

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных систем управления

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ

к.т.н. Рева И. Л.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Имитационное моделирование

Образовательная программа: 09.03.03 Прикладная информатика, профиль: Прикладная информатика в экономике

Курс: 4, семестр : 7

Факультет автоматики и вычислительной техники,

		Семестр
№	Вид деятельности	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	63
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	10
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	7
10	Самостоятельная работа, час.	81
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	КР
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 09.03.03 Прикладная информатика

ФГОС введен в действие приказом №207 от 12.03.2015 г. , дата утверждения: 27.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 09.03.03 Прикладная информатика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

АСУ, протокол заседания кафедры №7 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета автоматике и вычислительной техники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.т.н. Мезенцев Ю. А.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Гриф М. Г.

Ответственный за образовательную программу:

профессор Мезенцев Ю. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОК.7 способность к самоорганизации и самообразованию; в части следующих результатов обучения:	
33. знать особенности профессионального развития личности	
у1. уметь выстраивать индивидуальные образовательные траектории, профессиональный рост и карьеру	
Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования; в части следующих результатов обучения:	
35. знать основные понятия теории систем, системного анализа и математического моделирования	
у1. уметь использовать методы статистического, системного, процессного анализа в профессиональной деятельности	
Компетенция ФГОС: ПК.23 способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач; в части следующих результатов обучения:	
36. знать основные методы и инструментальные средства для решения прикладных задач на основе системного подхода	
у5. уметь применять математические методы и инструментальные средства системного анализа, оптимизации и исследования операций для решения задач управления в профессиональной деятельности	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Имитационное моделирование</i>	
ОПК.2.35 знать основные понятия теории систем, системного анализа и математического моделирования	
1. знать основные понятия теории систем, системного анализа и математического моделирования	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.2.у1 уметь использовать методы статистического, системного, процессного анализа в профессиональной деятельности	
2. о возможностях инструментария экономико-математического и имитационного моделирования в управлении экономическими системами	Лекции
3. о тенденциях развития информационных систем управления бизнес - процессами, методов и средств поддержки решений в экономике	Лекции; Самостоятельная работа
4. объект (информационные системы управления бизнес-процессами и их компоненты) и предмет курса (технологии разработки стратегий управления бизнес-процессами), задачи курса (методы и средства построения функциональных, имитационных и оптимизационных моделей бизнес-процессов с целью выбора рациональных, в некотором смысле наилучших стратегий управления), место имитационного моделирования как дисциплины среди других дисциплин учебного процесса;	Практические занятия; Самостоятельная работа
5. принципы построения функциональных, имитационных и оптимизационных моделей объектов и процессов для конкретных предметных областей, методы формализации и реализации моделей управления процессами в данных областях	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
6. методологию разработки управленческих решений, на основе анализа формальных и имитационных моделей бизнес - процессов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
7. основные объекты модели фирмы с учетом ее взаимодействия с рынком, с банками, с бюджетом, с поставщиками, с наемным трудом	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

8.строить формальные (дескриптивные и нормативные) динамические модели процессов на предприятиях и в организациях различных отраслей экономики	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
9.пользоваться программным обеспечением для реализации математических и имитационных моделей, выполнения прогнозных и плановых расчетов на их основе	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
10.представлять и интерпретировать результаты решения поставленных задач, производить описание результатов курсового проектирования в удобном для восприятия виде	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
11.применения математических моделей и методов для анализа, расчетов, оптимизации детерминированных и случайных информационных процессов в предметной области; современного программирования и использования возможностей вычислительной техники и специального программного обеспечения систем моделирования и оптимизации; решения формализуемых и трудно формализуемых задач.	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОК.7.33 знать особенности профессионального развития личности	
12.знать особенности профессионального развития личности	Лекции; Самостоятельная работа
ОК.7.у1 уметь выстраивать индивидуальные образовательные траектории, профессиональный рост и карьеру	
13.уметь выстраивать индивидуальные образовательные траектории, профессиональный рост и карьеру	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.23.36 знать основные методы и инструментальные средства для решения прикладных задач на основе системного подхода	
14.знать основные методы и инструментальные средства для решения прикладных задач на основе системного подхода	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.23.у5 уметь применять математические методы и инструментальные средства системного анализа, оптимизации и исследования операций для решения задач управления в профессиональной деятельности	
15.уметь применять математические методы и инструментальные средства системного анализа, оптимизации и исследования операций для решения задач управления в профессиональной деятельности	Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Статические и динамические модели в экономике.				

