Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Силин Яков Петрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 10.06.2026 15:41:59
Уникальный программный ключ:
24f866be2aca16484036a8cbb3c509a9531e605f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

Одобрена
на заседании кафедры
09.12.2025 г.
протокол № 12
И.о. зав. кафедрой Кольева Н.С.

Утверждена
Советом по учебно-методическим вопросам и качеству образования
16 декабря 2025 г.
протокол № 4
Председатель _____ Карх Д.А.
(подпись)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины	Имитационное моделирование экономических процессов
Направление подготовки	09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Профиль	Программное обеспечение автоматизированных систем
Форма обучения	очно-заочная
Год набора	2026

Разработана:
Доцент, к.э.н.
Кольева Н.С.

Екатеринбург
2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	**3**
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	**3**
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	**3**
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ	**3**
4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОПОП	**3**
5. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН	**5**
6. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ШКАЛЫ ОЦЕНИВАНИЯ	**5**
7. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	**7**
8. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	**11**
9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ,НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	**11**
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ОНЛАЙН КУРСОВ,ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГОПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	**12**
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПОДИСЦИПЛИНЕ	**13**

ВВЕДЕНИЕ

Рабочая программа дисциплины является частью основной профессиональнойобразовательной программы высшего образования - программы бакалавриата, разработанной всоответствии с ФГОС ВО

ФГОС ВО	Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования-бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика ивычислительная техника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 929)

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины "Имитационное моделирование экономических процессов"является расширение представления студентов о моделировании как методе научного познания,приобретение навыков проектной деятельности в области исследования экономических

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Промежуточнаяаттестация	Часов					З.е.
	Всего засеместр	Контактная работа .(поуч.зан.)			Самостоятельная работа в том числеподготовкаконтрольных икурсовых	
		Всего	Лекции	Лабораторные		
Семестр 6						
Экзамен, Контрольнаяработа	180	16	8	8	155	5

4.ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОПОП

В результате освоения ОПОП у выпускника должны быть сформированы компетенции,установленные в соответствии ФГОС ВО.

Шифр и наименованиекомпетенции	Индикаторы достижения компетенций
организационно-управленческий	
ПК-4 Анализ иформализация требований кинформационным ресурсам	ИД-1.ПК-4 Знать: Сетевые протоколы и основы web-технологий;Устройство и функционирование современных информационныхресурсов; Современные стандарты взаимодействия компонентовраспределенных приложений; Программные средства и платформы дляразработки web-ресурсов; Методики описания и моделированияпроцессов, средства моделирования процессов; Отраслеваянормативная техническая документация; Основы теории системногоанализа и построения диаграмм взаимодействия; Правила деловойпереписки

ПК-4 Анализ иформализация требований кинформационным ресурсам	ИД-2.ПК-4 Уметь: Производить анализ исполнения требований;Вырабатывать варианты реализации требований; Производить оценкуи обоснование рекомендуемых решений; Применять методы и приемыформализации задач; Использовать программные продукты дляграфического отображения алгоритмов; Осуществлять коммуникации сзаинтересованными сторонами
	ИД-3.ПК-4 Иметь практический опыт: проведения интервьюированиязаказчика в соответствии с готовой методологией; Составленияформализованных описаний решений поставленных задач всоответствии с требованиями принятых в организации нормативныхдокументов; Разработки алгоритмов решения поставленных задач всоответствии с требованиями принятых в организации нормативныхдокументов; Согласование требований к ИР с заинтересованнымисторонами; Оценка времени и трудоемкости реализации требований кИР
ПК-8 Организация работ пообеспечению безопаснойработы ИР	ИД-1.ПК-8 Знать: Сущность и понятие информационной безопасности,основные характеристики ее составляющих; Источники угрозинформационной безопасности и меры по их предотвращению;Современные программно-технические средства и способыобеспечения безопасности ИР; Принципы работы коммуникационногооборудования; Основы информационной безопасности web-ресурсов;Английский язык на уровне чтения технической документации вобласти информационных и компьютерных технологий
	ИД-2.ПК-8 Уметь: Устанавливать и настраивать программноеобеспечение защиты информации; Анализировать сообщенияжурналов событий; Выполнять регламентные процедуры порезервированию данных; Документировать регламентные процедуры;Производить настройку параметров web-сервера; Разрабатыватьрегламентные документы; Идентифицировать инциденты нарушениябезопасной работы и принимать решение по изменению регламентныхпроцедур; Пользоваться нормативно-технической документацией вобласти программного обеспечения
	ИД-3.ПК-8 Иметь практический опыт: администрирования иэксплуатация аппаратно-программных средств защиты информации вИР; Подготовки проекта организационных и технических мероприятийпо комплексной защите ИР; Выполнения работ по организациифункционирования систем защиты информации
ПК-9 Организация работ поинтеграционномутестированию ИР свнешними сервисами иучетными системами	ИД-1.ПК-9 Знать: Предметная область для составления тест-планов;Основы управления изменениями; Архитектура, устройство и принципфункционирования вычислительных систем; Принципы работыкоммуникационного оборудования; Сетевые протоколы и основы web-технологий; Основы современных систем управления базами данных;Устройство и функционирование современных информационныхресурсов; Теория баз данных; Системы хранения и анализа баз данных;Основы программирования;

ПК-9 Организация работ поинтеграционномутестированию ИР свнешними сервисами иучетными системами	ИД-2.ПК-9 Уметь: Тестировать ИР с использованием тест-планов;Работать с инструментами подготовки тестовых данных;Интерпретировать бизнес-требования заказчика для составлениятестовых сценариев; Устанавливать требования к результатамтестирования; Самостоятельно работать с информацией; Работать вкоманде с другими специалистами по тестированию и разработчиками;Разрабатывать регламентные документы
	ИД-3.ПК-9 Иметь практический опыт: формирования и утверждениястратегии тестирования; Разработки стратегии тестирования иуправление процессом тестирования; Мониторинга работ иинформирование о ходе работ заинтересованных лиц

5. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Тема	Часов						
	Наименование темы	Всего часов	Контактная работа .(по уч.зан.)			Самост.работа	Контрольсамостоятельной работы
			Лекции	Лабораторные	Практическиезанятия		
Семестр 6		17					
Тема 1.	Технология и методы имитационногомоделирования	22	2	2		18	
Тема 2.	Моделирование дискретных событий иповедения	22	1	1		20	
Тема 3.	Имитационное моделирование системмассового обслуживания	27	1	1		25	
Тема 4.	Моделирование динамики социально-экономических	26	1	1		24	
Тема 5.	Агентное моделирование экономическихпроцессов (ПК-9)	14	1	1		12	
Тема 6.	Имитационное моделированиепроизводственног	12	1	1		10	
Тема 7.	Имитационное моделированиелогистических	48	1	1		46	

6. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ШКАЛЫ ОЦЕНИВАНИЯ

Раздел/Тема	Вид оценочногосредств	Описание оценочного средства	Критериоценивания
Текущий контроль (Приложение 4)			
Тема 1.	Тест (приложение 4)	Тест содержит 20 вопросов	10 баллов
Темы 2-4.	Практическаяработа (приложение 4)	Практическая работа предлагает построениеимитационной модели по заданию.	10 баллов
Темы 5-7.	Практическаяработа (приложение 4)	Практическая работа предлагает построениеимитационной модели по заданию.	10 баллов
Промежуточная аттестация(Приложение 5)			
6 семестр(Эк)	Экзаменационныйбилет	Билет состоит из 2 теоретических вопросов и1 практического задания	100 баллов

ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Показатель оценки освоения ОПОП формируется на основе объединения текущего контроляи промежуточной аттестации обучающегося.

Показатель рейтинга по каждой дисциплине выражается в процентах, который показываетуровень подготовки студента.

Текущий контроль.Используется 100-балльная система оценивания. Оценка работы студента втечении семестра осуществляется преподавателем в соответствии с разработанной им системойоценки учебных достижений в процессе обучения по данной дисциплине.

В рабочих программах дисциплин и практик закреплены виды текущего контроля,планируемые результаты контрольных мероприятий и критерии оценки учебный достижений.

В течение семестра преподавателем проводится не менее 3-х контрольных мероприятий, поооценке деятельности студента. Если посещения занятий по дисциплине включены в рейтинг, тоданный показатель составляет не более 20% от максимального количества баллов по дисциплине.

Промежуточная аттестация. Используется 5-балльная система оценивания. Оценка работыстудента по окончанию дисциплины (части дисциплины) осуществляется преподавателем всоответствии с разработанной им системой оценки достижений студента в процессе обучения поданной дисциплине. Промежуточная аттестация также проводится по окончанию формированиякомпетенций.

Порядок перевода рейтинга, предусмотренных системой оценивания, по дисциплине, впятибалльную систему.

Высокий уровень – 100% - 70% - отлично, хорошо.

Средний уровень – 69% - 50% - удовлетворительно.

Показатель оценки	По 5-балльной системе	Характеристика показателя
100% - 85%	отлично	обладают теоретическими знаниями в полном объеме,понимают, самостоятельно умеют применять,исследовать, идентифицировать, анализировать,систематизировать, распределять по категориям,рассчитать показатели, классифицировать,разрабатывать модели, алгоритмизировать, управлять,организовать, планировать процессы исследования,осуществлять оценку результатов на высоком уровне
84% - 70%	хорошо	обладают теоретическими знаниями в полном объеме,понимают, самостоятельно умеют применять,исследовать, идентифицировать, анализировать,систематизировать, распределять по категориям,рассчитать показатели, классифицировать,разрабатывать модели, алгоритмизировать, управлять,организовать, планировать процессы исследования,осуществлять оценку результатов. Могут быть допущены недочеты, исправленныестудентом самостоятельно в процессе работы (ответаи т.д.)
69% - 50%	удовлетворительно	обладают общими теоретическими знаниями, умеютприменять, исследовать, идентифицировать,анализировать, систематизировать, распределять покатегориям, рассчитать показатели,классифицировать, разрабатывать модели,алгоритмизировать, управлять, организовать,планировать процессы исследования, осуществлятьоценку результатов на среднем уровне. Допускаются ошибки, которые студент затрудняетсяисправить самостоятельно.
49 % и менее	неудовлетворительно	обладают не полным объемом общих теоретическимизнаниями, не умеют самостоятельно применять,исследовать, идентифицировать, анализировать,систематизировать, распределять по категориям,рассчитать показатели, классифицировать,разрабатывать модели, алгоритмизировать, управлять,организовать, планировать процессы исследования,осуществлять оценку результатов. Не сформированы умения и навыки для
100% - 50%	зачтено	характеристика показателя соответствует «отлично»,«хорошо», «удовлетворительно»
49 % и менее	не зачтено	характеристика показателя соответствует«неудовлетворительно»

7. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Содержание лекций

Тема 1. Технология и методы имитационного моделирования (ПК-4)
Виды моделирования. Существенно машинные виды моделей. Эволюционные модели. Нечеткиемодели. Имитационные модели. Общая классификация основных видов моделирования. Местоимитационных моделей в общей классификации. Компьютерное моделирование. Методимитационного моделирования. Отличительные особенности моделей различных классов.
Метод имитационного моделирования и его особенности. Имитационная модель: представлениеструктуры и динамики моделируемой системы.
Понятие о модельном времени. Механизм продвижения модельного времени. Дискретные инепрерывные имитационные модели.
Проблемы стратегического и тактического планирования имитационного эксперимента.Направленный вычислительный эксперимент на имитационной модели. Общая технологическаясхема, возможности и область применения имитационного моделирования.

