1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Математическое и имитационное моделирование» относится к вариативной части дисциплин ОПОП по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика» и изучается на третьем году обучения (4, 5 семестры).

относится к вариативной части Блока 1.

Целями освоения дисциплины являются:

- Формирование системы знаний и практических навыков по разработке имитационных моделей экономических процессов и объектов;
- Приобретение навыков имитационного моделирования экономических процессов, умений выбирать и применять математические и компьютерные методы, коммуникационные средства и информационные технологии в процессе выполнения практических работ, а также в последующей профессиональной деятельности.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-2 (базовый этап) способность анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	**знать** методы системного анализа, математического и имитационного моделирования для анализа социально-экономических задач и процессов; **уметь:** ***У1*** анализировать социально-экономические задачи и процессы; ***У2*** решать задачи математического и имитационного моделирования; **Владеть:** ***В1*** компьютерными технологиями для анализа социально-экономических задач и процессов; ***В2*** компьютерными технологиями для решения задач математического и имитационного моделирования.
ПК-8 (базовый этап) способность программировать приложения и создавать программные прототипы решения прикладных задач	**знать** способы программирования приложений и создавать программные прототипы решения прикладных задач; **уметь** программировать приложения и создавать программные прототипы решения прикладных задач; **Владеть** методами программирования приложений и создания программные прототипы решения прикладных задач

3. Структура и содержание дисциплины «Математическое и имитационное моделирование»

Объем дисциплины при очной форме обучения составляет 10 зачетных единиц, всего 360 часов, из которых 157 часов - работа обучающихся с преподавателем в аудитории (52 часа - занятия лекционного типа, 105 часов - занятия лабораторного типа), 86 часов составляет самостоятельная работа обучающихся, 117 часов - контроль.

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)			В том числе														
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них												Самостоятельная работа обучающегося, часы		
				Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего					
	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное
Тема 1. Применение имитационных систем в экономических исследованиях	27			6						12			18			9		
Тема 2. Вероятностно-статистические методы моделирования экономических систем	27			6						12			18			9		
Тема 3. Финансовое моделирование для решения задач финансового менеджмента	27			6						12			18			9		
Тема 4. Имитационное моделирование для анализа рисков инвестиционных проектов	27			6						12			18			9		
Тема 5. Технология имитационного моделирования в среде MS Excel	28			6						12			18			10		
Тема 6. Программный комплекс «Project Expert» как средство финансового имитационного моделирования и анализа инвестиционных проектов	28			6						12			18			10		
Тема 7. Основные составные части программного комплекса «Project Expert» и порядок работы с программой	27			6						11			17			10		
Тема 8. Разработка инвестиционного проекта предприятия с применением пакета Project Expert . Построение финансовой имитационной модели предприятия	26			5						11			16			10		
Тема 9. Анализ эффективности текущей и перспективной деятельности предприятия. Подготовка бизнес-плана инвестиционного проекта	26			5						11			16			10		
КСР																		
Контроль	117																	
Промежуточная аттестация - экзамен																		

Тема 1. Применение имитационных систем в экономических исследованиях.

Понятие экономико-математической модели. Роль моделей в экономической теории и принятии решений. Структура системы экономико-математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Классификация экономико-математических моделей. Основы разработки имитационных моделей. Предпосылки использования имитационных систем в экономических исследованиях. Статистическое ими-

тационное моделирование, как метод анализа экономических систем. Этапы конструирования имитационных систем.

Тема 2. Вероятностно-статистические методы моделирования экономических систем.

Основы вероятностных методов анализа и моделирования экономических систем. Случайные события, величины и функции. Понятие вероятности. Понятие функции распределения вероятностей случайной величины. Плотность распределения вероятностей. Числовые характеристики случайных величин. Статистическая оценка законов распределения случайных величин. Основные законы распределений случайных величин. Закон нормального распределения вероятностей. Понятие стохастической модели. Анализ стохастической модели с применением метода Монте-Карло. Построение имитационной модели с использованием. датчика случайных чисел.

Тема 3. Финансовое моделирование для решения задач финансового менеджмента.

Применение финансового моделирования для решения инвестиционных задач. Основные понятия об инвестициях, инвестиционной политике на предприятии и методах оценки инвестиционных проектов. Инвестиции как денежные потоки, применение финансового моделирования для оценки денежных потоков. Основные показатели экономической оценки инвестиционных проектов, как база для финансового моделирования. Применение финансового моделирования для анализа эффективности инвестиционных проектов в условиях инфляции.

Тема 4. Имитационное моделирование для анализа рисков инвестиционных проектов.

Общая концепция риска. Виды предпринимательского риска. Методы количественного анализа экономических рисков. Риски инвестиционных проектов. Методы анализа рисков инвестиционных проектов. Методика изменения денежного потока. Риск, ассоциируемый с отдельным активом. Дисконтирование по текущей стоимости. Имитационная модель оценки риска. Имитационное моделирование и влияние рисков на эффективность инвестиционных проектов. Количественный анализ рисков инвестиционных проектов с использованием финансовых функций MS Excel.

Тема 5. Технология имитационного моделирования в среде MS Excel.

Способы разработки имитационных экспериментов в среде MS Excel. Имитационное моделирование с применением математических и статистических функций MS Excel. Имитация с использованием инструмента «Генератор случайных чисел». Проведение имитационного эксперимента в среде MS Excel для анализа риска инвестиционного проекта. Программа «Пакет анализа». Статистический и вероятностный анализ результатов имитационного эксперимента. Описательная статистика, как инструмент анализа данных. Инструмент анализа данных «Корреляция».

Тема 6. Программный комплекс «Project Expert» как средство финансового имитационного моделирования и анализа инвестиционных проектов.

Структура бизнес-плана. Роль бюджетирования в процессе планирования и управления. Модель финансового планирования. Основные функции финансовых моделей. Реализация динамической имитационной модели денежных потоков в программном комплексе «Project Expert». Основные задачи, решаемые с помощью Project Expert.

Тема 7. Основные составные части программного комплекса «Project Expert» и порядок работы с программой.

Структура Project Expert. Основные составляющие блоки программного комплекса. Блок моделирования. Блок генерации финансовых документов. Блок анализа. Блок группирования проектов. Блок контроля реализации проекта. Генератор отчета. Последовательность действий при работе с программой. Построение модели. Разработка стратегии финансирования предприятия. Анализ эффективности проекта. Формирование отчета.

Начало работы и основное меню Project Expert. Создание нового проекта. Стандартный шаблон проекта.

Тема 8. Разработка инвестиционного проекта предприятия с применением пакета Project Expert . Построение финансовой имитационной модели предприятия.

Моделирование окружающей среды и денежных потоков предприятия. Разработка инвестиционного плана проекта. Моделирование операционного плана компании. Определение схемы финансирования предприятия. Оценка возможности и эффективности привлечения денежных средств из различных источников. Определение денежных средств на перспективу. Проигрывание различных сценариев развития предприятия. Варьирование значений факторов, влияющих на финансовые результаты.

Тема 9. Анализ эффективности текущей и перспективной деятельности предприятия. Подготовка бизнес-плана инвестиционного проекта.

Формирование стандартных финансовых документов. Расчет финансовых показателей. Анализ эффективности текущей и перспективной деятельности предприятия. Проведение анализа чувствительности проекта. Создание графиков и диаграмм. Формирование бизнес-плана инвестиционного проекта. Формирование и печать отчетов.