1. Структура курса ИМЭП. Используемые понятия.	0	2	1, 12, 2	Изучает: Связь курса с другими дисциплинами учебного плана. Особенности предмета курса. Структурные информационные модели, модели оптимального управления бизнес-процессами, имитационные модели экономических процессов. Взаимосвязи между ними, технологии построения моделей и синтеза управленческих решений на их основе.
Дидактическая единица: Моделирование в задачах объемного и календарного планирования.				
4. Структурные функциональные, оптимизационные и имитационные модели в управлении.	0	4	14, 5, 6, 8	Изучает: Структурный анализ бизнес-процессов. Функциональные модели и , уровни детализации функциональной модели. Процесс создания трех взаимосвязанных моделей функциональной структурной, имитационной и динамической оптимизационной моделей управления бизнес-процессом. Задачи прогнозирования и планирования в производстве и бизнесе, управления товарными потоками, финансовыми ресурсами, управления запасами, задачи оперативного управления. Особенности компьютерной реализации решения задач каждого из направлений.
Дидактическая единица: Инструменты имитационного моделирования СМО.				
5. Стохастическая модель оптимального инвестиционного портфеля в постановке Марковица.	0	4	6, 7, 8	Изучает алгоритмы анализа и оптимизации стохастической задачи.
6. Имитационное моделирование в среде GPSS World. Знакомство с языком моделирования дискретных процессов GPSS. Имитационное моделирование работы производственного участка цеха.	0	2	12, 14, 7	Изучает средства языка имитационного моделирования дискретных процессов GPSS;
Дидактическая единица: Имитационное моделирование при решении задач календарного планирования.				

6. Функционально - имитационное моделирование проектов на основе сетевых графиков в СИМ Arena.	0	2	10, 13, 14, 6, 7, 8	Учится строить сетевой график для заданной последовательности операций проекта в представлении "узел-операция"; и реализовывать ФМ процесса выполнения проекта средствами СИМ Arena при фиксированных длительностях операций;
8. Функционально - имитационное моделирование работы производственного участка цеха в СИМ Arena.	0	4	2, 3, 5, 6, 7	Деятельность студента: Изучает возможности использования подмоделей в СИМ Arena; реализует средствами СИМ Arena под-модели, описывающие функционирование одноканальных и многоканальных устройств; в соответствии с заданной технологической последовательностью строит имитационную модель производственного участка с использованием подмоделей станков; проводит имитационные эксперименты при случайных длительностях выполнения технологических операций; генерирует отчеты и интерпретирует результаты имитационных экспериментов.

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Инструменты имитационного моделирования СМО.				

3. Имитационное моделирование в среде GPSS World. Знакомство с языком моделирования дискретных процессов GPSS. Имитационное моделирование работы производственного участка цеха.	1	6	10, 15, 8, 9	Изучает средства языка имитационного моделирования дискретных процессов GPSS; с учетом технологической последовательности работ строит имитационную модель работы производственного участка цеха средствами системы GPSS World; проводит имитационный эксперимент, выявляет основные характеристики процесса средствами GPSS; предлагает способы модификации участка цеха с целью повышения эффективности его работы.
Дидактическая единица: Имитационное моделирование при решении задач календарного планирования.				
1. Функционально - имитационное моделирование работы производственного участка цеха в СИМ Arena.	1	8	10, 11, 13, 15, 8, 9	Изучает возможности использования подмоделей в СИМ Arena; реализует средствами СИМ Arena под-модели, описывающие функционирование одноканальных и многоканальных устройств; в соответствии с заданной технологической последовательностью строит имитационную модель производственного участка с использованием подмоделей станков; проводит имитационные эксперименты при случайных длительностях выполнения технологических операций; генерирует отчеты и интерпретирует результаты имитационных экспериментов.

2. Функционально - имитационное моделирование проектов на основе сетевых графиков в СИМ Arena.	1	4	10, 15, 6, 8, 9	Строит сетевой график для заданной последовательности операций проекта в представлении "узел-операция"; реализует ФМ процесса выполнения проекта средствами СИМ Arena при фиксированных длительностях операций; производит проверку работоспособности имитационной модели, сопоставляя результаты с МКП; проводит имитационные эксперименты при случайных длительностях выполнения операций; генерирует отчеты и сопоставляет результаты имитационных экспериментов с результатами ПЕРТ и ГЕРТ анализа.
--	---	---	-----------------	---

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Моделирование экономической динамики и имитация на основе дескриптивных моделей.				
2. Структурные функциональные, оптимизационные и имитационные модели в управлении.	2	4	4, 5, 6, 7, 8, 9	Изучает: Структурный анализ бизнес-процессов. Функциональные модели и , уровни детализации функциональной модели. Процесс создания трех взаимосвязанных моделей функциональной структурной, имитационной и динамической оптимизационной моделей управления бизнес-процессом. Задачи прогнозирования и планирования в производстве и бизнесе, управления товарными потоками, финансовыми ресурсами, управления запасами, задачи оперативного управления. Особенности компьютерной реализации решения задач каждого из направлений.
Дидактическая единица: Моделирование в задачах объемного и календарного планирования.				