Тема 2. Моделирование дискретных событий и поведения экономических систем
Датчики случайных и псевдослучайных чисел. Моделирование случайных величин, событий ипроцессов. Моделирование дискретных случайных величин. Моделирование случайных событий.Моделирование непрерывных случайных величин. Моделирование «реалистичных» распределений.Моделирование случайных процессов. Статистическое моделирование как простейший видимитационного моделирования. Управление модельным временем.
Дискретно-событийный подход в имитационном моделировании. Использование диаграммсостояний и диаграмм действий в имитационном моделировании.

Тема 3. Имитационное моделирование систем массового обслуживания (ПК-8)
Основные понятия теории массового обслуживания. Классификация систем массовогообслуживания. Одноканальная однофазовая модель СМО. Многоканальная однофазная модель.Показатели функционирования системы массового обслуживания.
Основные положения дискретно-событийного моделирования. Представление сигнала каксообщения. Порты и сообщения. Понятие корневого объекта. Диаграммы состояний. Диаграммыдействий.
Понятие системы массового обслуживания. Библиотека моделирования процессов. Элементысистемы: источник заявок, очередь, узел обслуживания, выход из системы. Двухканальные СМО.Элементы системы: выбор канала обслуживания, узел обслуживания, источник ресурсов. ЗадачаЭрланга. Оптимизация работы системы массового обслуживания. Системы массового обслуживанияс отказами. Выход из системы по приоритету и таймауту. Виды приоритетов.
Моделирование и анализ поведения бизнес-процессов.

Тема 4. Моделирование динамики социально-экономических систем
Парадигма и методы системной динамики. Общая структура моделей системной динамики.Системные потоковые диаграммы моделей. Основные этапы разработки моделей системнойдинамики. Моделирование причинно-следственных связей. Паутинообразная равновесная модельсистемной динамики. Верификация и оценка устойчивости моделей системной динамики.

Тема 5. Агентное моделирование экономических процессов (ПК-9)
Парадигма и принципы построения агентных моделей. Техника разработки агентной модели.Агентное моделирование влияния маркетинговых мероприятий. Пространственная динамикаагентов. Многоагентные системы.
Агентная модель поведения толпы. Агентная макроэкономическая модель.

Тема 6. Имитационное моделирование производственного предприятия
Понятие дискретной производственной системы. Моделирование производственных процессов.Цифровое производство и цифровые двойники.

Тема 7. Имитационное моделирование логистических процессов Моделирование транспортных потоков как отдельное направление имитационного моделирования.Модели складской, транспортной логистики.

7.2 Содержание практических занятий и лабораторных работ

Тема 2. Моделирование дискретных событий и поведения экономических систем Использование событий в имитационных моделях. Модель дискретного счетчика. Диаграммы состояний. Модель переходного перехода.
Тема 3. Имитационное моделирование систем массового обслуживания (ПК-8) Моделирование системы массового обслуживания. Библиотека моделирования процессов.
Тема 4. Моделирование динамики социально-экономических систем Системная динамика. Модель распространения инновационного продукта. Модель деятельностифирмы. Модель городской динамики.
Тема 5. Агентное моделирование экономических процессов (ПК-9) Агентная модель рынка. Многоагетные имитационные модели.
Тема 6. Имитационное моделирование производственного предприятия Моделирование производственной деятельности. Модель сборочного цеха. Модель склада и станка сЧПУ. Библиотека производственных процессов.
Тема 7. Имитационное моделирование логистических процессов Моделирование перевозок. Использование ГИС-карт и баз данных в имитационных моделях.Библиотека моделирования потоков. Моделирование дорожного движения. Библиотеки дорожного и пешеходного движения.

7.3. Содержание самостоятельной работы

Тема 2. Моделирование дискретных событий и поведения экономических систем Изучение основной и дополнительной литературы по теме. Разбор лабораторных работ. Выполнениесамостоятельной практической работы. Проектирование имитационных моделей конечныхавтоматов. Выполнение контрольной работы №1.

Тема 3. Имитационное моделирование систем массового обслуживания (ПК-8) Изучение основной и дополнительной литературы по теме. Разбор лабораторных работ. Выполнениесамостоятельной практической работы. Проектирование имитационной модели системы массовогообслуживания.
Тема 4. Моделирование динамики социально-экономических систем Изучение основной и дополнительной литературы по теме. Разбор лабораторных работ. Выполнениесамостоятельной практической работы. Проектирование имитационной модели динамики развитиягорода по методологии Дж. Форрестера.
Тема 5. Агентное моделирование экономических процессов (ПК-9) Изучение основной и дополнительной литературы по теме. Разбор лабораторных работ. Выполнениесамостоятельной практической работы.
Тема 6. Имитационное моделирование производственного предприятия Изучение основной и дополнительной литературы по теме. Разбор лабораторных работ. Выполнениесамостоятельной практической работы.
Тема 7. Имитационное моделирование логистических процессов Изучение основной и дополнительной литературы по теме. Разбор лабораторных работ. Выполнениесамостоятельной практической работы.

7.3.1. Примерные вопросы для самостоятельной подготовки к зачету/экзамену
Приложение 1.

7.3.2. Практические задания по дисциплине для самостоятельной подготовки кзачету/экзамену
Приложение 2.

7.3.3. Перечень курсовых работ
Не предусмотрено

7.4. Электронное портфолио обучающегося
Размещаются контрольные работы

7.5. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы
Приложение 6

7.6 Методические рекомендации по выполнению курсовой работы
Не предусмотрено

8. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

По заявлению студента

В целях доступности освоения программы для лиц с ограниченными возможностями здоровья при необходимости кафедра обеспечивает следующие условия:

- особый порядок освоения дисциплины, с учетом состояния их здоровья;
- электронные образовательные ресурсы по дисциплине в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья;
- изучение дисциплины по индивидуальному учебному плану (вне зависимости от формы обучения);
- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии, которые предусматривают возможности приема-передачи информации в доступных для них формах.
- доступ (удаленный доступ), к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определен РПД.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Сайт библиотеки УрГЭУ
http://lib.usue.ru/

Основная литература:

2. Вьюненко Л. Ф., Михайлов М. В., Первозванская Т. Н. Имитационное моделирование[Электронный ресурс]:учебник и практикум для вузов. - Москва: Юрайт, 2023. - 283 – Режимдоступа: https://urait.ru/bcode/510993

3. Лычкина Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов [Электронныйресурс]:Учебное пособие. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024. - 254 –Режим доступа: https://znanium.com/catalog/product/2079693

4. Бобрышев А.Д., Тарабрин К.М., Тумин В.М., Тарабрин М.Б., Ирадионов В.И., ТарабринФ.М., Панова Е.С. Построение современных бизнес-моделей в промышленности [Электронныйресурс]:Монография. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024. - 226 – Режимдоступа: https://znanium.com/catalog/product/2090006

5. Булыгина О.В., Емельянов А.А., Емельянова Н.З. Имитационное моделирование вэкономике и управлении [Электронный ресурс]:Учебник. - Москва: ООО "Научно-издательскийцентр ИНФРА-М", 2024. - 592 – Режим доступа: https://znanium.com/catalog/product/2084960

6. Акопов А. С. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]:учебник и практикумдля вузов. - Москва: Юрайт, 2025. - 426 – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/560182

7. Грибанова Е.Б., Логвин И.Н. Имитационное моделирование экономических процессов.Практикум в Excel [Электронный ресурс]:Учебное пособие. - Москва: КноРус, 2026. - 227 – Режимдоступа: https://book.ru/book/960334

Дополнительная литература:

2. Лычкина Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов:учебное пособиедля студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 080101 "Прикладная информатика вуправлении". - Москва: ИНФРА-М, 2014. - 254

3. Вьюненко Л. Ф., Михайлов М. В. Имитационное моделирование [Электронныйресурс]:Учебник и практикум для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 283 – Режим доступа:https://urait.ru/bcode/468997

4. Акопов А. С. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]:Учебник и практикумдля вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 389 – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/468919

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ОНЛАЙН КУРСОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень лицензионного программного обеспечения:

AnyLogic Personal Learning Edition. Free permanent license. Срок действия лицензии - без ограничения срока.

Microsoft Windows 10 .Договор № 52/223-ПО/2020 от 13.04.2020, Акт № Tr000523459 от 14.10.2020. Срок действия лицензии -Без ограничения срока.

Microsoft Office 2016.Договор № 52/223-ПО/2020 от 13.04.2020, Акт № Tr000523459 от 14.10.2020 Срок действия лицензии -Без ограничения срока.

Перечень информационных справочных систем, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Справочно-правовая система Гарант. Договор № 58419 от 22 декабря 2015. Срок действия лицензии -без ограничения срока

Справочно-правовая система Консультант +. Договор № 143/223-У/2025 от 02.12.2025 Срок действия лицензии до 31.12.2026

Моделирование процессов и систем. Нелинейные динамические системы
https://openedu.ru/course/hse/MODSYS/
Имитационное моделирование в AnyLogic
https://www.youtube.com/playlist?list=PL0Z9sqQsECFnmGrLJwpH0N9S3wpVmr-Go

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Реализация учебной дисциплины осуществляется с использованием материально-технической базы УрГЭУ, обеспечивающей проведение всех видов учебных занятий и научно-исследовательской и самостоятельной работы обучающихся:

Специальные помещения представляют собой учебные аудитории для проведения всех видов занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду УрГЭУ.

Все помещения укомплектованы специализированной мебелью и оснащены мультимедийным оборудованием спецоборудованием (информационно-телекоммуникационным, иным компьютерным), доступом к информационно-поисковым, справочно-правовым системам, электронным библиотечным системам, базам данных действующего законодательства, иным информационным ресурсам служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа презентации и другие учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации.

Приложение 1
к рабочей программе

7.3.1. Примерные вопросы для самостоятельной подготовки к зачету/экзамену

К экзамену

1. Свойства сложных систем. Сложная система как объект моделирования.
2. Понятия «модель» и «моделирование». Общая классификация основных видов моделирования.
3. Понятие «компьютерное моделирование». Структурно- функциональные и имитационные компьютерные модели. Системный анализ.
4. Процедурно-технологическая схема построения и исследования моделей сложных систем. Методы исследования сложных систем.
5. Метод имитационного моделирования и его особенности.
6. Две составляющие в описании имитационной модели.
7. Понятие «модельное время». Два способа изменения модельного времени. Непрерывные и дискретные имитационные модели.
8. Общая технологическая схема имитационного моделирования. Области применения имитационного моделирования.
9. Дискретно-событийное моделирование. Понятия «событие», «процесс».
10. Имитационное моделирование систем массового обслуживания.
11. Агрегативные модели. Кусочно-линейный агрегат.
12. Сети Петри и их расширения.
13. Парадигма и методы системной динамики.
14. Общая структура моделей системной динамики. Сеть потоков и сеть информации.
15. Системные потоковые диаграммы моделей. Основные символы потоковых диаграмм моделей системной динамики.
16. Основные этапы разработки моделей системной динамики.
17. Парадигма и принципы построения агентных моделей. Характеристики и свойства агентов.
18. Техника разработки агентной модели.
19. Основные этапы имитационного моделирования. Формулировка проблемы и определение целей имитационного моделирования. Разработка концептуальной модели объекта моделирования.
20. Основные этапы имитационного моделирования. Формализация и программирование имитационной модели.
21. Основные этапы имитационного моделирования. Испытание и исследование свойств имитационной модели. Направленный вычислительный эксперимент на имитационной модели. Анализ результатов моделирования и принятие решений
22. Основные цели и типы вычислительных экспериментов в имитационном моделировании.
23. Имитационное моделирование и анализ поведения бизнес-процессов.
24. Имитационное моделирование дискретных производственных систем. Производственный процесс. Материальный поток в производственно-технологической системе. Моделирование случайности в производственных системах.
25. Динамика города. Подсистемы «Предпринимательская активность», «Население», «Жилой фонд».
26. Концепция обратной связи в экономике и управлении.
27. Причинно-следственные диаграммы как инструмент качественного анализа сложных систем.
28. Типы нелинейного поведения сложных систем.
29. Моделирование организаций: ресурсный подход и системная динамика.
30. Агентное моделирование и системная динамика: сравнительный анализ.

