

z_1, z_2, z_3 - математические ожидания времени между клиентами во входном потоке, времени обслуживания, времени болезни.

Использовать план 2^3 , репликация равна двум (проверить гипотезу об однородности дисперсий).

8. Проверить значимость коэффициентов уравнения регрессии и его адекватность.

Варианты:

№	$F_a(t)$	$F_b(t)$	$F_o(t)$	p
2.1	BS	UN	W	0,2
2.2	UP	U	LN	0,1
2.3	B	G	UN	0,2
2.4	UN	BS	UP	0,3

Для первого варианта используется алгоритм моделирования СМО, а для второго варианта - событийный подход. Для третьего и четвертого вариантов подход моделирования выбирает преподаватель. Исходные данные для моделирования СВ m для всех вариантов одинаковые:

m	4	5	6	7
q	0,2	0,3	0,3	0,2

3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТОВОГО МАГАЗИНА

Описание системы

Моделируется работа оптового магазина со следующим процессом функционирования. Клиенты поступают в магазин через интервал $t, t \rightarrow F_a(t)$. Далее в течение времени t_0 они (клиенты) готовят заказ: $t_0 \rightarrow F_o(t)$. Клиентов обслуживает n продавцов, обслуживание 3-х фазное:

- подготовительное время (t_n), $t_n \rightarrow F_n(t)$;
- время подбора товаров по заявке (t_p) (зависит от размера заказа);
- время выдачи заказа (t_b), $t_b \rightarrow F_b(t)$.

Размер заказа m является дискретной СВ, $t_p = m \cdot t_1, t_1 \rightarrow F_1(t)$.

Задание:

1. Создать моделирующую программу и убедиться в её достоверности.
2. Получить статистические данные по времени нахождения клиента в магазине, построить гистограмму относительных частот и оценить числовые характеристики (найти точечные и интервальные оценки). Убедиться, что время моделирования обеспечивает практически необходимую точность.
3. Оценить вероятность попадания клиента в очередь. Найти доверительный интервал для этой вероятности.

4. Оценить среднюю загрузку продавцов (суммарное время обслуживания с учетом его трехфазности ко времени моделирования).

5. Проверить гипотезу об однородности результатов имитационного моделирования по критерию Краскела-Уоллеса (по времени нахождения клиента в магазине). Число групп $k=7$.

6. Проверить чувствительность функционирования магазина к законам распределения при условии, что у каждого фактора математические ожидания совпадают. Проверить чувствительность функционирования ТС к законам распределения при условии, что у каждого фактора математические ожидания совпадают. Например, фактор – время обслуживания: (+) - UN; (-)

- В. Параметры законов UN и В надо выбрать так, чтобы $\bar{t}_{UN} = \bar{t}_B$.

Проверку чувствительности провести по плану 2^3 , репликация равна двум (проверить гипотезу об однородности дисперсий). В качестве показателя эффективности использовать время нахождения клиента в магазине.

Варианты:

а) Основной:

m	2	3	4	5
q	0,3	0,3	0,2	0,2

№	$F_a(t)$	$F_o(t)$	$F_n(t)$	$F_1(t)$	$F_b(t)$	n
3.1	UN	W	R	LN	p	3
3.2	W	G	R	U	p	4
3.3	UP	B	R	UN	p	3
3.4	U	LN	R	BS	p	4

б) для пункта 6:

№	Уровни	$F_a(t)$	$F_o(t)$	$F_1(t)$
3.1	+	UN	W	LN
	-	LN	UN	W
3.2	+	W	G	U
	-	U	W	G
3.3	+	UP	B	UN
	-	UN	UP	B
3.4	+	U	LN	BS
	-	BS	U	LN

в) Для первого варианта используется алгоритм моделирования СМО, а для второго варианта - событийный подход. Для третьего и четвертого вариантов подход моделирования выбирает преподаватель.

4. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ АЗС

Описание системы

На автозаправочной станции (АЗС) имеется n бензоколонок (БК). Перед каждой БК имеется полоса для автомашин. Автомобили прибывают через интервал t , $t \rightarrow F_a(t)$. Технология выбора БК следующая:

- 1) по минимальной очереди;
- 2) при одинаковой очереди по минимальному номеру;

3) если все места заняты, то автомобиль покидает АЗС (число мест на полосах одинаково и равно трем).

Обслуживание занимает время τ , $\tau \rightarrow F_b(t)$.

Задание:

1. Создать моделирующую программу и убедиться в её достоверности.
2. Получить статистические данные по времени нахождения автомобиля в очереди (учитывать лишь те заявки, которые попадают в очередь), построить гистограмму относительных частот и оценить числовые характеристики (найти точечные и интервальные оценки). Убедиться, что время моделирования обеспечивает практически необходимую точность.
3. Оценить среднюю загрузку БК (суммарное время обслуживания ко времени моделирования).
4. Оценить вероятность отказа в обслуживании автомобиля (найти точечную и интервальную оценки).
5. Проверить гипотезу об однородности результатов имитационного моделирования по критерию Краскела-Уоллеса (по времени нахождения автомобиля в очереди). Число групп $k=9$.
6. Проверить чувствительность функционирования АЗС к закону распределения $F_a(t)$ при условии, что математические ожидания у них совпадают.

Репликация равна трём (проверить гипотезу об однородности дисперсий). В качестве показателя эффективности использовать время нахождения автомобиля на АЗС.

Варианты:

а) Основной:

№	$F_a(t)$	$F_b(t)$	n
4.1	UN	G	4
4.2	U	B	5
4.3	UP	W	6
4.4	W	LN	8

б) для пункта 6:

№	$F_a(t)$			
	1	2	3	4
4.1	UN	W	B	LN
4.2	U	G	W	UN
4.3	UP	UN	G	U
4.4	W	U	B	UN

в) Для первого варианта используется алгоритм моделирования СМО, а для второго варианта - событийный подход. Для третьего и четвертого вариантов подход моделирования выбирает преподаватель.

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЧИТИНСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Байкальский государственный университет»

Кафедра информатики и математики

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

«ТЕМА»

Выполнил: студент 3 курса группы
ИСТУ-13 Иванов И.И.

Проверил: к.ф-м.н. ведущий доцент
Фалейчик А.А.

Чита, 2016

Приложение 2

Образец оформления списка литературы

Список литературы.

1. Предметно-ориентированные экономические информационные системы: учебник / под ред. В.П. Божко, А.В. Хорошилова. – М: Финансы и статистика, 2007. С.11-34.
2. Табата, М. Математическая экономика на персональном компьютере: М. Табата, С. Табата, Ю. Хасэбэ. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 304 с.
3. Валеев, С. Г. Оптимизация математических моделей обработки данных и информационные технологии // Вестник Ульяновского гос.техн.ун-та. Юбил.вып. – Ульяновск, УлГТУ, 2007. С. 119-129.