5. Имитационное моделирование в среде GPSS World. Знакомство с языком моделирования дискретных процессов GPSS. Имитационное моделирование работы производственного участка цеха.	2	4	14, 4, 5, 8, 9	Изучает средства языка имитационного моделирования дискретных процессов GPSS; с учетом технологической последовательности работ строит имитационную модель работы производственного участка цеха средствами системы GPSS World.
Дидактическая единица: Инструменты имитационного моделирования СМО.				
3. Функционально - имитационное моделирование проектов на основе сетевых графиков в СИМ Arena.	1	4	10, 11, 8, 9	Изучает возможности использования подмоделей в СИМ Arena; реализует средствами СИМ Arena под-модели, описывающие функционирование одноканальных и многоканальных устройств;
4. Функционально - имитационное моделирование проектов на основе сетевых графиков в СИМ Arena.	2	6	10, 11, 13, 9	Изучает возможности использования подмоделей в СИМ Arena; реализует средствами СИМ Arena под-модели, описывающие функционирование одноканальных и многоканальных устройств;

Таблица 3.4

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Моделирование экономической динамики и имитация на основе дескриптивных моделей.				
3. Марковские процессы и модели систем массового обслуживания.	0	7	13, 14, 3, 6	Изучает: Дескриптивные и нормативные модели в экономике. Цепи Маркова, уравнения Колмогорова. Простейшие системы массового обслуживания. Понятия очередей, потоков заявок (транзактов), дисциплин обслуживания. Имитационные модели дискретных процессов, программные средства имитационного моделирования. Планирование компьютерного эксперимента, масштаб времени, датчики случайных чисел.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	Курсовая работа	10, 11, 12, 13, 14, 4, 5, 6, 7, 8, 9	30	2
: Мезенцев Ю. А. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. А. Мезенцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235875 . - Загл. с экрана. Мезенцев Ю. А. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. А. Мезенцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235463 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 4, 6, 7	10	3
: Алетдинова А. А. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Алетдинова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221556 . - Загл. с экрана. Мезенцев Ю. А. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. А. Мезенцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235875 . - Загл. с экрана. Имитационное моделирование экономических процессов : методические указания для проведения лабораторных работ 4 курса факультета бизнеса (дневного отделения) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. А. Мезенцев, А. А. Наумов]. - Новосибирск, 2004. - 56 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2786.rar				
3	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 14, 15, 4, 5, 6, 7, 8, 9	34	2
, подробная информация приведена в приложении №2 : Алетдинова А. А. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Алетдинова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221556 . - Загл. с экрана. Мезенцев Ю. А. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. А. Мезенцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235875 . - Загл. с экрана. Мезенцев Ю. А. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. А. Мезенцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235463 . - Загл. с экрана.				
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	13, 14, 3, 6	7	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.4 : Мезенцев Ю. А. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. А. Мезенцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235875 . - Загл. с экрана. Имитационное моделирование экономических процессов : методические указания для проведения лабораторных работ 4 курса факультета бизнеса (дневного отделения) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. А. Мезенцев, А. А. Наумов]. - Новосибирск, 2004. - 56 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2786.rar				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ; ЭБС
Консультирование	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Дискуссия
Краткое описание применения: Обсуждение темы лабораторной работы, поиск ответов на вопросы к защите лабораторной работы в форме мозгового штурма	

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 7		
Лабораторная:	20	40
Контролирующие материалы приводятся в "Мезенцев Ю. А. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. А. Мезенцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235875 . - Загл. с экрана."		
Практические занятия:	10	20
Контролирующие материалы (тесты) приводятся в "Мезенцев Ю. А. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. А. Мезенцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235463 . - Загл. с экрана."		
Курсовая работа:	50	100 (в состав баллов за КР)
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Мезенцев Ю. А. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. А. Мезенцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235875 . - Загл. с экрана."		
Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Мезенцев Ю. А. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. А. Мезенцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235875 . - Загл. с экрана."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита КП/КР	Экзамен
ОК.7	з3. знать особенности профессионального развития личности		+
	у1. уметь выстраивать индивидуальные образовательные траектории, профессиональный рост и карьеру		+
ОПК.2	з5. знать основные понятия теории систем, системного анализа и математического моделирования		+
	у1. уметь использовать методы статистического, системного, процессного анализа в профессиональной деятельности	+	+
ПК.23	з6. знать основные методы и инструментальные средства для решения прикладных задач на основе системного подхода		+
	у5. уметь применять математические методы и инструментальные средства системного анализа, оптимизации и исследования операций для решения задач управления в профессиональной деятельности		+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Имитационное моделирование экономических процессов в среде Arena / Гусева Е.Н., - 3-е изд. - М.:Флинта, 2016. - 132 с.: ISBN 978-5-9765-1195-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=406038> - Загл. с экрана.
2. Мезенцев Ю. А. Эффективные вычислительные методы решения дискретных задач оптимизации управления производственными процессами : [монография] / Ю. А. Мезенцев. - Новосибирск, 2015. - 273, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000220146. - Парал. тит. л. и огл. англ..
3. Мезенцев Ю. А. Экономико-математические методы и модели [Электронный ресурс] : учебник / Ю. А. Мезенцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2008]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1411_1326364223.rar. - Загл. с экрана.
4. Таха Х. А. Введение в исследование операций / Хемди А. Таха ; [пер. с англ.]. - М. [и др.], 2007. - 901 с. + [1] CD-ROM.