Приложение 2
к рабочей программе

7.3.2. Практические задания по дисциплине для самостоятельной подготовки к зачету/экзамену

Примерные вопросы закрытого типа (ПК-4)

1. Что такое имитационное моделирование?

A) Метод моделирования, использующий математические уравнения.
B) Метод моделирования, использующий имитацию реальных процессов.
C) Метод моделирования, использующий статистические данные.

2. Какие преимущества имеет использование имитационного моделирования в экономике?

A) Возможность анализа сложных систем и взаимосвязей.
B) Точное предсказание будущих экономических событий.
C) Уменьшение необходимости в экономических исследованиях.

3. Какие типы экономических процессов можно моделировать с помощью имитационного моделирования?

A) Процессы потребления и производства.
B) Только процессы потребления.
C) Только процессы производства.

4. Что такое агентно-ориентированное моделирование в контексте имитационного моделирования экономических процессов?

A) Моделирование, где каждый элемент системы представлен как агент.
B) Моделирование, где все элементы системы объединены в один агент.
C) Моделирование, где используются только математические уравнения.

5. Какие инструменты и программные средства чаще всего используются для проведения имитационного моделирования экономических процессов?

A) AnyLogic, Simul8, Vensim.
B) Microsoft Excel, PowerPoint, Word.
C) Adobe Photoshop, Illustrator, InDesign

Примерные вопросы открытого типа (ПК-8-9)

1. Каким образом имитационное моделирование может быть применено для изучения и анализа экономических процессов?
2. Какие основные принципы и методы используются при построении имитационных моделей экономических систем?
3. Какие вызовы и сложности могут возникнуть при проведении имитационного моделирования экономических процессов, и какие стратегии могут быть применены для их решения?
4. Каким образом можно оценить точность и достоверность результатов, полученных при имитационном моделировании экономических процессов?
5. Какие перспективы и возможности открывает использование имитационного моделирования для прогнозирования и оптимизации экономических систем и решения экономических задач?

Примерные практические задания к экзамену

1. Модель экономической системы (модель Мэнкью-Ромера-Вейла) представлена в виде следующей системы дифференциальных и балансовых уравнений: $\frac{dp}{dt} = \beta_p * p$, $\frac{dk}{dt} = i_k * V - \mu_k * k$, $\frac{dh}{dt} = i_h * V - \mu_h * h$, $V = (A * p)^{\alpha_p} * k^{\alpha_k} * h^{\alpha_h}$, $\frac{dA}{dt} = \beta_a * A$, $c = \frac{(1 - i_k - i_h)V}{p}$, где p – численность населения (начальная численность равна 100000); k – объем капитала (начальная численность равна 100000); h – объем человеческого капитала: знаний, навыков, здоровья (начальный объем равен 1); c –

реальный объем душевого потребления; V – объем произведенного продукта; $_{p}$ – коэффициент прироста численности населения (модельное значение 0,025%); $_{a}$ – коэффициент прироста НТП (модельное значение 0,01 в год); i_k – норма накопления, параметр доли инвестиций, направляемых на возобновление производства (в модели изменяется от 0 до 1, начальное значение 0,3; в сумме с i_h не может превышать 1); i_h – норма сбережения человеческого капитала, направляемая на повышение образования и здоровья населения (в модели изменяется от 0 до 1, начальное значение 0,1); $_{k}$ – темп амортизации производственного капитала (модельное значение 0,15 в год); $_{h}$ – темп амортизации человеческого капитала (модельное значение 0,05 в год); α_p, α_k, α_h – эластичности обмена производства по труду, капиталу и человеческому капиталу (модельные значения, соответственно, 0,15 0,25 0,35); A – показатель научно-технического прогресса. В качестве единицы модельного времени выбрать 1 год. 1. Построить модель, ограничив период моделирования 50 годами. 2. Используя свойства эксперимента, определить, при каком значении параметра i_k , объем потребления к 50-му году будет максимальным. 3. Установить норму накопления на оптимальном уровне, найденном в п.2. Исследовать динамику экономической системы при изменении параметра нормы сбережения человеческого капитала i_h. Используя свойства эксперимента определить оптимальное соотношение нормы накопления и нормы сбережения человеческого капитала, при которых к 50 году достигается максимальный объем потребления.

2. Модель экономической системы (модель Даймонда) представлена в виде следующей системы дифференциальных и балансовых уравнений: $\frac{dp}{dt} = \beta_p * p$, $\frac{dk}{dt} = i_k * V - \mu * k$, $V = V_S + V_M$, $V_S = A_S *$, $V_M = A_m *$, $c = \frac{(1-i)V}{p}$, где p – численность населения (начальная численность равна 100000); k – объем капитала (начальная численность равна 100000); c – реальный объем душевого потребления; V – объем произведенного продукта; V_S – объем продукта, произведенного промышленными отраслями; V_M – объем продукта, произведенного сельскохозяйственными отраслями; $_{p}$ – коэффициент прироста численности населения (модельное значение 0,025%); i – норма накопления, параметр доли инвестиций, направляемых на возобновление производства (в модели изменяется от 0 до 1, начальное значение 0,5; $_{}$ – темп амортизации капитала (модельное значение 0,15 в год); α_{ps}, α_{ks} – эластичности объема промышленного производства по труду и капиталу (модельные значения соответственно, 0,65 и 0,30); α_{pm}, α_{km}, α_{tm} – эластичности объема сельскохозяйственного производства по труду, капиталу и по земельным ресурсам (модельные значения, соответственно, 0,15 0,25 и 0,30); A_S, A_m – коэффициенты нейтрального научно-тех-

нического прогресса в промышленности и сельском хозяйстве (модельные значения, соответственно, 1,1 и 0,85); ε_{ps}, ε_{ks} – доли труда и капитала, задействованные в промышленном производстве (изменяются от 0 до 1, начальные значения 0,8 и 0,8); T – индекс земельных ресурсов, задействованных в сельскохозяйственном производстве (начальное значение 500). В качестве единицы модельного времени выбрать 1 год. 1. Построить модель, ограничив период моделирования 50 годами. 2. Используя свойства эксперимента, определить, при каком значении параметра i, объем потребления к 50-му году будет максимальным. 3. Установить норму накопления на оптимальном уровне, найденном в п.2. Исследовать динамику экономической системы при изменении долей капитала и труда, задействованных в промышленности и сельском хозяйстве. Используя свойства эксперимента определить оптимальное соотношение нормы накопления и долей распределения труда и капитала в промышленности и сельском хозяйстве, при которых к 50 году достигается максимальный объем потребления.

3. Модель экономической системы (модель Кузнецова-Саймона) представлена в виде следующей системы дифференциальных и балансовых уравнений: $\frac{dp}{dt} = \beta_p * p$, $\frac{dk}{dt} = i_k * V - \mu * k$, $V = A * p^{\alpha_p} * k^{\alpha_k}$, $\frac{dA}{dt} = \beta_a * A * p$, $c = \frac{(1-i)V}{p}$, где p – численность населения (начальная численность равна 100000); k – объем капитала (начальная численность равна 100000); c – реальный объем душевого потребления; V – объем произведенного продукта; β_p – коэффициент прироста численности населения (модельное значение 0,025%); i – норма накопления, параметр доли инвестиций, направляемых на возобновление производства (в модели изменяется от 0 до 1, начальное значение 0,5); μ – темп амортизации капитала (модельное значение 0,15 в год); α_p, α_k – эластичности объема производства по труду и капиталу соответственно (модельные значения, соответственно, 0,65 и 0,25); A – коэффициент нейтрального научно-технического прогресса (модельное значение 0,8); β_a – темп прироста НТП при минимальной численности населения (модельное значение 0,0000015). В качестве единицы модельного времени выбрать 1 год. 1. Построить модель, ограничив период моделирования 50 годами. 2. Используя свойства эксперимента, определить, при каком значении параметра i, объем потребления к 50-му году будет максимальным. 3. Установить норму накопления на оптимальном уровне, найденном в п.2. Исследовать динамику экономической системы при изменении доли капитала и труда, задействованных в промышленности. Используя свойства эксперимента определить оптимальное соотношение труда и капитала, при которых к 50 году достигается максимальный объем потребления.

4. Модель экономической системы (модель Ромера) представлена в виде следующей системы дифференциальных и балансовых уравнений: $\frac{dp}{dt} = \beta_p * p$, $\frac{dk}{dt} = i_k * V - \mu * k$, $V = (A * p)^{\alpha_p} * k^{\alpha_k}$, $c = \frac{(1-i)V}{p}$, $A = \left(\frac{k}{p}\right)^{\varphi}$, где p – численность населения (начальная численность равна 100000); k – объем капитала (начальная численность равна 100000); c – реальный объем душевого потребления; V – объем произведенного продукта; β_p – коэффициент прироста численности населения (модельное значение 0,025%); i – норма накопления, параметр доли инвестиций, направляемых на возобновление производства (в модели изменяется от 0 до 1, начальное значение 0,5); μ – темп амортизации капитала (модельное значение 0,15 в год); α_p, α_k – эластичности объема производства по труду и капиталу соответственно (модельные значения, соответственно, 0,65 и 0,25); A – показатель научно-технического прогресса (модельное значение 0,8); φ – параметр эффективности обучения (изменяется от 0 до 1). В качестве единицы модельного времени выбрать 1 год. 1. Построить модель, ограничив период моделирования 50 годами. 2. Используя свойства эксперимента, определить, при каком значении параметра i , объем потребления к 50-му году будет максимальным. 3. Установить норму накопления на оптимальном уровне, найденном в п.2. Исследовать динамику экономической системы при изменении параметра эффективности обучения. Используя свойства эксперимента определить оптимальное соотношение нормы накопления и эффективности обучения, при которых к 50 году достигается максимальный объем потребления.