4. Образовательные технологии

Специфика дисциплины «Математическое и имитационное моделирование» определяет необходимость более широко использовать новые образовательные технологии, наряду с традиционными методами, направленными на формирование базовых навыков практической деятельности с использованием преимущественно фронтальных форм работы. При обучении используются следующие образовательные технологии:

- Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал.
- Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.
- Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки студентов, выделяя ту или иную предметную область. Использование проектной технологии способствует реализации междисциплинарного характера компетенций, формирующихся в процессе обучения.
- Технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.

Реализация компетентностного и личностно-деятельностного подхода с использованием перечисленных технологий предусматривает активные и интерактивные формы обучения, такие как разбор конкретных ситуаций, коллективная мыслительная деятельность, дискуссии, работа над проектами научно-исследовательского характера и т. д. При этом занятия с использованием интерактивных форм составляют не менее 20% всех аудиторных занятий.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов организуется на основе целей и задач программы курса «Математическое и имитационное моделирование». На вводной лекции препо-

даватель доводит до студентов содержание программы курса, что должны знать и уметь выпускники института по данной дисциплине, приводит литературу для самостоятельной работы студентов. Кроме того, преподаватель обращает внимание студентов на изучение дополнительных литературных источников при проведении всех видов занятий, указывая авторов, наименование, издательство, год издания и номера страницы источников, которые необходимо изучить самостоятельно.

Контроль над самостоятельной работой студентов преподаватель осуществляет на практических занятиях.

По каждой теме студенты часть времени, отведенного на самостоятельную работу, посвящают изучению лекций и литературы с целью изучения темы.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине. Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность), домашнее задание. Промежуточный контроль по результатам 4 и 5 семестра по дисциплине проходит в форме экзаменов, включающего в себя ответ на теоретические вопросы и выполнение практического задания по дисциплине.

Виды самостоятельной работы студента и ее трудоемкость

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
1	Поиск информации в учебной литературе, дополнительных источниках и Интернет-ресурсах	46
2	Выполнение самостоятельных практических заданий	36
3	Компьютерное тестирование	26
4	Написание реферата	16
	Всего	**124**

Тема 1. Применение имитационных систем в экономических исследованиях.

Для самостоятельной работы предлагается проработка учебной литературы, работа с дополнительным теоретическим материалом

Тема 2. Вероятностно-статистические методы моделирования экономических систем.

Для самостоятельной работы предлагается проработка учебной литературы, работа с дополнительным теоретическим материалом. Выполнение самостоятельного практического задания.

Пример задания

Фирма рассматривает инвестиционный проект по производству продукта «А». Предполагается, что наиболее существенное влияние на реализацию проекта оказывает объем выпуска Q, переменные затраты V и цена P. Диапазоны изменения этих переменных следующие:

Ключевые параметры проекта

Показатели	**Сценарий**		
	наихудший	наилучший	вероятный
Объем выпуска Q	800	1800	1400
Цена за штуку P	20	50	30
Переменные затраты V	40	15	20

Неизменяемые параметры проекта

Показатели	**Наиболее вероятное значение**

Постоянные затраты F	3000
Амортизация A	2000
Налог на прибыль T	30%
Норма дисконта r	10%
Срок проекта n	5
Начальные инвестиции I0	30000

Предполагается, что ключевые переменные имеют равновероятные распределения. Провести имитационный и вероятностный анализ собственного риска проекта (100 имитаций) с использованием соответствующих функций MS Excel.

Критерии оценки самостоятельного практического задания:

- Правильность решения задачи
- Аккуратность оформления.

Тема 3. Финансовое моделирование для решения задач финансового менеджмента.

Для самостоятельной работы предлагается проработка учебной литературы, работа с дополнительным теоретическим материалом. Выполнение самостоятельного практического задания.

Пример задания

Фирма рассматривает инвестиционный проект по производству продукта «В» Предполагается, что наиболее существенное влияние на реализацию проекта оказывает объем выпуска Q, переменные затраты V и цена P. Методом экспертных оценок установлены следующие распределения вероятностей для ключевых переменных:

Ключевые параметры проекта

Показатели	**Сценарий**		
	Наихудший P=0,1	**Наилучший P=0,1**	**Вероятный P=0,8**
Объем выпуска Q	900	4000	2200
Цена за штуку P	30	70	60
Переменные затраты V	40	20	35

Неизменяемые параметры проекта

Показатели	Наиболее вероятное значение
Постоянные затраты F	800
Амортизация A	300
Налог на прибыль T	30%
Норма дисконта r	6%
Срок проекта n	5
Начальные инвестиции I0	20000

Провести имитационный и вероятностный анализ собственного риска проекта (100 имитаций) с использованием инструмента Генератор случайных чисел .

Осуществить статистический анализ взаимосвязей между ключевыми переменными.

Проверить гипотезу о нормальном распределении исходных переменных и полученных результатов.

Критерии оценки самостоятельного практического задания:

- Правильность решения задачи
- Аккуратность оформления.

Тема 4. Имитационное моделирование для анализа рисков инвестиционных проектов.

Для самостоятельной работы предлагается проработка учебной литературы, работа с дополнительным теоретическим материалом. Выполнение самостоятельного практического задания.

Пример задания

Фирма рассматривает инвестиционный проект. В зависимости от ключевых факторов были получены значения критерия NPV по трём вариантам развития событий (оптимистичный, пессимистичный, реалистичный). Методом экспертных оценок были определены также вероятности реализации этих вариантов.

	NPV (тыс. руб.)	**Вероятность**
Минимум	N1	P1
Вероятное	N2	P2
Максимум	N3	P3

Провести оценку риска инвестиционного проекта методом имитационного моделирования (300 имитаций) в MS Excel . По результатам имитации определить среднее значение критерия NPV, стандартное отклонение NPV, вероятность того, что значение NPV будет меньше или равно 0, подсчитать сумму убытков и доходов. Провести статистический анализ полученных результатов с использованием Пакета анализа.

Тема 5. Технология имитационного моделирования в среде MS Excel.

Для самостоятельной работы предлагается проработка учебной литературы, работа с дополнительным теоретическим материалом. Подготовка к компьютерному тестированию.

1. Стохастические модели предполагают:
   a) Жесткие функциональные связи между переменными модели
   b) Взаимосвязи переменных во времени
   c) Наличие случайных воздействий на исследуемые показатели
2. Экономико-математические модели подразделяются на:
   a) Статические
   b) Динамические
   c) Оптимизационные
   d) Балансовые
3. Имитационное моделирование – это:
   a) Серия численных экспериментов, призванных получить эмпирические оценки степени влияния исходных величин на результаты от них зависящие
   b) Серия численных экспериментов, призванных получить теоретические оценки степени влияния исходных величин на результаты от них зависящие
4. Имитация - это:
   a) Процесс проведения на компьютере экспериментов с математическими моделями сложных систем реального мира
   b) Процесс проведения на компьютере экспериментов с реальными системами
5. Случайной называется величина, которая:
   a) Относится к определенному моменту или периоду времени
   b) Может с определенными вероятностями принимать те или иные значения
   c) Имеет несколько значений, соответствующих некоторому числовому множеству
6. Дисперсией называется:

a) Сумма отклонений случайных величин от их среднего значения взвешенных на соответствующие вероятности
b) Сумма квадратов отклонений случайных величин от их среднего значения взвешенных на соответствующие вероятности
c) Сумма произведений случайных величин на их вероятности

7. Стандартное отклонение рассчитывается как:
   a) Квадратный корень из дисперсии
   b) Сумма отклонений случайных величин от их среднего значения
   c) Сумма произведений случайных величин на их вероятности
8. Средним, или ожидаемым значением (математическим ожиданием) случайной величины называется:
   a) Сумма отклонений случайных величин от их среднего значения
   b) Сумма отклонений случайных величин от их среднего значения, взвешенных на соответствующие вероятности
   c) Сумма произведений случайных величин на их вероятности
9. Функцией распределения вероятностей случайной величины называется:
   a) Вероятность того, что случайная величина примет значение превосходящее число X
   b) Вероятность того, что случайная величина примет значение не превосходящее число X
   c) Вероятность того, что случайная величина примет значение равное числу X
10. Коэффициент вариации вычисляется как:
   a) Отношение стандартного отклонения к математическому ожиданию
   b) Отношение дисперсии к математическому ожиданию
   c) Отношение математического ожидания к дисперсии

Тема 6. Программный комплекс «Project Expert» как средство финансового имитационного моделирования и анализа инвестиционных проектов.