Дополнительная литература

1. Лоу А. М. Имитационное моделирование / Аверилл М. Лоу, В. Дэвид Кельтон ; [пер. с англ. под ред. В.Н. Томашевского]. - СПб. [и др.], 2004. - 846 с. : ил., табл.
2. Вагнер Г. Основы исследования операций. Т.1 / Г. Вагнер ; пер. с англ. Б. Т. Вавилова. - М., 1972. - 335, [1] с.
3. Вагнер Г. Основы исследования операций. Т. 2 / Г. Вагнер ; пер. с англ. В. Я. Алтаева. - М., 1973. - 486, [2] с. : табл., схемы
4. Вагнер Г. Основы исследования операций. Т.3 / Г. Вагнер ; пер. с англ. Б. Т. Вавилова. - М., 1973. - 501, [1] с.
5. Мезенцев Ю. А. Экономико-математические методы : учебное пособие / Ю. А. Мезенцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 212 с. : ил.

6. Альсова О. К. Имитационное моделирование систем в среде ExtendSim : учебное пособие / О. К. Альсова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 101, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000227593

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Мезенцев Ю. А. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. А. Мезенцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235875. - Загл. с экрана.
2. Мезенцев Ю. А. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. А. Мезенцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235463. - Загл. с экрана.
3. Имитационное моделирование экономических процессов : методические указания для проведения лабораторных работ 4 курса факультета бизнеса (дневного отделения) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. А. Мезенцев, А. А. Наумов]. - Новосибирск, 2004. - 56 с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2786.rar>
4. Алетдинова А. А. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Алетдинова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221556. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 GPSS World
- 2 СИМ Arena
- 3 IBM ILOG CPLEX studio

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Лекции, презентация теоретических материалов.
2	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Проведения лабораторных работ и практических занятий

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных систем управления

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ
к.т.н., доцент И.Л. Рева
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Имитационное моделирование

Образовательная программа: 09.03.03 Прикладная информатика, профиль: Прикладная информатика в экономике

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Имитационное моделирование приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОК.7 способность к самоорганизации и самообразованию	з3. знать особенности профессионального развития личности	Структура курса ИМЭП. Используемые понятия.	Лабораторная работа	Экзамен, вопросы Связь курса с другими дисциплинами учебного плана. Особенности предмета курса. Структурные информационные модели, модели оптимального управления бизнес-процессами, имитационные модели экономических процессов. Взаимосвязи между ними, технологии построения моделей и синтеза управленческих решений на их основе.
ОК.7	у1. уметь выстраивать индивидуальные образовательные траектории, профессиональный рост и карьеру	Функционально - имитационное моделирование проектов на основе сетевых графиков в СИМ Arena.	Лабораторная работа	Экзамен, вопросы 1. Связь курса с другими дисциплинами учебного плана. Особенности предмета курса. Структурные информационные модели, модели оптимального управления бизнес-процессами, имитационные модели экономических процессов. Взаимосвязи между ними, технологии построения моделей и синтеза управленческих решений на их основе. 2. Структурный анализ бизнес-процессов. Функциональные модели и , уровни детализации

				функциональной модели. Процесс создания трех взаимосвязанных моделей функциональной структурной, имитационной и динамической оптимизационной моделей управления бизнес-процессом. 3. Задачи прогнозирования и планирования в производстве и бизнесе, управления товарными потоками, финансовыми ресурсами, управления запасами, задачи оперативного управления. Особенности компьютерной реализации решения задач каждого из направлений.
ОПК.2 способность анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	35. знать основные понятия теории систем, системного анализа и математического моделирования	Структура курса ИМЭП. Используемые понятия.	Лабораторная работа	Экзамен, вопросы 1. Связь курса с другими дисциплинами учебного плана. Особенности предмета курса. Структурные информационные модели, модели оптимального управления бизнес-процессами, имитационные модели экономических процессов. Взаимосвязи между ними, технологии построения моделей и синтеза управленческих решений на их основе. 2. Структурный анализ бизнес-процессов. Функциональные модели и , уровни детализации функциональной модели. Процесс создания трех взаимосвязанных моделей функциональной структурной, имитационной и динамической оптимизационной