5. Частный инвестор рассматривает проект строительства нового моста через реку, затраты на строительство которого он намерен возвратить за счет платного проезда по этому мосту. С этой целью на каждой стороне моста устанавливается один пропускной пункт, взимающий плату за проезд. Одновременно через пропускной пункт может проехать лишь один автомобиль. Интервал времени между двумя автомобилями, подъезжающими друг за другом к пропускному пункту, является случайной величиной, распределенной по экспоненциальному закону со средним временем 15 секунд. Для оплаты проезда водитель должен опустить жетон в автомат, открывающий шлагбаум, или использовать для этого набор разменных монет на сумму 100 рублей. Время, которое требуется для этой операции, а также для проезда автомобиля через пропускной пункт составляет от 5 до 45 секунд с модальным значением 15 секунд. Очередь на пропускной пункт не ограничена. Время ожидания в очереди распределено по равномерному закону в интервале от 10 до 30 минут. 1. Построить имитационную модель данной системы в течение суток. 2. Рассчитать статистики средней длины очереди и средней загрузки пропускного пунк-

та. 3. Рассчитать характеристики среднего времени нахождения в очереди, среднего времени обслуживания и среднего времени пребывания клиента в системе до проезда через пропускной пункт. 4. На основании эксперимента оптимизации определить, при каком максимальном времени обслуживания на пропускном пункте, относительная пропускная способность моста составит не менее 95% автомобилей. 5. На основании эксперимента варьирования параметров исследовать, возможно ли ограничение длины очереди для повышения относительной пропускной способности пропускного пункта. Рассмотреть интервал ограничения очереди от 30 до 150 автомобилей. 6. Заменив элементы queue и delay элементами service и resourse, решить задачу о минимальном количестве пропускных пунктов, необходимых для проезда по мосту не менее, чем 99% автомобилей при первоначальном потоке заявок.

6. Автобус движется по городскому маршруту со всеми остановками. Время работы автобуса с 5.30 до 22.10. Интенсивность потока пассажиров зависит от времени суток. Начальное время – Значение интенсивности(чел./мин): 5.30 – 1,5; 6.00 – 3,0; 7.00 – 5,0; 8.00 – 6,5; 9.30 – 3,0; 10.00 – 0,5; 11.00 – 1,2; 13.00 – 4,0; 14.30 – 3,5; 16.00 – 4; 17.00 – 5,5; 18.00 – 6,5; 19.30 – 2,5; 20.00 – 4. Кондуктор тратит на продажу билета очередному пассажиру от 4 секунд до 4 минут (когда нужно отсчитать сдачу с 5 тысяч рублей мелочью. Наиболее вероятное время продажи билета, учитывая время перемещения кондуктора по автобусу до пассажира, составляет 15 секунд. Пассажир тратит на проезд в автобусе от 5 до 75 минут. Максимальная вместимость автобуса 117 пассажиров. Предполагается что скорость передвижения автобуса для расчетов в данной модели в течение суток не меняется. Необходимо: Построить имитационную модель данной системы. Рассчитать статистики средней длины очереди за билетом и средней занятости кондуктора. Рассчитать характеристики среднего времени нахождения в очереди за билетом, среднего времени приема и среднего времени пребывания пассажира в системе до выхода из автобуса. На основании эксперимента оптимизации определить, при каком максимальном времени продажи билета, относительная пропускная способность составит не менее 95% пациентов. Решить задачу о максимальной вместимости автобуса, в котором не менее, чем 99% пассажиров приобретут билет. Построить 2D и 3D анимацию работы системы.

7. Очередь в трамвпункт поликлиники пополняется пациентами, которые приходят с интенсивностью, зависящей от времени суток. Начальное время – Значение интенсивности (чел./час). 0.00 – 2; 6.00 – 4; 7.00 – 10; 9.00 – 20; 11.00 – 10; 17.00 – 4; 19.00 – 3; 22.00 – 10. Время обслуживания пациента зависит от вида травмы, а также от того, является ли данное обращение к травматологу первым. Минимальное время приема пациента 3 минуты, макси-

мальное - 15 минут. В среднем же каждый пациент проводит на приеме 10 минут. Время ожиданием пациента своей очереди составляет от 1 до 5 часов, после чего пациент принимает решение обратиться в частную клинику. 1. Построить имитационную модель данной системы. 2. Рассчитать статистики средней длины очереди и средней загрузки травматолога. 3. Рассчитать характеристики среднего времени нахождения в очереди, среднего времени приема и среднего времени пребывания пациента в системе до выхода из кабинета травматолога. 4. На основании эксперимента оптимизации определить, при каком максимальном времени приема пациента, относительная пропускная способность составит не менее 95% пациентов. 5. Заменив элементы queue и delay элементами service и resurse, решить задачу о минимальном количестве травматологов, необходимых для приема не менее, чем 99% клиентов при первоначальном потоке заявок. 6. Построить 2D и 3D анимацию работы системы.

8. В кафе, часы работы которого с 10.00 до 20.00 каждый час приходят от 12 до 75 клиентов (распределение по равномерному закону). Скорость расчета с кассиром составляет от 1 до 3 минут с модальным временем 1,5 минуты. Очередь в кафе не ограничена. Время ожидания в очереди распределено по экспоненциальному закону со средним значением 10 минут. 1. Построить имитационную модель данной системы. 2. Рассчитать статистики средней длины очереди и средней загрузки кассы. 3. Рассчитать характеристики среднего времени нахождения в очереди, среднего времени обслуживания и среднего времени пребывания клиента в системе до полного расчета с кассиром. 4. На основании эксперимента оптимизации определить, при каком максимальном времени расчета с клиентами, относительная пропускная способность составит не менее 95% клиентов. 5. На основании эксперимента варьирования параметров исследовать, возможно ли ограничение длины очереди для повышения относительной пропускной способности кафе. Рассмотреть интервал ограничения очереди от 10 до 100 клиентов. 6. Заменив элементы queue и delay элементами service и resurse, решить задачу о минимальном количестве касс, необходимых для обслуживания не менее, чем 99% клиентов при первоначальном потоке заявок.

9. В супермаркет, часы работы которого с 8.00 до 22.00, каждый час в среднем приходит следующее число клиентов: Время – Среднее число клиентов в час: 8.00-11.00 – 100; 11.00-13.00 – 200; 13.00-15.00 – 350; 15.00-17.00 – 200; 17.00-19.00 – 500; 19.00-20.00 – 200; 20.00-22.00 – 150. Время выбора товара распределено по треугольному распределению в интервале от 2 до 20 минут с модальным временем 8 минут. В супермаркете 4 кассы. Покупатель выбирает случайным образом одну из касс для расчетов. Время обслуживания в кассе распределено по треугольному закону от 1 до 3 минут с модальным

временем 2 минуты. 1. Построить имитационную модель данной системы. 2. Рассчитать статистики средней длины очереди и средней загрузки кассы. 3. Рассчитать характеристики среднего времени нахождения в очереди, среднего времени обслуживания и среднего времени пребывания клиента в системе до полного расчета с кассиром. 4. На основании эксперимента оптимизации определить, при каком максимальном времени расчета с клиентами, относительная пропускная способность составит не менее 95% клиентов. 5. На основании эксперимента варьирования параметров исследовать, возможно ли уменьшение количества касс при соблюдении высокой пропускной способности. Рассмотреть интервал относительной пропускной способности от 70 до 95%. 6. Заменив элементы queue и delay элементами service и resurse, решить задачу о минимальном количестве касс, необходимых для обслуживания не менее, чем 99% клиентов при первоначальном потоке заявок.

10. Имеется некоторая конвейерная автоматизированная линия по выпуску баночек фруктового сока. Пустые баночки для фруктового сока поступают в накопитель 1 автоматизированной линии каждые 3,5±1,1 секунд. После этого в них автоматически заливается сок. Одновременно может заливаться лишь одна баночка, на что расходуется 1,5 секунды. Потом баночки поступают в накопитель 2 для выполнения операции закупоривания. Для этого расходуется 1,6 секунд времени на каждую баночку. Одновременно может обрабатываться одна баночка. Потом они попадают в накопитель 3 для следующей операции. В конце конвейера баночки устанавливаются в ящики. Время установки одной баночки представляет собой равномерно распределенную случайную величину в интервале 3,2 ± 1,3 секунд. Одновременно может устанавливаться в ящик не больше двух баночек. Начальные условия: в начале смены в накопителе 2 находится 5 баночек, а в накопителе 3 – 7 баночек. Промоделируйте работу линии на протяжении одной смены (8 часов).

11. Собранные телевизоры проходят серию испытаний на станции технического контроля. Если оказывается, что функционирование телевизора ненормально, то отбракованный телевизор передают в цех наладки, где заменяют неисправные блоки. После наладки телевизор возвращают на станцию контроля и снова проверяют. Со станции технического контроля телевизоры после одной или нескольких проверок поступают в цех упаковки. Телевизоры попадают на станцию технического контроля каждые 4,5 ± 2 минут. На станции работают 3 контролера одинаковой квалификации. Операция контроля одного телевизора состоит из двух проверок: 1) для первой проверки каждому контролеру необходимо 6 ± 5 минут; 2) для второй проверки на всех 3 контролеров имеется один тестовый прибор (продолжительность тестирования – 1,5 минуты). Приблизительно 95 процентов телевизоров успешно проходят про-

верку и попадают в цех упаковки, а другие 5 процентов – в цех наладки, в котором находится один рабочий – наладчик. Время наладки (замены) неисправных блоков распределено в соответствии с равномерным законом в интервале 35± 9 минут. Спроектировать модель функционирования этого параграфа производственной линии. Время моделирования – 8 ч. Определить, сколько мест на стеллажах необходимо предусмотреть на входе станции контроля и в цехе наладки.

12. В небольшом кафе работают две официантки (А и В), обслуживая по 6 четырехместных столиков. Официантка А пользуется большей популярностью, чем официантка В. Приходя в кафе, клиент садится за столик официантки В только в том случае, если все места за столиками, которые обслуживает официантка А, заняты. Клиенты приходят в кафе через 3 ± 2 минут и, если не застают свободных мест, становятся в очередь. Когда клиент садится на освободившееся место, он ждет, пока к нему подойдет официантка и примет у него заказ. Время приема заказа у официантки А занимает 40 ± 10 секунд, у официантки В соответственно 35 ± 8 секунд. Приняв заказ у клиента, официантки сразу же его выполняют. Время выполнения заказа обеими официантками составляет 200 ± 50 секунд. После получения заказа клиент на протяжении 12 ± 3 минут обедает и уходит из кафе. Официантки обслуживают клиентов по принципу FIFO и в каждый момент времени могут обслуживать не более одного клиента. Определить время ожидания в очереди и время, которое клиент проводит за столиком кафе. Промоделируйте работу кафе на протяжении 10 ч.

13. Система автоматизации проектирования состоит из ЭВМ и трех подключенных к ней терминалов. За каждым терминалом работает один проектировщик, который формирует задания на расчет в интерактивном режиме. Набор строки задания занимает 10 ± 5 с. Анализ строки требует 3 с работы ЭВМ и 5 с работы терминала. В каждый момент времени может анализироваться только одна строка. После набора десяти строк считается, что задание сформировано и поступает на решение, которое занимает 10 ± 3 с работы ЭВМ (решение заданий имеет больший приоритет, чем анализ строк). Вывод результата решения требует 8 с работы терминала, а анализ результата проектировщиком - 30 ± 10 с, после чего цикл повторяется. Промоделировать работу системы на протяжении 6 ч. Определить вероятность простоя проектировщика из-за занятости ЭВМ, коэффициент загрузки ЭВМ и параметры очереди к ЭВМ.