Для самостоятельной работы предлагается проработка учебной литературы, работа с дополнительным теоретическим материалом.

Тема 7. Основные составные части программного комплекса «Project Expert» и порядок работы с программой

Для самостоятельной работы предлагается проработка учебной литературы, работа с дополнительным теоретическим материалом.

Тема 8. Разработка инвестиционного проекта предприятия с применением пакета Project Expert . Построение финансовой имитационной модели предприятия.

Для самостоятельной работы предлагается проработка учебной литературы, работа с дополнительным теоретическим материалом

Тема 9. Анализ эффективности текущей и перспективной деятельности предприятия. Подготовка бизнес-плана инвестиционного проекта.

Для самостоятельной работы предлагается проработка учебной литературы, работа с дополнительным теоретическим материалом

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

№ п/п	Этапы формирования компетенций по разделам (темам) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Применение имитационных систем в экономических исследованиях	ОПК-2	контрольная работа
2	Вероятностно-статистические методы моделирования экономических систем	ОПК-2	контрольная работа
3	Финансовое моделирование для решения задач финансового менеджмента	ОПК-2	контрольная работа
4	Имитационное моделирование для анализа рисков инвестиционных проектов	ОПК-2	контрольная работа тест
5	Технология имитационного моделирования в среде MS Excel	ОПК-2	контрольная работа
6	Программный комплекс «Project Expert» как средство финансового имитационного моделирования и анализа инвестиционных проектов	ОПК-2, ПК-8	контрольная работа
7	Основные составные части программного комплекса «Project Expert» и порядок работы с программой	ОПК-2	контрольная работа
8	Разработка инвестиционного проекта предприятия с применением пакета Project Expert . Построение финансовой имитационной модели предприятия	ОПК-2, ПК-8	контрольная работа
9	Анализ эффективности текущей и перспективной деятельности предприятия. Подготовка бизнес-плана инвестиционного проекта	ОПК-2	контрольная работа

Карты компетенций, в формировании которых участвует дисциплина «Математическое и имитационное моделирование»

ОПК-2 – способность анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	плохо	**неудовлетворительно**	**удовлетворительно**	**хорошо**	**очень хорошо**	**отлично**	**превосходно**
Знания	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
Умения ;	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные

	наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	основные умения. Имели место грубые ошибки.	задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	задачи с отдельными несущественным недочётами, выполнены все задания в полном объеме.	задачи. Выполнены все задания, в полном Объеме без недочетов
Навыки	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
Мотивация проявление творческой активности на лекциях и семинарских занятиях, готовность самостоятельно выполнять поставленные задачи в рамках компетенции	Полное отсутствие учебной активности и мотивации	Учебная активность и мотивация слабо выражены, готовность решать поставленные задачи качественно отсутствуют	Учебная активность и мотивация низкие, слабо выражены, стремление решать задачи качественно	Учебная активность и мотивация проявляются на среднем уровне, демонстрируется готовность выполнять поставленные задачи на среднем уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на уровне выше среднего, демонстрируется готовность выполнять большинство поставленных задач на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять все поставленные задачи на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на очень высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять нестандартные дополнительные задачи на высоком уровне качества
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция в не сформирована. отсутствуют знания, умения, навыки, необходимые для решения практических (профессиональных) задач. Требуется по-	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных)	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практи-	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям, но есть недочеты. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стан-	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для	Сформированность компетенции превышает стандартные требования. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для применения

	вторное обучение	задач. Требуется повторное обучение	ческих (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.	для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по некоторым профессиональным задачам.	дартных практических (профессиональных) задач.	решения сложных практических (профессиональных) задач.	творческого подхода к решению сложных практических (профессиональных) задач.
Уровень сформированности компетенций	Нулевой	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	Очень высокий

ПК-8 способность программировать приложения и создавать программные прототипы решения прикладных задач

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	плохо	**неудовлетворительно**	**удовлетворительно**	**хорошо**	**очень хорошо**	**отлично**	**превосходно**
Знания	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
Умения ;	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном Объеме без недочетов
Навыки	Отсутствие владения материалом. Не-	При решении стандартных задач не	Имеется минимальный набор	Продемонстрированы базовые навыки	Продемонстрированы базовые навыки	Продемонстрированы навыки при реше-	Продемонстрирован творческий подход к

	возможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	нии нестандартных задач без ошибок и недочетов.	решению нестандартных задач
Мотивация проявление творческой активности на лекциях и семинарских занятиях, готовность самостоятельно выполнять поставленные задачи в рамках компетенции	Полное отсутствие учебной активности и мотивации	Учебная активность и мотивация слабо выражены, готовность решать поставленные задачи качественно отсутствуют	Учебная активность и мотивация низкие, слабо выражены, стремление решать задачи качественно	Учебная активность и мотивация проявляются на среднем уровне, демонстрируется готовность выполнять поставленные задачи на среднем уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на уровне выше среднего, демонстрируется готовность выполнять большинство поставленных задач на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять все поставленные задачи на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на очень высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять нестандартные дополнительные задачи на высоком уровне качества
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция в не сформирована. отсутствуют знания, умения, навыки, необходимые для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям, но есть недочеты. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по некоторым профессиональным	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции превышает стандартные требования. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для применения творческого подхода к решению сложных практических (профессиональных) задач.

				задачам.			
Уровень сформированности компетенций	Нулевой	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	Очень высокий

6.2 Описание шкал оценивания

Итоговый контроль качества усвоения обучающимися содержания дисциплины проводится в виде экзамена по результатам семестра, на котором определяется:

- уровень усвоения обучающимися основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания обучающимися изученного материала;
- способности обучающимися использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен включает индивидуальное устное собеседование по теоретическим вопросам дисциплины.

Критерии оценки экзамена

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий поход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждая теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях. 100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий
Отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждает теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше
Очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.
Хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.
Удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.
Неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.
Плохо	Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде **знаний** используются следующие процедуры и технологии:

- тестирование.

Для оценивания результатов обучения в виде **умений и навыков** используются практические задания в виде задач.

Аттестация по дисциплине проходит в виде экзамена по результатам семестра. Для проведения итогового контроля сформированности компетенции используются: устный опрос, проводимый в рамках экзамена и решение практических задач.