				моделей управления бизнес-процессом. 3. Задачи прогнозирования и планирования в производстве и бизнесе, управления товарными потоками, финансовыми ресурсами, управления запасами, задачи оперативного управления. Особенности компьютерной реализации решения задач каждого из направлений.
ОПК.2	у1. уметь использовать методы статистического, системного, процессного анализа в профессиональной деятельности	Стохастическая модель оптимального инвестиционного портфеля в постановке Марковица. Имитационное моделирование в среде GPSS World. Знакомство с языком моделирования дискретных процессов GPSS. Имитационное моделирование работы производственного участка цеха. Структура курса ИМЭП. Используемые понятия. Структурные функциональные, оптимизационные и имитационные модели в управлении. Функционально - имитационное моделирование проектов на основе сетевых графиков в СИМ Arena. Функционально - имитационное моделирование работы производственного участка цеха в СИМ Arena.	Курсовая работа	Экзамен, вопросы... 1. Структурные информационные модели, модели оптимального управления бизнес-процессами, имитационные модели экономических процессов. Взаимосвязи между ними, технологии построения моделей и синтеза управленческих решений на их основе. 2. Структурный анализ бизнес-процессов. Функциональные модели и , уровни детализации функциональной модели. Процесс создания трех взаимосвязанных моделей функциональной структурной, имитационной и динамической оптимизационной моделей управления бизнес-процессом. 5. Средства языка имитационного моделирования дискретных процессов GPSS; 6. Построение с учетом технологической последовательности работ имитационной модели работы производственного участка цеха средствами системы GPSS World;

				7. Имитационный эксперимент, выявляет основные характеристики процесса средствами GPSS; 8. Способы модификации участка цеха с целью повышения эффективности его работы. 9. Графическое моделирование в СИМ Arena. Базовые блоки, назначение и свойства. 10. Моделирование бизнес-процессов в СИМ Arena обобщенными сетевыми графиками. Назначение и атрибуты блоков batch и separate. Обслуживание очередей в блоках batch. 11. Моделирование бизнес-процессов в СИМ Arena аппаратом параллельно-последовательных обслуживающих систем. Организация подмоделей (субмоделей) в СИМ Arena. 12. Моделирование параллельно-последовательных обслуживающих систем в СИМ Arena. Моделирование параллельного и монопольного обслуживания блоками process и decide. 13. Задание статистических характеристик процессов через атрибуты базовых блоков в СИМ Arena. 14. Моделирование работы производственного участка в СИМ Arena. 15. Базовые операторы языка GPSS. Организация программ в GPSS. 16. Моделирование параллельно-последовательных
--	--	--	--	--

				обслуживающих систем в в GPSS world. 17. Моделирование работы производственного участка в GPSS world. 18. Соотношение имитационного моделирования и методов оптимизации. Задача оптимизации работы производственного участка. Средства решения.
ПК.23/НИ способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	з6. знать основные методы и инструментальные средства для решения прикладных задач на основе системного подхода	Имитационное моделирование в среде GPSS World. Знакомство с языком моделирования дискретных процессов GPSS. Имитационное моделирование работы производственного участка цеха. Структурные функциональные, оптимизационные и имитационные модели в управлении. Функционально - имитационное моделирование проектов на основе сетевых графиков в СИМ Arena.	Лабораторная работа	Экзамен, вопросы... 1. Структурные информационные модели, модели оптимального управления бизнес-процессами, имитационные модели экономических процессов. Взаимосвязи между ними, технологии построения моделей и синтеза управленческих решений на их основе. 2. Структурный анализ бизнес-процессов. Функциональные модели и , уровни детализации функциональной модели. Процесс создания трех взаимосвязанных моделей функциональной структурной, имитационной и динамической оптимизационной моделей управления бизнес-процессом. 5. Средства языка имитационного моделирования дискретных процессов GPSS; 6. Построение с учетом технологической последовательности работ имитационной модели работы производственного участка цеха средствами системы GPSS World; 7. Имитационный

			эксперимент, выявляет основные характеристики процесса средствами GPSS; 8. Способы модификации участка цеха с целью повышения эффективности его работы. 9. Графическое моделирование в СИМ Arena. Базовые блоки, назначение и свойства. 10. Моделирование бизнес-процессов в СИМ Arena обобщенными сетевыми графиками. Назначение и атрибуты блоков batch и separate. Обслуживание очередей в блоках batch. 11. Моделирование бизнес-процессов в СИМ Arena аппаратом параллельно-последовательных обслуживающих систем. Организация подмоделей (субмоделей) в СИМ Arena. 12. Моделирование параллельно-последовательных обслуживающих систем в СИМ Arena. Моделирование параллельного и монопольного обслуживания блоками process и decide. 13. Задание статистических характеристик процессов через атрибуты базовых блоков в СИМ Arena. 14. Моделирование работы производственного участка в СИМ Arena. 15. Базовые операторы языка GPSS. Организация программ в GPSS. 16. Моделирование параллельно-последовательных обслуживающих
--	--	--	--