14. Создайте модель с конечным автоматом для имитации работы кодового замка. Замок открывается при наборе кодовой шести разрядной последовательности 137819. Начальное состояние замка мигающий символ # зеле-

ного цвета. Пользователь замка нажимает кнопки для набора кода, при этом вводимый код не отображается. Кнопка «С» позволяет сбросить кодовую последовательность при наборе. Когда набран шести разрядный код, замок переходит в состояние его проверки. Код выводится на дисплей и происходит задержка на 5 секунд. Если код набран верно, то выводится сообщение «OK !» иначе «ERROR!». Для сброса состояния замка пользователь нажимает клавишу «С» и замок переходит в начальное состояние. Для создания модели используйте диаграммы состояний.

15. Постройте модель с трех разрядным счетчиком. Когда счетчик выдает показание боле 150 единиц, срабатывает генератор случайных целых чисел, имеющих равномерное распределение в диапазоне от 10 до 20. Генератор прекращает работу, когда счетчик насчитывает 300 единиц. Для вывода показаний разрядов счетчика используйте текстовые поля. Вывод случайных чисел производится в текстовое поле с округлением до третьего знака после запятой.

16. Дана функция $f(a,b) = \frac{sin(3\pi a)+cos(\pi b)}{a} - b$. Аргумент функции a принадлежит диапазону [0.1, … 3]. Аргумент b равен 2. Постройте дискретно-событийную модель для исследования функции. Аргумент a изменяется с шагом равным 0,1. Для исследования влияния параметра b разместите в модель элемент слайдер. Данный элемент должен позволять менять значение параметра b в процессе моделирования от 2 до 10. Единицы модельного времени секунды, период моделирования равен 30 секундам. Постройте график движения материальной точки по предложенной функции.

17. В компьютерной сети издательского дома используются два сетевых высокопроизводительных принтера: цветной и черно-белый, которые подключены к одному принт-серверу. От сотрудников на печать поступает пуассоновский поток документов с интенсивностью N документов/мин. Количество страниц в документах имеет нормальное распределение с математическим ожиданием т и среднеквадратичным отклонением σ (№1) (объем страниц имеет экспоненциальное распределение со средним значением a Кб), причем с вероятностью p1 эти документы предназначены для распечатки на черно-белом принтере и с вероятностью (1 – p1) – на цветном. Сначала документы обрабатываются на принт-сервере и становятся в его очередь, размер которой равен P Мб. При превышении этого числа принт-сервер приостанавливает прием документов на обработку и возвращает отправителям сообщение об ошибке. Время печати одной страницы имеет экспоненциальное распределение со средним значением b минут для черно-белой печати и с минут – для цветной. Промоделировать работу печатной системы издательского дома на протяжении R часов. Оценить время, проходящее от посылки докумен-

та на печать до окончания печати. Определить, на сколько надо изменить размеры очереди принт-сервера, чтобы сотрудники не получали соответствующих сообщений об ошибках. Параметры задаются в окне запуска модели.

18. Радиозавод выполняет заказы мелких компьютерных фирм по сборке персональных компьютеров (ПК) под их торговыми марками. Сборка производится на конвейере. На вход конвейера поступают полные наборы комплектующих с интенсивностью a ± b мин. На первом участке производится параллельная сборка n1 ПК по c ± d мин каждый. Затем каждый собранный ПК проходит настройку и проверку на предмет работоспособности аппаратной части по e ± f мин каждый. Эту проверку не проходят p1% ПК. Отбракованные ПК отправляют обратно на участок сборки для устранения неисправностей, которое занимает g ± h мин. По желанию заказчиков на собираемые ПК может быть установлено программное обеспечение (операционная система и прочее). Поэтому только p2% собранных ПК направляются на участок упаковки, а остальные – на участок установки и настройки программного обеспечения (ПО), на котором параллельно работают n2 инженеров. Установка ПО на один компьютер занимает k ± l мин. В процессе этого на p3% ПК могут обнаружиться незамеченные ранее аппаратные проблемы, вследствие чего эти ПК отправляются на первый участок для устранения неисправностей, которое занимает g ± h мин. Исправные компьютеры поступают на участок упаковки. На участке упаковки все ПК предварительно складируются, а затем поступают на один из n упаковочных станков, упаковка на каждом из которых занимает t минут. Промоделировать работу завода на протяжении K часов. Определить среднее время выполнения заказа и максимальный размер склада для участка упаковки. Параметры задаются в окне запуска модели.

19. На обрабатывающий участок цеха поступают детали в среднем через 50 мин. Первичная обработка деталей производится на одном из двух станков. Первый станок обрабатывает деталь в среднем 40 мин и имеет до 5% брака, второй – соответственно 60 мин и 10% брака. Все бракованные детали возвращаются на повторную обработку на второй станок. Детали, попавшие в разряд бракованных дважды, считаются отходами. Вторичную обработку проводят также два станка в среднем 100 мин каждый. Причем первый станок обрабатывает имеющиеся в накопителе после первичной обработки детали, а второй станок подключается при образовании в накопителе задела больше трех деталей. Все интервалы времени распределены по экспоненциальному закону. Смоделировать обработку на участке 500 деталей. Определить загрузку второго станка на вторичной обработке и вероятность появления отходов. Определить возможность снижения задела в накопителе и повышения загрузки второго станка на вторичной обработке.

20. В Екатеринбурге завод «Епесок» производит 100 тонн песка ежедневно, а в его филиале в г. Нижний Тагил – 10 тонн. Раз в неделю 20 ж/д составов из Екатеринбурга, 10 из которых вместимостью 50 тонн, и 10 – 20 тонн, и 2 ж/д состава из Нижнего Тагила (вместимостью по 35 тонн), перевозят песок заводам по переработке песка в городах: Челябинск, Самара, Омск, Новосибирск, Санкт-Петербург, Пермь и Нижний Новгород. После переработки, готовый продукт отправляется самолетом заказчикам, находящимся в Якутске, Москве и Минске партиями по 300 тонн. В каждом городе имеется только один самолет. Постройте модель транспортировки песка, используя базу данных для хранения места положения производителей, переработчиков и потребителей, а также информацию о вместимости составов.

7.6. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

Приложение 6
к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДЕНЫ
на заседании кафедры информационных
технологий и статистики

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ

КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ
по дисциплине

Имитационное моделирование экономических процессов

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы по дисциплине «Имитационное моделирование экономических процессов»

Общие положения

Осуществление будущей профессиональной деятельности бакалавра информатики предполагает использование полученных в процессе обучения систематизированных теоретических знаний для решения практических задач. Важнейшим фактором формирования высокого профессионального уровня специалиста, его умений и навыков является самостоятельная работа, выполняемая в форме контрольных работ по изучаемым дисциплинам.

В процессе обучения студенты направления «Информатика и вычислительная техника» должны выполнить контрольную работу по дисциплине «Имитационное моделирование экономических процессов».

Задачи, решаемые в процессе выполнения контрольной работы:

- освоение методологии системного анализа и имитационного моделирования;

- уяснение принципов проектирования и разработки компьютерных имитационных моделей;

-ознакомление с методами и средствами дискретно-событийного, системно-динамического и агентного моделирования, находящимся за пределами лекционного курса.

Контрольная работа должна быть сдана научному руководителю не позднее, чем за 2 недели до сессии (или по специальной договоренности с руководителем при форс-мажорных обстоятельствах) с целью ее своевременной проверки и защиты.

Выбор темы и консультирование

При определении темы контрольной работы необходимо учитывать возможность использования современных методов, алгоритмов и соответствующего программного обеспечения.

Тематика работ определяется кафедрой в соответствии с учебным планом, направлениями научно-исследовательской работы студента. Объектом исследования контрольной работы может быть любая структурная единица народного хозяйства (предприятие, комплекс, отрасль, регион и др.).

В течение семестра проводятся консультации с руководителем контрольной работы, во время которой обсуждаются сложности, с которыми сталкивается студент при

выполнении задания. Руководитель оказывает помощь студенту в составлении графика работы, подборе необходимой литературы, проводит консультации, проверяет выполнение проекта и организует его защиту. Однако контроль руководителя не освобождает студента от ответственности за правильность и своевременность выполнения проекта. Основной объем при выполнении контрольной работы составляет самостоятельная работа.

Основной научной задачей контрольной работы является разработка имитационной модели выбранной предметной области. Имитационная модель реализуется в среде имитационного моделирования AnyLogic или другой, по согласованию с руководителем контрольной работы.

Защита контрольной работы проводится в следующем порядке:

а) не позднее, чем за две недели до защиты контрольной работы студентом руководитель рассматривает программную реализацию выполненной студентов работы;

б) студент оформляет контрольную работу и готовит доклад для выступления;

в) защита выполняется публично, путем доклада перед комиссией, в которой обязательно присутствует преподаватель дисциплины, другие преподаватели и/или представители работодателей. В результате защиты оценивается сложность работы, качество оформления материалов, выполненный доклад. На основании усреднения баллов членов комиссии выставляется оценка, даются рекомендации по публикации результатов, размещении результатов проекта на сайте кафедры.

Студенты могут по своему усмотрению выбрать темы, которые не включены в прилагаемый список, согласовав предлагаемые оригинальные варианты с руководителем. Студенты выполняют контрольные работы в среде имитационного моделирования AnyLogic 8.

Руководят работой, консультируют, помогают уточнить план, список литературы, контролируют ход выполнения работы преподаватели кафедры статистики, эконометрики и информатики.

Организация выполнения контрольной работы

Структура и требования к содержанию контрольной работы

Сущность темы должна быть изложена четко и последовательно, каждый последующий раздел должен быть логическим продолжением предыдущего, вытекать из него и быть с ним взаимосвязанным. Общий объем работы должен составлять 25–35 страниц, включая список использованных источников (не включая приложения).

Контрольная работа должна быть оформлена в соответствии с Положением о требованиях к оформлению рефератов, отчетов по практике, контрольных, курсовых и дипломных работ, утвержденным Решением Совета по учебно-методическим вопросам и качеству образования УрГЭУ от 17.03.2011 г.

Контрольная работа включает:

титульный лист;

содержание;

введение;

основную часть, соответствующую учебной дисциплине и теме контрольной работы;

заключение;

список использованных источников;

приложения.

Титульный лист должен содержать все необходимые идентификационные признаки исполнителя (см. приложение А).

В содержании последовательно перечисляются заголовки разделов контрольной работы, указываются номера страниц, с которых они начинаются.

Во введении к контрольной работе необходимо:

– обосновать актуальность темы;

– сформулировать цель контрольной работы и ее задачи;

– привести краткую аннотацию работы.

Объем введения – 1-2 страницы текста.

В основной части работы раскрывается содержание заявленной темы.

В заключении приводятся основные выводы по контрольной работе, подтверждающие выполнение поставленных задач и отражающие полученные в контрольной работе результаты.

Объем заключения – 1-2 страницы.

Список использованных источников должен содержать перечень использованных при написании контрольной работы литературных источников с их полным описанием по требованиям стандартов. В список в обязательном порядке включаются источники, материалы которых использовались в процессе рассмотрения разделов, указанных в содержании работы (ссылки на Интернет – источники обязательны). Список использованных источников должен включать не менее 20 наименований из библиотечного фонда УрГЭУ. В тексте контрольной работы обязательно должны находиться ссылки на указанную в данном списке литературу.

В приложения выносятся расчеты, систематизирующие первичные материалы, а также иллюстрационный материал, не носящий принципиального характера, но требуемый логикой изложения, отчетные формы документов, листинги программ с комментариями и другие источники информации.