Изучение теоретического материала определяется рабочей учебной программой дисциплины, включенными в нее планом изучения дисциплины и перечнем литературы; рекомендуется при подготовке к занятиям повторить материал предшествующих тем рабочего учебного плана, а также материал предшествующих учебных дисциплин, который служит базой изучаемого раздела данной дисциплины. При подготовке к практическому занятию необходимо изучить материалы лекции, рекомендованную литературу. Изученный материал следует проанализировать в соответствии с планом занятия, затем проверить степень усвоения содержания вопросов.

Практические занятия неразрывно связаны с домашними заданиями как основным видом текущей самостоятельной работы, являясь, в сочетании с систематическим изучением теоретического материала, основой оценки знаний, фиксируемой в промежуточной и итоговой аттестациях.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- повторение пройденного учебного материала, чтение рекомендованной литературы;
- подготовку к практическим занятиям;
- выполнение общих и индивидуальных домашних заданий;
- работу с электронными источниками;
- подготовку к сдаче экзамена.

Планирование времени на самостоятельную работу важно осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом повторение пройденного материала.

При подготовке к экзамену следует руководствоваться перечнем вопросов для подготовки к итоговому контролю по курсу. При этом необходимо уяснить суть основных понятий дисциплины.

Самостоятельная работа обучающегося, прежде всего, заключатся в изучении литературы, дополняющей материал, излагаемый в лекционной части курса. Необходимо овладеть навыками библиографического поиска, в том числе в сетевых Интернет-ресурсах, научиться сопоставлять различные точки зрения и определять методы исследований.

Предполагается, что, прослушав лекцию, обучающийся должен ознакомиться с рекомендованной литературой из основного списка, затем обратиться к источникам, указанным в библиографических списках изученных книг, осуществит поиск и критическую оценку материала на сайтах Интернет, соберет необходимую информацию.

Для улучшения обработки информации очень важно устанавливать осмысленные связи, структурировать новые сведения. Изучение научной, учебной и иной литературы требует ведения рабочих записей. Форма записей может быть весьма разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект.

Критерии оценки тестов:

«превосходно» - 100% правильных ответов;
«отлично» – 90-99% правильных ответов;
«очень хорошо» - 81-89% правильных ответов;
«хорошо» – 66-80% правильных ответов;
«удовлетворительно» – 51-65% правильных ответов.

«неудовлетворительно» - 31-50% правильных ответов;
«плохо» - 30% и меньше правильных ответов.

Критерии оценивания оценочных средств

Оценка	Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой
Превосходно	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, обучающийся отвечает четко и последовательно, показывает глубокое знание основного и дополнительного материала
Отлично	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, обучающийся отвечает четко и последовательно, показывает глубокое знание основного материала
Очень хорошо	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, обучающийся отвечает четко и последовательно, показывает глубокое знание материала, допущено не более 2 неточностей непринципиального характера
Хорошо	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, допущены неточности непринципиального характера, но обучающийся показывает систему знаний по теме своими ответами на поставленные вопросы
Удовлетворительно	Задание выполнено не в полном объеме (решено более 50% поставленных задач), но обучающийся допускает ошибки, нарушена последовательность ответа, но в целом раскрывает содержание основного материала
Неудовлетворительно	Задание выполнено не в полном объеме (решено менее 50% поставленных задач), обучающийся дает неверную информацию при ответе на поставленные задачи, допускает грубые ошибки при толковании материала, демонстрирует незнание основных терминов и понятий.
Плохо	Задание не выполнено, обучающийся демонстрирует полное незнание материала

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Вопросы для первого экзамена:

1. Понятие экономико-математической модели.
2. Роль моделей в экономической теории и принятии решений.
3. Структура системы экономико-математических моделей.
4. Требования, предъявляемые к математическим моделям.
5. Классификация экономико-математических моделей.
6. Предпосылки использования имитационных систем в экономических исследованиях.
7. Статистическое имитационное моделирование, как метод анализа экономических систем.
8. Этапы конструирования имитационных систем.
9. Вероятностные методы анализа и моделирования экономических систем.
10. Случайные события, величины и функции.
11. Понятие вероятности и функции распределения вероятностей случайной величины.
12. Плотность распределения вероятностей.
13. Числовые характеристики случайных величин.
14. Статистическая оценка законов распределения случайных величин.
15. Основные законы распределений случайных величин.
16. Понятие стохастической модели.
17. Анализ стохастической модели с применением метода Монте-Карло.

18. Построение имитационной модели с использованием. датчика случайных чисел.

19. Использование финансового моделирования для реализации основных принципов инвестиционной политики коммерческой организации.

20. Основные методы оценки инвестиционных проектов и их содержание.

21. Денежный поток, основные способы прогнозирования денежного потока и применение имитационного моделирования для его планирования.

22. Бюджетный подход при анализе инвестиций с использованием имитационного моделирования.

23. Понятие, расчет, применение и роль показателя чистая дисконтированная стоимость, его достоинства и недостатки.

24. Понятие, расчет, применение и роль показателя проверочный дисконт, его достоинства и недостатки.

25. Понятие, расчет и роль показателей индекс выгодности инвестиций и периода окупаемости инвестиций и возможности их применения при выборе инвестиционных проектов.

26. Анализ альтернативных проектов, оценка инвестиций в условиях дефицита финансовых ресурсов.

27. Применение финансового моделирования для анализа эффективности инвестиционных проектов в условиях инфляции.

28. Общая концепция риска.

29. Виды предпринимательского риска.

30. Методы количественного анализа экономических рисков.

31. Понятие риска инвестиционного проекта.

Вопросы для второго экзамена:

1. Изменение денежного потока, как метод анализа риска инвестиционного проекта.

2. Риск, ассоциируемый с отдельным активом.

3. Дисконтирование по текущей стоимости, как метод анализа риска инвестиционного проекта.

4. Имитационная модель оценки риска. Имитационное моделирование и влияние рисков на эффективность инвестиционных проектов.

5. Количественный анализ рисков инвестиционных проектов с использованием финансовых функций MS Excel.

6. Способы разработки имитационных экспериментов в среде MS Excel.

7. Имитационное моделирование с применением математических и статистических функций MS Excel.

8. Имитация с использованием инструмента «Генератор случайных чисел».

9. Программа «Пакет анализа» в MS Excel.

10. Статистический и вероятностный анализ результатов имитационного эксперимента среде MS Excel.

11. Описательная статистика, как инструмент анализа данных в MS Excel.

12. Инструмент анализа данных «Корреляция» в MS Excel.

13. Программный комплекс «Project Expert» как средство финансового имитационного моделирования и анализа инвестиционных проектов.

14. Модель финансового планирования. Основные функции финансовых моделей.

15. Реализация динамической имитационной модели денежных потоков в программном комплексе «Project Expert».

16. Основные задачи, решаемые с помощью Project Expert.

17. Структура Project Expert.
18. Основные составляющие блоки программного комплекса Project Expert.
19. Последовательность действий при работе с программой Project Expert. Построение модели.
20. Разработка стратегии финансирования предприятия в Project Expert.
21. Формирование отчета в Project Expert.
22. Стандартный шаблон проекта в Project Expert.
23. Моделирование окружающей среды и денежных потоков предприятия в Project Expert
24. Разработка инвестиционного плана проекта в Project Expert.
25. Моделирование операционного плана компании в Project Expert.
26. Проигрывание различных сценариев развития предприятия в Project Expert.
27. Анализ эффективности текущей и перспективной деятельности предприятия в Project Expert.
28. Бизнес-план инвестиционного проекта в Project Expert.
29. Основные финансовые показатели в Project Expert.
30. Анализ чувствительности проекта в Project Expert.
31. Создание графиков и диаграмм в Project Expert.