				систем в в GPSS world. 17. Моделирование производственного участка в GPSS world. 18. Соотношение имитационного моделирования и методов оптимизации. Задача оптимизации работы производственного участка. Средства решения.
ПК.23/НИ	у5. уметь применять математические методы и инструментальные средства системного анализа, оптимизации и исследования операций для решения задач управления в профессиональной деятельности	Имитационное моделирование в среде GPSS World. Знакомство с языком моделирования дискретных процессов GPSS. Имитационное моделирование работы производственного участка цеха. Функционально - имитационное моделирование проектов на основе сетевых графиков в СИМ Arena. Функционально - имитационное моделирование работы производственного участка цеха в СИМ Arena.	Лабораторная работа	Экзамен, вопросы. 1. Структурные информационные модели, модели оптимального управления бизнес-процессами, имитационные модели экономических процессов. Взаимосвязи между ними, технологии построения моделей и синтеза управленческих решений на их основе. 2. Структурный анализ бизнес-процессов. Функциональные модели и , уровни детализации функциональной модели. Процесс создания трех взаимосвязанных моделей функциональной структурной, имитационной и динамической оптимизационной моделей управления бизнес-процессом. 5. Средства языка имитационного моделирования дискретных процессов GPSS; 6. Построение с учетом технологической последовательности работ имитационной модели работы производственного участка цеха средствами системы GPSS World; 7 Имитационный эксперимент, основные

				характеристики процесса средствами GPSS; 8. Способы модификации участка цеха с целью повышения эффективности его работы. 9. Графическое моделирование в СИМ Arena. Базовые блоки, назначение и свойства. 10. Моделирование бизнес-процессов в СИМ Arena обобщенными сетевыми графиками. Назначение и атрибуты блоков batch и separate. Обслуживание очередей в блоках batch. 11. Моделирование бизнес-процессов в СИМ Arena аппаратом параллельно-последовательных обслуживающих систем. Организация подмоделей (субмоделей) в СИМ Arena. 12. Моделирование параллельно-последовательных обслуживающих систем в СИМ Arena. Моделирование параллельного и монопольного обслуживания блоками process и decide. 13. Задание статистических характеристик процессов через атрибуты базовых блоков в СИМ Arena. 14. Моделирование работы производственного участка в СИМ Arena. 15. Базовые операторы языка GPSS. Организация программ в GPSS. 16. Моделирование параллельно-последовательных обслуживающих систем в GPSS world.
--	--	--	--	---

				17. Моделирование работы производственного участка в GPSS world. 18. Соотношение имитационного моделирования и методов оптимизации. Задача оптимизации работы производственного участка. Средства решения.
--	--	--	--	---

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОК.7, ОПК.2, ПК.23/НИ.

Форма проведения экзамена – в письменном виде. Один теоретический вопрос и две задачи.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовая работа. Требования к выполнению курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсовой работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОК.7, ОПК.2, ПК.23/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Имитационное моделирование», 7 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам (тестам). Билет формируется по следующему правилу: вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-29 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФБ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Имитационное моделирование»

1. Вопрос
2. Задача 1.
3. Задача 2.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

Пример экзаменационного билета

Вопрос № 1. Постановка задачи синтеза оптимальных расписаний параллельно-последовательной обслуживающей системы

Задача 1. Применение алгоритма ДП для поиска расписаний параллельной системы с задержками начала обслуживания. Найти оптимальное по быстродействию расписание работы Параллельной системы:

Номер заявки (j)	Время обслуживания ($t_{i,j}$)		Задержка поступления заявки (τ_j^0)
	(номер прибора(i))		
	1	2	
1	2	4	0

2	3	2	0
3	5	4	2
4	2	4	3
5	4	2	4
6	3	3	5
7	4	3	6

Задача 2. Найти оптимальное по быстродействию расписание работы последовательной системы (JSP) со следующими исходными данными..

Матрица маршрутов			Матрица времени обслуживания			
1	2	1	3,2	4	4,8	
2	1	2	4	2,4	5,6	
3	1	3	1,6	6,4	4	

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы и решении задач не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *0-15__баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопрос и решении задач дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *_16-25__баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *26-32__баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *33-40 баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Имитационное моделирование»

В данном разделе разработчиком приводится полный перечень вопросов к экзамену (зачету), который может быть структурирован по разделам, темам, дидактическим единицам, либо представлять собой единый список, соответствующий методике формирования билета (теста).