Содержание

Слово «содержание» записывают в виде заголовка симметрично тексту прописными буквами. В содержании работы указывается перечень всех глав и параграфов контрольной работы, а также номера страниц, с которых начинается каждый из них. Главы в контрольной работе должны иметь в пределах всей работы порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами. Параграфы каждой главы должны иметь нумерацию в пределах каждой главы. Номер параграфа состоит из номера главы и непосредственно номера параграфа в данной главе, отделенного от номера главы точкой.

Введение

Во введении должно присутствовать: актуальность темы, цель разработки модели, назначение, решаемые задачи, краткое описание содержания контрольной работы. Введение не должно превышать двух страниц.

Основная часть работы

Основная часть оформляется в виде следующих глав и параграфов:

1. Аналитическая часть
   - 1.1. Анализ предметной области
   - 1.2. Статистическое и эмпирическое исследование предметной области
   - 1.3. Математические методы и модели исследования
     - 1.3.1. Обоснование проектных решений по выбору математических методов и инструментальной среды математического моделирования
     - 1.3.2. Реализация математической модели
     - 1.3.3. Расчетная часть
   - 1.4. Постановка задачи на разработку имитационной модели
     - 1.4.1. Цель и задачи имитационного моделирования
     - 1.4.2. Концептуальная модель исследуемой системы
     - 1.4.3. Спецификация функциональных требований
     - 1.4.4. Спецификация нефункциональных требований
2. Проектная часть
   - 2.1. Информационное и математическое обеспечение

2.2. Проектирование имитационной модели

2.3. Описание алгоритмов модели

2.4. Проектирование пользовательского интерфейса

2.4.1. Статистика модели и выходные данные

2.4.2. Анимация модели

2.5. Планирование и проведение машинных экспериментов

2.5.1. Стратегическое и тактическое планирование экспериментов

2.5.2. Проведение простых экспериментов

2.5.3. Проведение оптимизационных экспериментов

2.5.4. Проведение иных типов экспериментов

2.6. Оценка эффективности проекта и интерпретация результатов

Названия глав и параграфов должны быть, по возможности, отличными от предложенных и отражать тематику контрольной работы.

Заключение

В заключении логически последовательно излагаются основные результаты, использованные методы, оценка полноты решений поставленных задач, значимость работы, область применения полученных результатов.

Список использованных источников

Список использованных источников является составной частью работы и отражает степень изученности рассматриваемой проблемы. При этом в список включаются, как правило, не только те источники, на которые в работе имеются библиографические ссылки, но и те, которые были изучены при исследовании темы работы: список использованной литературы, фундаментальные труды, книги, публикации в периодической печати, Интернет – источники. При этом, в основной части работы должны быть представлены ссылки на указанные в данном списке источники. В некоторых работах могут присутствовать не все вышеперечисленные параграфы, тогда как в некоторых работах могут добавляться дополнительные параграфы, если того требует тематика контрольной работы.

Приложения

В приложения следует относить вспомогательный материал, который при включении в основную часть работы загромождает текст. К вспомогательному материалу относятся промежуточные расчеты, таблицы вспомогательных цифровых данных, программный код, инструкции, методики, распечатки текстов программ для компьютеров, иллюстрации вспомогательного характера, заполненные формы отчетности и других документов.

Рекомендации по написанию основной части контрольной работы

Первая глава контрольной работы является теоретико-аналитической. В этой главе должны быть рассмотрены вопросы, связанные с построением концептуальной модели, проведен теоретический анализ тематики исследования. Параграф *«Анализ предметной области»* должен содержать обзор сферы исследования, структурную организацию объекта исследования, а также анализ деятельности объекта исследования. В качестве объекта исследования может выступать отдельное предприятие, комплекс, отрасль, региональная, национальная или мировая система. Параграф *«Структурно-функциональное моделирование прикладных процессов»* посвящен построению моделей бизнес-процессов системы в нотациях IDEF0, EPC, BPMN и др. (на выбор студента, но не менее трех). Модели бизнес-процессов строятся в инструментальной среде Business Studio (или другой, поддерживающей методологию процессного моделирования). В данном параграфе должны быть отражены основные положения функционирования исследуемой системы. Параграф *«Статистическое и эмпирическое исследование предметной области»* содержит описание исследования выбранной предметной области статистическими и эконометрическими методами. В данном параграфе целесообразно построить модель линейной или нелинейной регрессии, или модель временных рядов или другую, рассчитать статистические коэффициенты.

Параграф «*Математические методы и модели исследования»* посвящен применению математических методов к исследованию системы. Студент должен провести анализ существующих математических методов и выбрать наиболее подходящий к тематике исследования. Такими методами могут быть: линейное, нелинейное и динамическое программирование, теория игр, модели управления запасами и систем массового обслуживания, модели финансовой математики, модели математической экономики и др. В пункте «*Обоснование проектных решений по выбору математических методов»* должно быть приведено обоснование выбранного метода для исследуемой системы. В пункте *«Обоснование проектных решений по выбору инструментальной среды математического моделирования»* выбирается инструментальная среда, в которой будет реализована модель. Математическая модель строится с применением инструментальной среды MathCAD (MatLab) или MS Excel. В рамках пункта «*Реализация математической модели»* ставится подзадача, соответствующая общей задаче исследования, и решается выбранными математическими методами. Затем, в пункте *«Расчетная часть»* производятся расчеты по модели, используя данные реальных систем. Математическая

модель строится с применением инструментальной среды MathCAD (MatLab) или MS Excel, делаются выводы относительно полученных результатов.

В параграфе *«Постановка задачи на имитационное моделирование»* дается точная формулировка условий задачи с описанием входной и выходной информации. По сформированной постановке задачи строится дальнейшая работа над контрольной. Раздел «Спецификация функциональных требований к информационной системе» должен содержать для каждой автоматизируемой функции описание входа и выхода, регламент выполнения с использованием нотаций DFD, Use-case Diagram (UML) и др. (по выбору). Раздел «Спецификация и обоснование нефункциональных требований» должен отразить требования к программно-технической среде: обоснование выбора комплекса технических средств, сетевой архитектуры, программного обеспечения, ОС, СУБД, и т.д.; пользовательские требования: к быстродействию, надежности, информационной безопасности, эргономике системы и др. В рамках данного параграфа обосновывается выбор инструментальной среды, в которой разрабатывается имитационная модель (AnyLogic и др.) По умолчанию, студентом выбирается среда имитационного моделирования AnyLogic. Выбор другой среды в обязательном порядке согласовывается с руководителем контрольной работы.

Вторая глава является практической и посвящена построению имитационной модели и проведению серии экспериментов. Следующие параграфы посвящены описанию разработанной имитационной модели в среде AnyLogic (или другой). Параграф «*Информационное и математическое обеспечение*» содержит описание входных и выходных данных модели, структуру базы данных (при наличии). Параграф «Математическое обеспечение» посвящен описанию основных формул расчета показателей, используемых в модели, математические модели и алгоритмы, используемые в разработке имитационной модели. При построении имитационной модели целесообразно использовать результаты, полученные в параграфах 1.2 и 1.3. Параграф «*Проектирование имитационной модели*» содержит описание общей структуры разработки. Здесь уместно построить диаграмму классов (UML), описать агенты модели и раскрыть связи между классами (агентами) модели. Пункт «*Описание алгоритмов модели*» содержит подробное описание всех агентов имитационной модели. Необходимо описать все схемы, процессы с указанием используемых элементов и их кратким описанием. Обязательно необходимо описать свойства каждого элемента модели, для чего он использован и пр.

Пункт «*Проектирование пользовательского интерфейса*» содержит описание пользовательского интерфейса (на этапе его проектирования с описание структурных составляющих) и структуру диалога (краткое руководство пользователя).

Параграф *«Планирование и проведение машинных экспериментов»* состоит из нескольких пунктов. Сначала подробно описывается процесс планирования серии машинных экспериментов, определяются задачи тактического планирования и стратегического (факторный анализ, анализ поверхностного отклика и др.). Затем описывается само проведение экспериментов. В работе должны быть представлены три типа экспериментов: простой, оптимизационный и третий на выбор. Экспериментов простого типа должно быть не менее 5-ти, оптимизационного не менее 2-х. В параграфе *«Анализ и интерпретация полученных результатов»* должны быть подведены итоги моделирования. Здесь отражаются основные полученные результаты, дается их характеристика и предлагаются управленческие методы по изменению системы.

Порядок представления на проверку и защита контрольной работы

Защита контрольной работы проводится в следующем порядке:

а) не позднее, чем за две недели до защиты контрольной работы студентом руководитель рассматривает код написанной программы (или демонстрационные примеры использования выбранной технологии) и допускает до защиты;

б) студент оформляет контрольную работу и готовит доклад для выступления;

в) защита выполняется публично, путем доклада перед комиссией, в которой обязательно присутствует преподаватель дисциплины и другие преподаватели. В результате защиты оценивается сложность работы, качество оформления материалов, выполненный доклад. На основании усреднения баллов членов комиссии выставляется оценка, даются рекомендации по публикации результатов, размещении результатов проекта на сайте кафедры.

После защиты контрольной работы студент получает окончательную оценку, которая проставляется в зачетной книжке и в ведомости.

Контрольная работа позволяет студенту обобщить и систематизировать полученные ранее знания, углубить их в области экономических дисциплин, развить способности к творческому мышлению в сфере управления предприятием, а также является фундаментом для подготовки выпускной квалификационной работы.

Темы контрольных работ

Тематика работ выбирается студентом самостоятельно, по согласованию с преподавателем. Ниже представлены примерные темы курсовых работ.

1. Разработка имитационной модели Уральского клинического лечебно-реабилитационного центра

2. Анализ и моделирование системы метрополитена города Токио/Москвы/Лондона

3. Анализ и имитационное моделирование российского рынка акций

4. Имитационное моделирование перевозки пассажиров на междугородних автобусах

5. Моделирование глобального потепления

6. Имитационная модель функционирования системы доставки запасных частей

7. Моделирование структуры стада молочной фермы

8. Исследование эффективности компьютерных сетей

9. Имитационное моделирование сельского хозяйства

10. Потоковая модель производства этилового спирта из древесной щепы и анализ основных расходов

11. Имитационное моделирование ресторана быстрого питания

12. Разработка модели производства фанеры

13. Оптимизация транспортной сети города на примере автобусного маршрута №…

14. Моделирование дорожной сети микрорайона «Академический»

15. Совершенствование системы управления предприятием быстрого питания на основе имитационного моделирования

16. Моделирование офиса по оказанию консультационных услуг

17. Управление программными проектами с использованием имитационного моделирования

18. Управление производственными процессами с использованием имитационного моделирования

19. Управление жизненным циклом наукоемкой продукции методами имитационного моделирования

20. Моделирование автоматизации технологических процессов и производств

21. Моделирование вертикально-интегрированных нефтяных компаний

22. Управление организациями здравоохранения на основе имитационного моделирования

23. Анализ динамики развития города

24. Моделирование погрузочно-разгрузочных работ на предприятии

25. Моделирование торгового центра «Гринвич» / «Мега»

26. Моделирование рынка ценных бумаг

27. Системная динамика в задачах поведения рынка олигополии

28. Совершенствование управления транспортными потоками города с использованием имитационного моделирования

29. Моделирование развития автосервисной системы

30. Агентное моделирование жилищно-коммунальной сферы

31. Имитационное моделирование механизмов государственной антикоррупционной политики

32. Совершенствование организации бизнес-процессов в сельскохозяйственной организации на основе имитационного моделирования

33. Имитационное моделирование анализа и управления рисками

34. Имитация сложных систем и логистический реинжиниринг

35. Применение агентного моделирования для анализа и прогнозирования спроса на энергоресурсы

36. Имитационное моделирование в банковском деле

37. Использование агентного моделирования в бизнес-планировании

38. Построение виртуального предприятия и управление рисками с помощью метода анализа иерархий и статистического моделирования

39. Имитационное моделирование как инструмент оценки инженерных решений

40. Моделирование межфирменных взаимодействий при создании объектов новой техники

41. Моделирование систем поллинга

42. Имитационное моделирование планирования и оперативного управления выбором маршрута доставки

Основные требования по оформлению контрольной работы

Общие требования

Контрольная работа должна быть выполнена на одной стороне листа белой бумаги формата А4. Текст работы должен быть подготовлен компьютерным способом в текстовом редакторе MS Word (тип шрифта –Times new roman; размер шрифта – 14 пт; межстрочный интервал – 1,5; цвет шрифта – чёрный, равномерная плотность, контрастность и четкость изображения) и распечатан.