Типовые задачи

Задание 1

Фирма рассматривает инвестиционный проект по производству продукта «А». Предполагается, что наиболее существенное влияние на реализацию проекта оказывает объем выпуска Q, переменные затраты V и цена P. Диапазоны изменения этих переменных следующие:

Ключевые параметры проекта

Показатели	**Сценарий**		
	наихудший	наилучший	вероятный
Объем выпуска Q	800	1800	1400
Цена за штуку P	20	50	30
Переменные затраты V	40	15	20

Неизменяемые параметры проекта

Показатели	**Наиболее вероятное значение**
Постоянные затраты F	3000
Амортизация A	2000
Налог на прибыль T	30%
Норма дисконта r	10%
Срок проекта n	5
Начальные инвестиции I0	30000

Предполагается, что ключевые переменные имеют равновероятные распределения. Провести имитационный и вероятностный анализ собственного риска проекта (100 имитаций) с использованием соответствующих функций MS Excel.

Критерии оценки самостоятельного практического задания:

- Правильность решения задачи
- Аккуратность оформления.

Задание 2

Фирма рассматривает инвестиционный проект по рпоизводству продукта «В» Предполагается, что наиболее существенное влияние на реализацию проекта оказывает объем выпуска Q, переменные затраты V и цена P. Методом экспертных оценок установлены следующие распределения вероятностей для ключевых переменных:

Ключевые параметры проекта

Показатели	**Сценарий**		
	Наихудший P=0,1	**Наилучший P=0,1**	**Вероятный P=0,8**
Объем выпуска Q	900	4000	2200
Цена за штуку P	30	70	60
Переменные затраты V	40	20	35

Неизменяемые параметры проекта

Показатели	Наиболее вероятное значение
Постоянные затраты F	800
Амортизация A	300
Налог на прибыль T	30%
Норма дисконта r	6%
Срок проекта n	5
Начальные инвестиции I0	20000

Провести имитационный и вероятностный анализ собственного риска проекта (100 имитаций) с использованием инструмента Генератор случайных чисел .

Осуществить статистический анализ взаимосвязей между ключевыми переменными.

Проверить гипотезу о нормальнои распределении исходных переменных и полученных результатов.

Критерии оценки самостоятельного практического задания:

- Правильность решения задачи
- Аккуратность оформления.

Контрольная работа 1

Фирма рассматривает инвестиционный проект. В зависимости от ключевых факторов были получены значения критерия NPV по трём вариантам развития событий (оптимистичный, пессимистичный, реалистичный). Методом экспертных оценок были определены также вероятности реализации этих вариантов.

	NPV (тыс. руб.)	**Вероятность**
Минимум	N1	P1
Вероятное	N2	P2
Максимум	N3	P3

Провести оценку риска инвестиционного проекта методом имитационного моделирования (300 имитаций) в MS Excel . По результатам имитации определить среднее значение критерия NPV, стандартное отклонение NPV , вероятность того, что значение NPV будет меньше или равно 0, подсчитать сумму убытков и доходов. Провести статистический анализ полученных результатов с использованием Пакета анализа.

Критерии оценки самостоятельного практического задания:

- Правильность решения задачи
- Аккуратность оформления.

Задание 3

Задача опроса прохожих

Предположим, опрашивают прохожих на улице города. Требуется оценить время проведения опроса и затраты на него. Входных данных, в обычном понимании, в данной модели нет (возможность отсутствия входных данных – особенность имитационного моделирования).

1 этап – определение параметров модели

Сначала требуется определить параметры модели. Пусть a – интервал между появлениями прохожих, которым можно задать вопрос; b – продолжительность беседы; c – желание прохожего беседовать.

Параметры данной модели являются случайными переменными. **Случайной переменной** назовем переменную, которая в результате опыта со случайным исходом принимает то или иное значение. Возможные значения случайной переменной образуют множество ее значений. В нашей модели a, b, c – случайные переменные.

2 этап – получение информации для построения модели.

Во многих случаях это можно сделать, проведя эксперимент. Предположим, что при сборе информации для каждой переменной изучены 100 прохожих и получены следующие данные.

Интервал между появлениями прохожих, которым можно задать вопрос, был от 0 до 5 минут. **Так как строится дискретная модель, то необходимо непрерывный промежуток времени [0;5] сделать дискретным** – решить, какие промежутки времени будут использоваться. Например, 1 минута. Это означает, что переменная **a** может принимать значения 0,1,2,3,4 и 5 мин. Это значения переменной a. Очевидно, что при сборе данных нет необходимости измерять время появления очередного прохожего с точностью, большей, чем 1 мин. Пусть 0 мин. прошло между появлениями 20 прохожих, 1 мин. – между 25 прохожих и т.д.

Время между появлениями прохожих, a	Число Прохожих, d(a)	Сумма прохожих	Вероятность	Случайные числа
0	20	20	0,2	0-19
1	25	45	0,25	20-44
2	34	79	0,34	45-78
3	12	91	0,12	79-90
4	7	98	0,07	91-97
5	2	100	0,02	98-99

В первом столбце приведены все значения переменной a; во втором – экспериментально полученное число прохожих, прошедших с интервалом a; в третьем – число прохожих, прошедших с интервалом не больше, чем a; в четвертом – вероятность появления прохожего в течение времени a. (Вероятность повления равна отношению числа благоприятных случаев к общему числу случаев. P(a)=d(a)/100.

Пусть из 100 прохожих согласились побеседовать 50. Тогда вероятность того, что некоторый прохожий ответит на вопрос, равна 0,5.

Согласие	Количество	Сумма	Вероятность	Случайные

прохожих беседовать	прохожих	прохожих		числа
Да	50	50	0,5	0-49
Нет	50	100	0,5	50-99

Предположим , что беседа с прохожими продолжалась от 2 до 8 мин. Следовательно переменная b изменяется в интервале [2,8] . Будем использовать для b следующие значения: 2,4,6,8.

Продолжительность беседы, b	Количество бесед, d	Сумма бесед	Вероятность	Случайные числа
2	20	20	0,2	0-19
4	40	60	0,4	20-59
6	36	96	0,36	60-95
8	4	100	0,04	96-99

Сбор информации закончен.

3 этап – оценка полученной модели

Для оценки полученной модели будем использовать математ.ожидание и дисперсию.

M[a]=0*0.2+1*0.25+2*0.34+3*0.12+4*0.07+5*0.02=1.67

Мат. Ожидание переменной a равно1,67. Следовательно, среднее время между появлениями прохожих – 1,67 мин.

Мат.ожидание переменной b: M[b]=2*0.2+4*0.4+6*0.36+8*0.04=4.48

Следовательно, средняя продолжительность беседы с прохожим – 4,48 мин.

Дисперсия случайной переменной характеризует разброс случ.переменной вокруг мат.ожидания. $D(x)=\sum_{i=1}^{n}(x_i-M(x))^2 p_i$ или более просто : $D(x)=\sum_{i=1}^{n}x_i^{\,2}p_i-M(x)^2$

Найдем дисперсию случайных переменных a и b:

D[a]=0^2*0.2+1^2*0.25+2^2*0.34+3^2*0.12+4^2*0.07+5^2*0.02-1.67^2=1.5211

D[b]= 2^2*0.2+4^2*0.4+6^2*0.36+8^2*0.04-4.48^2=2.6496

4 этап – моделирование процесса опроса.