1. Связь курса с другими дисциплинами учебного плана. Особенности предмета курса. Структурные информационные модели, модели оптимального управления бизнес-процессами, имитационные модели экономических процессов. Взаимосвязи между ними, технологии построения моделей и синтеза управленческих решений на их основе.
2. Структурный анализ бизнес-процессов. Функциональные модели, уровни детализации функциональной модели.
3. Постановка задачи синтеза оптимальных расписаний параллельно-последовательной обслуживающей системы
4. Постановка задачи оптимизации расписаний параллельной системы с задержками поступления заявок
5. Редукция задачи оптимизации расписаний параллельной системы в задачу частично-целочисленного линейного программирования
6. Бикритериальная упрощенная формулировка задачи синтеза расписаний параллельной системы и алгоритм решения
7. Динамическое программирование с отсевом вариантов в оптимизации расписаний параллельной системы с задержками поступления заявок.
8. Последовательные многостадийные обслуживающие системы. Моделирование на смешанных сетях.
9. Модификации метода ветвей и границ оптимизации расписаний последовательных многостадийных обслуживающих систем (JSP)
10. Задачи прогнозирования и планирования в производстве и бизнесе, управления товарными потоками, финансовыми ресурсами, управления запасами, задачи оперативного управления. Особенности компьютерной реализации решения задач каждого из направлений.
11. Стохастическая модель оптимального инвестиционного портфеля в постановке Марковица.
12. Средства языка имитационного моделирования дискретных процессов GPSS;
13. Построение с учетом технологической последовательности работ имитационной модели работы производственного участка цеха средствами системы GPSS World;
14. проводит имитационный эксперимент, выявляет основные характеристики процесса средствами GPSS;
15. предлагает способы модификации участка цеха с целью повышения эффективности его работы.
16. Графическое моделирование в СИМ Arena. Базовые блоки, назначение и свойства.
17. Моделирование бизнес-процессов в СИМ Arena обобщенными сетевыми графиками. Назначение и атрибуты блоков batch и separate. Обслуживание очередей в блоках batch.
18. Моделирование бизнес-процессов в СИМ Arena аппаратом параллельно-последовательных обслуживающих систем. Организация подмоделей (субмоделей) в СИМ Arena.
19. Моделирование параллельно-последовательных обслуживающих систем в СИМ Arena. Моделирование параллельного и монопольного обслуживания блоками process и decide.
20. Задание статистических характеристик процессов через атрибуты базовых блоков в СИМ Arena.
21. Моделирование работы производственного участка в СИМ Arena.
22. Базовые операторы языка GPSS. Организация программ в GPSS.
23. Моделирование параллельно-последовательных обслуживающих систем в GPSS world.
24. Моделирование работы производственного участка в GPSS world.
25. Соотношение имитационного моделирования и методов оптимизации. Задача

- оптимизации работы производственного участка. Средства решения.
26. Язык моделирования IBM ILOG OPL studio. Пример простейшей модели.
 27. Моделирование задач оптимальной комплектации. Точная формулировка ЗОК. Реализация в IBM ILOG OPL studio.
 28. Декомпозиция ЗОК. Алгоритм приближенного решения средствами параметрического программирования.
 29. Задача управления безрисковыми финансовыми инструментами. Возможные варианты формализации. Реализация средствами IBM ILOG OPL studio.

Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Имитационное моделирование», 7 семестр

1. Методика оценки.

Задание:

Структура:

1. Аналитический обзор по теме КР
2. Постановка задачи
3. Описание программной реализации
4. Описание содержания и исходные данные тестовых примеров
5. Описание и интерпретация результатов тестирования моделей
6. Список литературы

Этапы выполнения и защиты:

1. Аналитический обзор работ по теме курсового проекта.
2. Разработка проекта в среде OPL, либо программы с использованием средств IBM ILOG CPLEX, СИМ Арена или GPSS World.
3. Тестирование проекта (программы) на различных исходных данных для задач разной размерности (не менее 5 тестов).
4. Оформление пояснительной записки.

Оцениваемые позиции:

Оцениваются в структурные части пояснительной записки.

2. Критерии оценки.

- работа считается **не выполненной**, если выбранная тема КР не раскрыта, либо ее содержание не соответствует заданию. оценка составляет 0-50 баллов.
- работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если Программная реализация не позволяет регулировать размерности решаемой задачи в широком диапазоне. Оценка составляет 51-70 баллов.
- работа считается выполненной **на базовом** уровне, если неполно протестированы реализованные модели, оценка составляет 71-86 баллов.
- работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если соблюдены все требования к КР, оценка составляет 87-100 баллов.

3. Шкала оценки.

В общей оценке по дисциплине баллы за работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем курсового проекта (работы).