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах и формулах, применяя курсив, полужирный шрифт не применяется. Не допускается цветовое оформление заголовков рисунков, предложений и отдельных слов, а также вложение листов в отдельные файлы.

В печатном тексте допускается вписывание отдельных слов, формул, знаков только черными чернилами или черной тушью.

Текст работы следует печатать, соблюдая поля (правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 30 мм), абзацный отступ – 1,25 см. Рамки, ограничивающие текст, не вычерчиваются.

Описание работы следует излагать научным языком, просто, сжато и логически последовательно.

Следует избегать повторов, лишних слов, затрудняющих восприятие текста. В тексте всей работы необходимо соблюдать единообразие терминов, обозначений, символов.

Сокращение русских слов и словосочетаний допускается при условии соблюдения требований ГОСТ 7.12–93 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила».

В тексте контрольной работы допускаются общепринятые сокращения и аббревиатуры, установленные правилами орфографии и соответствующими нормативными документами, например: год – г., годы – гг., и так далее – и т. д., метр – м, тысяч – тыс., миллион – млн, миллиард – млрд, триллион – трлн, страница – с., Российская Федерация – РФ, общество с ограниченной ответственностью – ООО.

При использовании авторской аббревиатуры необходимо при первом ее упоминании дать полную расшифровку, например: «… Уральский государственный экономический университет (далее – УрГЭУ)…».

Не допускается использование сокращений и аббревиатур в заголовках письменной работы, глав и параграфов.

В тексте следует избегать личных местоимений, заменяя их безличными формами (вместо «я считаю» следует писать «автор считает» или «считается»).

При необходимости в тексте контрольной работы могут быть приведены перечисления. Перед каждым элементом перечисления следует ставить дефис (иные маркеры не допустимы!).

Например:

«….заключение содержит:

– краткие выводы;

– оценку решений;

– разработку рекомендаций».

При необходимости ссылки в тексте работы на один из элементов перечисления вместо дефиса ставятся строчные буквы в порядке русского алфавита, начиная с буквы а (за исключением букв ё, з, й, о, ч, ъ, ы, ь). Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа. Например:

а) …;

б) …;

1) …;

2) …;

в) … .

Страницы контрольной работы нумеруются арабскими цифрами внизу, по центру. Номер страницы не ставится на титульном листе и содержании, но они входят в общую нумерацию страниц так же, как и приложения. Иллюстрации по тексту работы, расположенные на отдельных листах, и страницы приложений нумеруются.

Оформление структурных элементов контрольной работы

Структурными элементами контрольной работы являются: содержание, введение, основная часть, заключение, список использованных источников.

Каждый структурный элемент контрольной работы необходимо начинать с новой страницы. Следующий параграф внутри одной главы начинается через 2 межстрочных интервала на том же листе, где закончился предыдущий.

Расстояние между заголовком структурного элемента и текстом, заголовками главы и параграфа, заголовком параграфа и текстом составляет 2 межстрочных интервала.

Наименования структурных элементов контрольной работы («СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ» и т.д.) служат заголовками структурных элементов. Данные наименования пишутся по центру страницы прописными (заглавными) буквами без точки в конце и без подчеркивания.

Главы и параграфы основной части должны иметь заголовки. Их следует нумеровать арабскими цифрами и записывать по центру страницы прописными (заглавными) буквами без точки в конце, не подчеркивая. Номер главы указывается цифрой (например, 1, 2, 3), номер параграфа включает номер главы и порядковый номер параграфа, разделенные точкой (например, 1.1, 2.1, 3.3). После номера главы и параграфа в тексте точку не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в

заголовках не допускаются. Не допускается писать заголовок параграфа на одном листе, а его текст – на другом.

Использование и оформление рисунков

В контрольной работе для наглядности, уменьшения физического объема сплошного текста следует использовать иллюстрации – графики, схемы, диаграммы, чертежи, рисунки и фотографии. Все иллюстрации именуются рисунками. Их количество зависит от содержания работы и должно быть достаточно для того, чтобы придать ей ясность и конкретность.

Рисунки должны быть созданы с помощью инструментов Microsoft Word, возможно использование цвета. При цветном исполнении рисунков следует использовать принтер с возможностью цветной печати. При использовании в рисунках черно-белой печати следует применять черно-белую штриховку элементов рисунка.

На все рисунки должны быть даны ссылки в тексте работы, например: «... в соответствии с рисунком 2 …» или «… тенденцию к снижению (рисунок 2)».

Рисунки следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые (при наличии достаточного пространства для помещения рисунка со всеми поясняющими данными), или на следующей странице. Если рисунок достаточно большой по размерам или если в нем имеется много детализированной информации, его можно размещать на отдельном листе. Допускается поворот рисунка по часовой стрелке (если он выполнен на отдельном листе). Рисунки, размеры которых больше формата А4, учитывают как одну страницу и размещают в приложениях.

Рисунки, за исключением рисунков в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждый рисунок (схема, график, диаграмма), обозначаемый словом «Рисунок», должен иметь заголовок и подписываться следующим образом – посередине строки без абзацного отступа, например:

Рисунок 1 – Структура администрации района

Если на рисунке отражены показатели, то после заголовка рисунка через запятую указывается единица измерения, например:

Рисунок 1 – Структура издержек, %

Рисунки каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения (например, рисунок А.3).

Если рисунок взят из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

Рисунок 2 – Система работы с кадрами [8, с. 15]

Если рисунок является авторской разработкой, необходимо после заголовка рисунка поставить знак сноски и указать в форме подстрочной сноски внизу страницы, на основании каких источников он составлен, например:

_____

[1] Составлено автором по: [15, 23, 42].

При необходимости между рисунком и его заголовком помещаются поясняющие данные (подрисуночный текст), например, легенда.

Использование и оформление таблиц

В контрольной работе фактический материал в обобщенном и систематизированном виде может быть представлен в виде таблиц для наглядности и удобства сравнения показателей.

На все таблицы должны быть ссылки в работе. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера, например: «…в таблице 2 представлены …» или «… характеризуется показателями (таблица 2)».

Таблицу следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Таблицы, за исключением таблиц в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждая таблица должна иметь заголовок, который должен отражать ее содержание, быть точным, кратким. Заголовок таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире, например:

Таблица 1 – Динамика показателей за 2010–2011 гг.

Если таблица взята из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

Таблица 1 – Источники набора персонала [15, с. 35]

Если таблица является авторской разработкой, необходимо после заголовка таблицы поставить знак сноски и указать в форме подстрочной сноски внизу страницы, на основании каких источников она составлена, например,

---

[1] Составлено автором по: [1, 3, 10].

Располагают таблицы на странице обычно вертикально. Помещенные на отдельной странице таблицы могут быть расположены горизонтально, причем графа с наименованиями показателей должна размещаться в левой части страницы. Таблицы ограничивают линиями.

Таблицу с большим числом строк допускается переносить на другую страницу. При переносе части таблицы на другую страницу слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы. На странице, на которую перенесена часть таблицы, слева пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием номера таблицы и повторением шапки таблицы.

Если таблица переносится, то на странице, где помещена первая часть таблицы, нижняя ограничительная линия таблицы не проводится. Это же относится к странице (страницам), где помещено продолжение (продолжения) таблицы. Нижняя ограничительная линия таблицы проводится только на странице, где помещено окончание таблицы.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Примечания к таблице (подтабличные примечания) размещают непосредственно под таблицей в виде: а) общего примечания; б) сноски; в) отдельной графы или табличной строки с заголовком. Выделять примечание в отдельную графу или строку целесообразно лишь тогда, когда примечание относится к большинству строк или граф. Примечания к отдельным заголовкам граф или строк следует связывать с ними знаком сноски. Общее примечание ко всей таблице не связывают с ней знаком сноски, а помещают после заголовка «Примечание» или «Примечания», оформляют как внутритекстовое примечание.

Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте работы, но не менее 10 пт.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице измерения, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа. Если показатели таблицы выражены в разных единицах измерения, то обозначение единицы измерения указывается после наименования показателя через запятую. Допускается при необходимости выносить в отдельную графу обозначения единиц измерения.

Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками. Если повторяющийся текст состоит из двух или более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее – кавычками. Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения. При наличии горизонтальных линий текст необходимо повторять. Если в ячейке таблицы приведен текст из нескольких предложений, то в последнем предложении точка не ставится.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначения нормативных материалов, марок материалов не допускается.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире). Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим, если они относятся к одному показателю. В одной графе должно быть соблюдено, как правило, одинаковое количество десятичных знаков для всех значений величин.

Если таблицы размещены в приложении, их нумерация имеет определенные особенности. Таблицы каждого приложения нумеруют отдельной нумерацией арабскими цифрами. При этом перед цифрой, обозначающей номер таблицы в приложении, ставится буква соответствующего приложения, например:

Таблица В.1.– Динамика показателей за 2010–2011 гг.

Если в документе одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении (допустим, В).

Использование и оформление формул

Для составления математических формул используется редактор формул Microsoft Word.

Формулы и уравнения следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы и уравнения необходимо оставлять не менее одной свободной строки.

Формулы следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всей работы арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке, например:

$$R = Xmax – Xmin, \quad (4)$$

Формулы, размещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например, формула (В.1).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках. Например: «.. в формуле (1)…».

В качестве символов физических величин в формуле следует применять обозначения, установленные соответствующими нормативными документами. Пояснение символов и числовых коэффициентов, если они не пояснены ранее, должны быть приведены непосредственно под формулой, после которой ставится запятая.

Пояснение каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться без абзацного отступа со слова «где» (без двоеточия). Например:

$$R = Xmax – Xmin, \quad (4)$$

где Xmax – максимальное значение контролируемого параметра в выборке;

Xmin – минимальное значение контролируемого параметра в выборке.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, отделяют запятой.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак «х».

Порядок оформлений математических уравнений идентичен порядку оформления формул.

Оформление программного кода

Программный код на любом языке программирования оформляется следующим образом: шрифт – Courier New, 12 пт, межстрочный интервал – 1,15. Остальные требования аналогичны обычному тексту.

Перед написанием кода пишется слово «Листинг» и через пробел указывается его номер в контрольной работе (сквозная нумерация).