Пусть имеется генератор случайных чисел, который позволяет получить псевдослучайные числа, равномерно распределенные в заданном диапазоне.

Предположим, имеются случайные числа в диапазоне от 0 до 99. Поставим в соответствие каждой переменной модели набор случайных чисел.

Набор случайных чисел определяется вероятностями. Например, для переменной a – интервала между появлениями прохожих – вероятность p(0) = 0,2, т.е. 20% случайных чисел должны соответствовать a=0. Пусть это числа 0,1,2 ….19. Аналогично определены остальные случайные числа.

Пусть получены три последовательности случайных чисел:

56,90,90,87,95,52,11,46,80,1,49,2,65,79;

47,48,9,98,40,55,91,24,82,0,48,96,26,8;

51,87,78,33,65,94,2,79,60,70,68,80,72,86.

Первую используем для определения времени появления прохожих, вторую – для определения согласия прохожих беседовать, а третью – для определения продолжительности беседы.

Предположим, что следующая беседа может начаться сразу после окончания предыдущей. Первое случайное число 56, оно соответствует a=2, следоват. первый прохожий появится через 2 мин. Второе случ. число 90 показывает, что второй прохожий

появится через 3 мин., третий тоже через 3 мин. Случ. число 47 означает, что первый прохожий согласился побеседовать. Случ. числа 48 и 9 означают, что второй и третий прохожий также согласны беседовать. Случ. число 51 показывает, что беседа с первым прохожим продлится 4 мин. , следовательно беседа со вторым прохожим не состоится, т.к. в моммент его появления происходит беседа с первым. Можно побеседовать только с третьим прохожим, случ. число 78 показывает, что беседа с ним продлится 6 мин.

Если считать, что процесс начался в начальный момент времени, то в четвертом столбце таблицы указано через сколько минут после начала процесса появился очередной прохожий .

про-хо-жего	Появление прохожего			Согласие беседо-вать		Беседа			№ бесе ды
	Случай ное число	Время между появлени ями про-хожих ,a	Абсолют ное время появле-ния	Случай ное число	Согла сие беседо вать	Случай ное число	Продол жит. беседы, b	Абс. время оконч. беседы	
1	56	2	2	47	Да	51	4	6	1
2	90	3	5	48	Да(з)	87	6		
3	90	3	8	9	Да	78	6	14	2
4	87	3	11	98	Нет(з)	33	4		
5	95	4	15	40	Да	65	6	21	3
6	52	2	17	55	Нет(з)	94	6		
7	11	0	17	91	Нет(з)	2	2		
8	46	2	19	24	Да(з)	79	6		
9	80	3	22	82	Нет	60	6		
10	1	0	22	0	Да	70	6	28	
11	49	2	24	48	Да(з)	68	6		
12	2	0	24	96	Нет(з)	80	6		
13	65	2	26	26	Да(з)	72	6		
14	79	3	29	8	да	86	6	35	

Получим 5 интервью.

5 этап - Составим словесный алгоритм моделирования опроса:

1. Ввод числа бесед.
2. Увеличение счетчика числа прохожих num_peo на 1.
3. Получение случайного числа rnd1.
4. Если 0<=rnd1<=19, то время появления прохожего a=0 мин. ; если 20<=rnd1<=44, тоа=1мин. ; 45<= rnd1<=78, то a=2мин.; 79<= rnd1<=90,то 3мин.; 91<= rnd1<=97, то a=4мин.; 98<= rnd1<=99, то a=5мин.
5. Изменение счетчика абсолютного времени появления прохожего abs_a=abs_a+a.
6. Проверка: если опрашивающий свободен, т.е. абсолютное время появления прохожего больше абсолютного времени окончания беседы abs_a>=abs_b, то переход к шагу 7, в противном случае переход к шагу 12.
7. Получение случайного числа rnd. Если rnd <=49, то прохожий согласен беседовать с=да и увеличение счетчика числа бесед num_int на 1. В противном случае с=нет.
8. Если с=нет, то переход к шагу 12. В противном случае получение случайного числа rnd2 и переход к шагу 9.
9. Если 0<= rnd2<=19, то b=2мин.; Если 20<= rnd2<=59, то b=4мин.; если 60<= rnd2<=95,то b=6мин.; если 96<= rnd2<=99, то b=8.

10. Увеличение счетчика чистого времени бесед с прохожими tot_int на время последней беседы: tot_int=tot_int+b.
11. Увеличение счетчика абсолютного времени окончания беседы abs_b на время последней беседы: abs_b=abs_a+b.
12. Проверка, что проведено нужное количество бесед: если num_int<n, то переход к шагу 2, в противном случае переход к шагу 13.
13. Вывод результатов: число прошедших людей num_peo, число проведенных бесед num_int, чистое время бесед tot_int , время появления последнего прохожего abs_a, время окончания последней беседы abs_b.

Если выполнить процедуру моделирования по этой программе для числа бесед 100,200, 300, 500 и 1000 числа бесед, то получим следующий результат.

Число прошедших прохожих	Время появления последнего прохожего	Число бесед	Чистое Время бесед	Время окончания последней беседы	M[a]	M[b]
404	632	100	432	638	1,564	4,32
813	1391	200	912	1397	1,711	4,56
1333	2183	300	1370	2189	1,638	4,567
2140	3570	500	2260	3574	1,668	4,52
4006	6683	1000	4442	6687	1,668	4,442

Из таблицы видно, что для проведения 100 бесед требуется 638 мин. (11 часов) ,из них 432 (7 часов) затрачивается на сами беседы, а 206 мин. (3 часа 30 мин.) на ожидание очередного прохожего, согласного беседовать. За 11 часов проходит 404 прохожих.

В алгоритме присутствуют случайные переменные, поэтому если выполнить моделирование еще раз, то результат будет отличаться от предыдущего.

6 этап - оценка надежности модели

Следующий этап работы с полученной моделью – оценка ее надежности. Необходимо определить насколько модель соответствует реальному процессу. Определим числовые характеристики распределений случайных переменных и сравним их с имеющимися.

Так, распределение времени между появлениями прохожих имеет мат.ожидание M[a]=1,67 и дисперсию D[a]=1,5211. Назовем их теоретическими характеристиками. Если характеристики модели близки к теоретическим, то модель надежна. Естественной оценкой для мат.ожидания M[a] является среднее арифметическое результатов экспериментов. M[a]= $\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i$. Дисперсия равняется: $D[a] = \frac{n}{n-1}\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i^{\,2} - M^2\right)$

Найдем оценки для математического ожидания распределений случайных переменных a и b , использованных в построенной модели. Для этого в алгоритм добавим шаг, в котором вычислим среднее арифметическое всех значений переменных a и b.

Для a – времени между появлениями прохожих – достаточно разделить абсолютное время появления последнего прохожего на количество прохожих., т.е. данные 2-го столбца разделить на данные 1-го столбца таблицы. Результат записан в 6 столбце.

Аналогично оценка для мат. ожидания переменной b – продолжительности беседы- среднее арифметическое продолжительности проведенных бесед. Достаточно данные 4-го столбца разделить на данные 3-го столбца. Результат записан в 7-м столбце.