1. Управление несколькими проектами. Использование методов сетевого планирования и управления. Имитационное моделирование мультипроектных разработок на базе СПУ в СИМ Арена.

2. Управление несколькими проектами. Оптимизация по быстродействию мультипроектных разработок, реализация в IBM ILOG CPLEX.
3. Управление несколькими проектами. Минимизация времени выполнения, средствами IBM ILOG CP.
4. Методы календарного производственного планирования.
 - 4.1. Обслуживающие системы (ОС) конвейерного типа (одинаковые маршруты) Модели, алгоритмы, реализация в IBM ILOG CPLEX
 - 4.2. Последовательные ОС с произвольными маршрутами (одинаковые длительности обслуживания). Модели, алгоритмы, реализация в IBM ILOG CPLEX
 - 4.3. Последовательные ОС с произвольными маршрутами (различные длительности обслуживания). Модели, алгоритмы, применение IBM ILOG CP.
 - 4.4. Последовательные ОС с нефиксированными маршрутами (одинаковые длительности обслуживания). Модели, алгоритмы, реализация в IBM ILOG CPLEX
 - 4.5. Параллельные ОС с критериями равномерной загрузки приборов и максимального быстродействия. Модели, алгоритмы, реализация в IBM ILOG CPLEX
5. Средства имитационного моделирования технологических процессов (ТП) на предприятии.
 - 5.1. Моделирование ТП в СИМ Арена.
 - 5.2. Моделирование ТП в GPSS World.
6. Методы и модели объемного планирования производства в стохастической постановке. Среда реализации IBM ILOG CPLEX:
 - 6.1. Спрос – случайная величина.
 - 6.2. Цены на сырье – случайная величина.
 - 6.3. Прибыль – случайная величина.
7. Методы и модели управления капиталом фирмы. Среда реализации IBM ILOG CPLEX:
 - 7.1. Оптимизация управления оборотными средствами с помощью безрисковых инструментов (депозитов, кредитов).
 - 7.2. Оптимизация управления капиталом с помощью портфельных инвестиций.
8. Модели транспортной логистики.
 - 8.1. Модели оптимального выбора поставщиков и управления поставками (с учетом транспортных издержек и цен).
 - 8.2. Имитационное моделирование процесса снабжения предприятия (средствами СИМ Арена или GPSS World).
9. Модели управления запасами.
 - 9.1. Многопродуктовые оптимизационные модели управления запасами (сырья и материалов) на предприятии (IBM ILOG CPLEX).
 - 9.2. Имитационное моделирование управления складом (запасами готовой продукции) на предприятии (среды СИМ Арена или GPSS World).
10. Методы прогнозирования цен и спроса на продукцию фирмы, учет прогнозов цен и спроса при планировании продаж торговым предприятием (IBM ILOG CPLEX).
11. Задачи формирования оптимальных портфелей ценных бумаг и методы решения (IBM ILOG CPLEX).
12. Методы и модели формирования инвестиционных портфелей (IBM ILOG CPLEX).
13. Методы оптимизации в управлении торговыми предприятиями. Среда реализации IBM ILOG CPLEX:
 - 13.1. Оптимизация выбора поставщиков.
 - 13.2. Оптимизация ассортимента.
 - 13.3. Оптимизация ценовой политики.
14. Методы имитационного моделирования дискретных процессов на основе теории массового обслуживания.

- 14.1. Моделирование последовательно-параллельных ОС с очередями и приоритетами средствами GPSS World.
- 14.2. Моделирование последовательно-параллельных ОС с очередями и приоритетами средствами СИМ Арена.
15. Задача коммивояжера. Разновидности задач и алгоритмы реализации (IBM ILOG CPLEX).
16. Задача маршрутизации (несколько коммивояжеров) с аддитивным критерием (IBM ILOG CPLEX).
17. Задача маршрутизации с минимаксным критерием (IBM ILOG CPLEX).

Перечень этапов выполнения курсовой работы.

5. Аналитический обзор работ по теме курсового проекта.
6. Разработка проекта в среде OPL, либо программы с использованием средств IBM ILOG CPLEX, СИМ Арена или GPSS World.
7. Тестирование проекта (программы) на различных исходных данных для задач разной размерности (не менее 5 тестов).
8. Оформление пояснительной записки.

5. Перечень вопросов к защите курсового проекта (работы).

В данном разделе разработчиком приводится перечень вопросов к защите КП (КР).

1. Пояснение содержательной постановки рассматриваемой задачи управления.
2. Средства моделирования и обоснование выбора программных средств выполнения расчетов КР.
3. Обоснование эффективности решения задачи управления в рамках КР.
4. Оценка трудоемкости решенной задачи управления в рамках КР.
5. Возможные альтернативные решения задачи КР.