Пример оформления части программного кода:

```
Листинг 1. Программа Hello World
public class Hello {
```

```
    public static void main(String args[]) {
        System.out.println("Hello, world!");
    }
}
```

Оформление примечаний и ссылок

При необходимости пояснить содержание текста, таблицы или иллюстрации в контрольной работе следует помещать примечания. Их размещают непосредственно в конце страницы, таблицы, иллюстрации, к которым они относятся, и печатают с прописной буквы с абзацного отступа после слова «Примечание» или «Примечания». Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Если их несколько, то после слова «Примечания» ставят двоеточие и каждое примечание печатают с прописной буквы с новой строки с абзацного отступа, нумеруя их по порядку арабскими цифрами.

Цитаты, а также все заимствованные из печати данные (нормативы, цифры и др.), должны иметь библиографическую ссылку на первичный источник. Ссылка ставится непосредственно после того слова, числа, символа, предложения, по которому дается пояснение, в квадратных скобках. В квадратных скобках указывается порядковый номер источника в соответствии со списком использованных источников и номер страницы, с которой взята информация, например: [3, с. 15].

Приводимые в работе цитаты должны быть по возможности краткими. Если цитата полностью воспроизводит предложение цитируемого текста, она начинается с прописной буквы. Если цитата включена на правах части в предложение авторского текста, она пишется со строчной буквы. Если в цитату вошла только часть предложения цитируемого источника, то либо после кавычки ставится многоточие и цитата начинается с маленькой буквы, либо цитата начинается с большой буквы и заканчивается многоточием, например: Ф.Котлер подчеркивал, что современный маркетинг «...все в большей степени ориентируется на удовлетворение потребностей индивидуального потребителя» [26, с. 84].

Правила оформления списка использованных источников

Список должен содержать сведения об источниках, использованных при написании контрольной работы. Сведения об источниках приводятся в следующем порядке:

- официальные материалы;
- книги, статьи, материалы конференций и семинаров;

˜ статистические сборники, инструктивные материалы, методические рекомендации, реферативная информация, нормативно-справочные материалы;

˜ иностранная литература;

˜ интернет-сайты.

В списке использованных источников применяется сквозная нумерация с применением арабского алфавита. Все объекты печатаются единым списком, группы объектов не выделяются.

Объекты описания списка должны быть обозначены терминами в квадратных скобках[1]:

˜ [Видеозапись];

˜ [Мультимедиа];

˜ [Текст];

˜ [Электронный ресурс].

При занесении источников в список литературы следует придерживаться установленных правил их библиографического описания. Например:

Официальные материалы. В начале списка дается перечень использованных нормативных правовых актов федерального уровня в следующем порядке: международные нормативно-правовые акты, Конституция, кодексы, федеральные законы, указы Президента РФ, постановления Правительства РФ, нормативно-правовые акты иных федеральных органов государственной власти. Нормативные правовые акты одного уровня располагаются в хронологическом порядке, от принятых в более ранние периоды к принятым в более поздние периоды.

После федеральных нормативно-правовых актов перечисляются нормативно-правовые акты регионального, а затем муниципального уровней в том же порядке.

Примеры оформления нормативно-правовых актов:

1. Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов власти субъектов Российской Федерации [Текст]: Федеральный закон РФ от 06.10.1999. N 184-ФЗ //Собрание законодательства РФ. –1999.– №43.

2. О порядке разработки и утверждения административных регламентов исполнения государственных функций (предоставления государственных услуг) [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 11.11.2005 г. N 679. – Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа: http://www.consultant.ru.

---

[1] Полный перечень см. в: Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления [Текст]: ГОСТ 7.1-2003.

Книги, статьи, материалы конференций и семинаров. Располагаются по алфавиту фамилии автора или названию, если книга печатается под редакцией. Например:

3. Боголюбов, А.Н. О вещественных резонансах в волноводе с неоднородным заполнением [Текст] / А.Н. Боголюбов, А.Л. Делицын, М.Д. Малых // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3, Физика. Астрономия. – 2001. – N 5. – С. 23–25.

4. Голубков, Е.П. Маркетинг как концепция рыночного управления [Текст] // Маркетинг в России и за рубежом. – 2001. – N 1. – С. 89–104.

5. Государственные и муниципальные финансы [Текст] : учебник / Под ред. проф. С.И. Лушина, проф. В.А. Слепова. – М.: Экономист, 2006. – 280 с.

6. Двинянинова, Г.С. Комплимент: Коммуникативный статус или стратегия в дискурсе [Текст] / Г.С. Двинянинова // Социальная власть языка: сб. науч. тр. / Воронеж. межрегион. ин-т обществ. наук, Воронеж. гос. ун-т, Фак. романо-герман. истории. – Воронеж, 2001. – С. 101–106.

7. История России [Текст] : учеб. пособие для студентов всех специальностей / В.Н. Быков [и др.] ; отв. ред. В.Н. Сухов ; М-во образования Рос. Федерации, С.-Петерб. гос. лесотехн. акад. – 2-е изд., перераб. и доп. / при участии Т.А. Суховой. – СПб.: СПбЛТА, 2001. – 231 с.

8. Семенов, В.В. Философия: итог тысячелетий. Философская психология [Текст] / В.В. Семенов; Рос. акад. наук, Пущин. науч. центр, Ин-т биофизики клетки, Акад. проблем сохранения жизни. – Пущино: ПНЦ РАН, 2000. – 64 с.

9. Черткова, Е.Л. Утопия как способ постижения социальной действительности [Электронный ресурс] / Е.Л. Черткова // Социемы: журнал Уральского гос. ун-та. – 2002. – N 8. – Режим доступа: http://www2/usu.ru/philosoph/chertkova.

10. Юридический советник [Электронный ресурс]. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : зв., цв. ; 12 см. – Прил.: Справочник пользователя [Текст] / сост. В.А. Быков. – 32 с.

Статистические сборники, инструктивные материалы, методические рекомендации, реферативная информация, нормативно-справочные материалы. Располагаются по алфавиту. Например:

11. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования [Текст]: ГОСТ Р 517721-2001. – Введ. 2002-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 34 с.

12. Временные методические рекомендации по вопросам реструктуризации бюджетной сферы и повышения эффективности расходов региональных и местных бюджетов (Краткая концепция реструктуризации государственного и муниципального сектора

и повышения эффективности бюджетных расходов на региональном и местном уровнях) [Текст]. – М.: ИЭПП, 2006. – 67 с.

13. Свердловская область в 1992-1996 годах [Текст]: Стат. сб. / Свердл. обл. комитет гос. статистики Госкомстата РФ. – Екатеринбург, 1997. – 115 с.

14. Социальное положение и уровень жизни населения России в 2010 г. [Текст]: Стат. сб. / Росстат. – М., 2002. – 320 с.

15. Социально-экономическое положение федеральных округов в 2010 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru.

Иностранная литература. Располагается по алфавиту. Например:

16. An Interview with Douglass C. North [Text] // The Newsletter of The Cliometric Society. – 1993. – Vol. 8. – N 3. – P. 23–28.

17. Burkhead, J. The Budget and Democratic Government [Text] / Lyden F.J., Miller E.G. (Eds.) / Planning, Programming, Budgeting. Markham : Chicago, 1972. 218 p.

18. Miller, D. Strategy Making and Structure: Analysis and Implications for Performance [Text] // Academy of Management Journal. – 1987. – Vol. 30. – N 1. – P. 45–51.

Интернет-сайты. Например:

19. Министерство финансов Российской Федерации: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.minfin.ru

20. Российская книжная палата: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bookchamber.ru

Правила оформления приложений

В приложения рекомендовано включать материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть: материалы, дополняющие работу; промежуточные математические доказательства, формулы и расчеты; таблицы вспомогательных цифровых данных; инструкции, методики, описания алгоритмов и программ задач, иллюстрации вспомогательного характера; нормативные акты, например, должностные инструкции. В приложения также включают иллюстрации, таблицы и распечатки, выполненные на листах формата А3.

Приложения оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах после списка использованных источников.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ (ПРИЛОЖЕНИЕ А, ПРИЛОЖЕНИЕ Б,

ПРИЛОЖЕНИЕ В и т.д.). Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Само слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» пишется прописными (заглавными) буквами.

Если в работе одно приложение, оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

Каждое приложение следует начинать с новой страницы. При этом слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его буквенное обозначение пишутся с абзацного отступа.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают на следующей строке после слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» с абзацного отступа. Заголовок пишется с прописной буквы.

В тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки, например: «… в приложении Б…». Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте работы.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Оформление содержания

В содержании контрольной работы наименования структурных элементов указываются с левого края страницы, при этом первая буква наименования является прописной (заглавной), остальные буквы являются строчными, например:

Введение 3

1. Постановка задачи 5

1.1 Цели и задачи разрабатываемой системы 5

1.2 Входная, нормативно-справочная и выходная информация 7

1.3 Перечень используемых функций 9

2. Теоретические аспекты создания клиент-серверных приложений 10

2.1 Клиент-серверные приложения: основные положения 10

……

3. Алгоритмы разработки игровых приложений 15

……

Заключение 30

Список использованных источников 32

Приложение А 33

Не ставятся точки между названием элемента содержания и номером страницы.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для написания контрольной работы

а) основная литература

1. *Кислицын*, Е. В. Основы компьютерного имитационного моделирования [Текст] : учебное пособие / Е. В. Кислицын, В. К. Першин ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. гос. экон. ун-т. - Екатеринбург : [Издательство УрГЭУ], 2014. - 221 с. http://lib.usue.ru/resource/limit/ump/14/p482037.pdf
2. *Кислицын*, Е. В. Компьютерное имитационное моделирование: системная динамика и агенты [Текст]: учебное пособие / Е. В. Кислицын, В. К. Першин ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. гос. экон. ун-т. - Екатеринбург : [Издательство УрГЭУ], 2016. - 122 с.
3. *Лычкина*, Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 080101 "Прикладная информатика в управлении" / Н. Н. Лычкина. - Москва : ИНФРА-М, 2014. - 254 с. http://znanium.com/go.php?id=429005

б) дополнительная литература

1. *Каталевский*, Д. Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении [Текст] : учебное пособие / Д. Ю. Каталевский ; Рос. акад. нар. хоз-ва и гос. службы при Президенте Рос. Федерации. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Дело, 2015. - 495 с.
2. *Кобелев*, Н. Б. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Б. Кобелев, В. В. Девятков, В. А. Половников ; под ред. Н. Б. Кобелева. - Москва : КУРС: ИНФРА-М, 2013. - 368 с. http://znanium.com/go.php?id=361397
3. *Кобелев*, Н. Б. Имитационное моделирование объектов с хаотическими факторами [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика» / Н. Б. Кобелев. - Москва : КУРС: ИНФРА-М, 2016. - 192 с. http://znanium.com/go.php?id=535221
4. *Математические* и инструментальные методы экономики [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 080801 "Приклад. информатика" и экономическим специальностям / [П. В. Акинин [и др.]. - 2-е изд., стер. - Москва : КноРус, 2014. - 229 с.
5. *Орлова*, Ирина Владленовна. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Статистика" и др. экон. специальностям / И. В. Орлова, В. А. Половников. - Москва : Вузовский учебник, 2009. - 364 с.
6. *Компьютерное* моделирование [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 02.03.03 математическое обеспечение и администрирование информационных систем (квалификация "бакалавр") / В. М. Градов [и др.]. - Москва : КУРС: ИНФРА-М, 2017. - 264 с. http://znanium.com/go.php?id=603129