Сравним полученные оценки и теоретические характеристики. Найдем относительную погрешность переменных a и b :

$$\delta_a = \frac{\left|M[a] - \tilde{M}[a]\right|}{M[a]}; \quad \delta_b = \frac{\left|M[b] - \tilde{M}[b]\right|}{M[b]}$$

Для 100 бесед: $\delta_a = \frac{|1.67 - 1.564|}{1.67} = 0.063$ или 6,3%.

$$\delta_b = \frac{|4.48 - 4.32|}{4.48} = 0.036$$ или 3,6%.

Для 200 бесед: $\delta_a = 2{,}5\%$, $\delta_b = 1{,}8\%$

Для 300 бесед: $\delta_a = 1{,}9\%$, $\delta_b = 1{,}9\%$

Для 500 бесед: $\delta_a = 0{,}1\%$, $\delta_b = 0{,}9\%$

Для 1000 бесед: $\delta_a = 0{,}1\%$, $\delta_b = 0{,}8\%$

Если достаточно, чтобы погрешность модели не превышала 6,5%, то приведенные эксперименты по построенной модели удовлетворительны.

Задание 4

Управление запасами

Имитационные модели можно также использовать при анализе управления запасами. В работе многих производств, магазинов, складов и т.п. присутствует элемент неопределенности поставок комплектующих, материалов или товаров и спроса на продукцию. Построение аналитической модели такой ситуации очень сложно. В этом случае применяют методы имитационного моделирования.

Рассмотрим имитационную модель управления запасами на примере работы склада. Рассмотрим поставки и отгрузку некоторого товара. Предположим, на основе наблюдений собрана следующая информация. Товар поступает от поставщика неравномерно. В таблице приведено распределение срока поставки после подачи заявки.

Срок поставки t, дн.	Вероятность	Случайные числа
2	0,2	0-19
4	0,5	20-69
6	0,3	70-99

Спрос на этот товар имеет следующее распределение.

Спрос за день d, шт.	Вероятность	Случайные числа
140	0,05	0-4
160	0,1	5-14
180	0,2	15-34
200	0,3	35-64
220	0,2	65-84
240	0,1	85-94
260	0,05	95-99

Используя последовательности случайных чисел, проведем вычислительный эксперимент для 16 дней работы склада. Получая случайные числа, можно определить спрос. Исходя из спроса, определяется запас на складе. Начальный запас товара на складе составляет 1000 штук. Хранение единицы товара в день стоит 10 рублей. Принята следующая стратегия: если на складе остается меньше 400 штук товара, то на следующий день заказывается партия 1500 штук. Отсутствие единицы требуемого товара на складе оценивается в 300 рублей убытка в день. Затраты на подачу заявки 90 рублей.

№ дня	Запас, Шт.	Спрос		Заказ	Поставка		Неудовлетворенный спрос
		Случ.число	Кол-во, шт.		Случ. число	Срок, дн.	
1	1000	58	200	Нет			-
2	800	22	180	Нет			-
3	620	78	220	Да	37	4	-
4	400	15	180	**Нет**			-
5	220	87	240	Нет			20
6	0	85	240	Нет			260
7	1500	31	180	Нет			-
8	1060	42	200	Нет			-
9	860	73	220	Нет			-
10	640	12	160	Нет			-
11	480	54	200	Да	25	4	-
12	280	47	200	Нет			-
13	80	86	240	Нет			160
14	0	4	140	Нет			300
15	1500	95	260	Нет			-
16	940	26	180	Нет			-

Построим имитационную модель управления запасами. Параметры модели: t – срок поставки товара; d – дневной спрос.

При такой стратегии за 16 дней наблюдений 4 раза спрос остался неудовлетворенным.

Всего не хватило 740 единиц товара, это принесло убыток 740*300=222000 рублей. Дважды делалась заявка на поставку, это стоило 180 рублей. Затраты на хранение за 16 дней составили 103800 рублей. Общие затраты за 16 дней составили 325980 руб. или 20378, 7 руб. в день.

Для анализа функционирования склада 16 дней недостаточно. Расчеты сделаем для 100, 200,300,500,1000 дней. Составим словесный алгоритм имитационной модели управления запасами на примере работы склада:

1. Начало процесса.
2. Ввод числа дней моделирования n.
3. Организация цикла по числу дней: цикл по i, i изменяется от 1 до n. (i номер текущего дня)
4. Проверка: если в этот день осуществляется поставка day_supply = i (переменная даты поставки равна номеру текущего дня), то увеличение переменной числа товаров на складе store на количество поставленного товара (1500 единиц) и отгрузка недопоставленного товара def: store=store+1500-def; если весь спрос удовлетворен store>0 (число товаров на складе>0) , то недопоставленного товара нет: def=0 (переменная недо-

поставленного товара =0); установка переменной заявки на поставку – нет : send= false. В противном случае переход к шагу 5.

5. Проверка: если на складе осталось не больше 400 единиц товара : store<=400, то проверка: если заявки на поставку - нет: send=false (переменная заявки на поставку =false), то отправка заявки на поставку: получение случайного числа rnd2; если 0<=rnd2<=19, то поставка будет через 2 дня: t=2; если 20<=rnd2<=69, то поставка будет через 4 дня: t=4; если 70<=rnd2<=99 ,то поставка будет через 6 дней: t=6; установка переменной даты поставки через t дней day_supply=i+t (к текущему дню прибавить срок поставки); увеличение переменной затрат на стоимость заявки (90 руб): tot_exp=tot_exp+90; установка переменной заявки на поставку - да: send=true. В противном случае переход к шагу 6.

6. Увеличение переменной затрат на стоимость хранения товара (10 руб. за ед. товара)

7. Определение спроса за день: получение случайного числа rnd1, если 0<=rnd1<=4, то спрос 140 ед. товара d=140; если 5<= rnd1<=14, то спрос 160 ед. товара d=16 ; если 15<= rnd1<=34, то спрос 180 ед. товара d=180; если 35<= rnd1<=64, то спрос 200 ед. товара d=200; если 65<= rnd1<=84, то спрос 220 ед. товара d=220; если 85<= rnd1<=94, то спрос 240 ед. товара d=240; если 95<= rnd1<=99, то спрос 260 ед. товара d=260.

8. Если спрос превышает запас на складе: store<d, то переменная дефицита увеличивается на разницу : def=def+d-store (между спросом и количеством на складе), затраты возрастают на 300 руб. за каждую единицу недопоставленного товара : tot_exp=tot_exp+def*300 (Увеличение переменной затрат на: переменная дифицита умножить на 300; на складе товара нет:store=0 (кол-во товара =0). В противном случае запас товара на складе уменьшается на спрос: store=store-d.

9. Вывод результатов: затрат tot_exp; средних ежедневных затрат tot_exp/n.

Выполним моделирвание по приведенному алгоритму

Число дней	Общие затраты, руб.	Средние ежедневные затраты, руб.	Дни, когда спрос не был удовлетворен	Доля дней неудовлетворенного спроса
100	6278370	62783	47	0,47
200	11667940	58339	91	0,46
300	16079200	53597	127	0,42
500	23593430	47186	194	0,39
1000	55933260	55933	430	0,43

В 4-ом столбце записано количество дней, в которые спрос не был удовлетворен полностью (для его нахождения в алгоритм введен счетчик «дефицитных» дней, который увеличивается на 1, если спрос превышает количество товара. Средние ежедневные затраты составляют примерно 50000 рублей и больше 40% дней спрос не был удовлетворен. Так как на складе не может находиться в день больше1900 штук товара (если на складе меньше 400 штук, то делается заказ на 1500 штук), то затраты только на хранение нереализованного товара не могут превышать 19000 руб. Следовательно основные затраты приходятся на убыток, связанный с отсутствием товара.

Изменим стратегию .

Мат. Ожидание срока поставки равно M(t) = 2*0,2+4*0,5+6*0,3=4,2 дня.

Мат.ожидание ежедневного спроса равно 200 штукам. Следовательно , для удовлетворения спроса каждый день на складе должно быть 200 штук товара. Так как поставка

осуществляется через 4,2 дня, то заказывать надо тогда, когда на складе остается примерно 840 штук.

Пусть новая стратегия предписывает делать заказ, когда на складе остается 840 штук товара. Выполним моделирование в этом случае.

Число дней	Общие затраты, руб.	Средние ежедневные затраты, руб.	Дни, когда спрос не был удовлетворен	Доля дней неудовлетворенного спроса
100	1742460	17244,6	15	0,15
200	3530830	17654,1	25	0,13
300	5002600	16675,3	41	0,14
500	9294230	18588,5	69	0,14
1000	18516370	18516,4	162	0,16

Ни в одном случае ежедневные затраты не превышают 25000 рублей, а дней, когда спрос не был удовлетворен полностью, не больше 16%. Так как получена существенная экономия, то следует предпочесть вторую стратегию.

Контрольная работа 2

Имитационная модель обслуживания клиентов

Построить имитационную модель функционирования парикмахерской, в которой работают два мастера. Предположим, что сделаны следующие наблюдения. Предварительной записи в парикмахерской нет. Клиенты приходят в случайный момент времени и ожидают обслуживания в очереди, если мастер занят. Некоторые клиенты желают обслуживаться только у определенного мастера. Другие соглашаются идти к другому мастеру, если предпочитаемый ими занят. Кроме того, есть клиенты, которым мастер безразличен. Время обслуживания клиента зависит от мастера и является случайной величиной.

Параметры модели: a – промежуток времени между появлениями клиентов; b – мастер, к которому желает попасть клиент; c – согласие пойти к другому мастеру; d1- продолжительность обслуживания первым мастером; d2- продолжительность обслуживания вторым мастером. Параметры модели являются случайными переменными. Предположим, сделаны наблюдения о распределении этих случайных переменных.

Таблица 1

Время между появлениями клиентов, a, мин	Вероятность P(a)	Случайные числа
5	0,05	0-4
10	0,1	5-14
15	0,2	15-34
20	0,4	35-74
25	0,2	75-94
30	0,05	95-99

Таблица 2

Мастер, к которому желает пойти клиент, b	Вероятность P(b)	Случайные числа

1	0,5	0-49
2	0,3	50-79
Любой	0,2	80-99

Таблица 3

Согласие пойти к другому мастеру, с	Вероятность P(c)	Случайные числа
Да	0,2	0-19
Нет	0,8	20-99

Таблица 4

Время обслуживания 1-м мастером, d1, мин	Вероятность P(d1)	Случайные числа
15	0,05	0-4
20	0,1	5-14
25	0,4	15-54
30	0,3	55-84
35	0,1	85-94
40	0,05	95-99

Таблица 5

Время обслуживания 2-м мастером, d2, мин	Вероятность P(d2)	Случайные числа
15	0,1	0-9
20	0,2	10-29
25	0,3	30-59
30	0,3	60-89
35	0,09	90-98
40	0,01	99

Используя последовательности случайных чисел, проведем вычислительный эксперимент обслуживания 15 клиентов. Сначала определяется время появления очередного клиента. – столбцы 1-3 затем, в столбцах 4 и5 находится мастер, к которому пришел клиент; если мастер занят, то в столбцах 6 и 7 определяется согласие клиента идти к другому мастеру; в 8 столбце вычислено, сколько минут клиент ожидает; в 9-11 столбцах описано обслуживание 1-м мастером; в12-14 столбцах – обслуживание 2-м мастером.

Из таблицы 6 видно, что примерно за 5 часов работы парикмахерской было обслужено 15 клиентов: 9- первым мастером, и 6 - вторым. При этом клиенты ожидали в совокупности 55 мир: из них 50 – 1-го мастера. Первый мастер простаивал 30 мин., а 2-ой 135 мин. Из-за малочисленности экспериментов нельзя сделать обоснованные выводы о работе парикмахерской на основании таблицы 6. Поэтому составим алгоритм имитационной модели работы парикмахерской.

Появление клиента			Мастер, к которому желает попасть клиент, b		Согласен ли идти к другому мастеру		Ожидание	Работа 1-го мастера			Работа 2-го мастера		
Случ число	Время, a	Абс. время	Случ число	Мастер	Случ число	Согласие,c		Случ число	Время,d1	Абс. время	Случ число	Время,d2	Абс. время
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
56	20	20	47	1	51		-	20	25	45	74		
90	25	45	48	1	87		-	97	40	85	84		
90	25	70	9	1	78	нет	15(1)	39	25	110	67		
87	255	95	98	любой	33		-	24			17	20	115
95	30	125	40	1	65		-	42	25	150	16		
52	20	145	55	2	94		-	62			31	25	170
11	10	155	91	любой	2		-	53	25	180	62		
46	20	175	24	1	79	нет	5(1)	76	30	210	1		
80	25	200	82	любой	60		-	63			66	30	230
1	5	205	0	1	70	нет	5(1)	27	25	235	78		
49	20	225	48	1	68	нет	10(1)	63	30	265	56		
2	5	230	96	любой	80		-	12		33	25	255	
65	20	250	26	1	72	нет	15(1)	59	30	295	99		
18	15	265	5	1	12	да	-	38			57	25	290
69	20	285	99	любой	53		5(2)	45			52	25	315

Словесно-формульное описание алгоритма имитационной модели работы парикмахерской. Обслуживают 2 мастера:

1. Начало процесса.
2. Ввод числа клиентов n.
3. Увеличение счетчика числа клиентов num_peo на 1.
4. Получение случайного числа rnd1.
5. Если 0<=rnd1<=4, то время появления очередного клиента a=5 мин. Если 5<=rnd1<=14, то a=10 мин. Если 15<=rnd1<=34, то a=15 мин. Если 35<=rnd1<=74, то a=20 мин. Если 75<=rnd1<=94, то a=25 мин. Если 95<=rnd1<=99, то a=30 мин;
6. Изменение счетчика абсолютного времени появления клиента abs_a: abs_a=abs_a+a.
7. Проверка: если свободен 1-й мастер: tot_m1<=abs_a, то очереди к 1-му мастеру нет: fr_m1=true и q1=0. В противном случае очередь есть fr_m1=false и ждать надо q1=tot_m1-abs_a.
8. Проверка: если свободен 2-й мастер: tot_m2<=abs_a, то очереди к 2-му мастеру нет: fr_m2=true и q2=0. В противном случае очередь есть fr_m2=false и ждать надо q2=tot_m2-abs_a.
9. Проверка: если ждать 1-го мастера дольше, чем 2-го: q1<q2, то переменная sec_m=1, в противном случае sec_m=2.
10. Получение случайного числа rnd2.
11. Если 0<=rnd2<=49, то клиент предпочитает 1-го мастера: m=1. если 50<=rnd2<=79, то клиент предпочитает 2-го мастера: m=2; если 80<=rnd2<=99, то клиенту мастер безразличен: m=0;
12. Проверка: если предпочтителен 1-й мастер: m=1 и он свободен fr_m1=false, то обслуживать будет 1-й мастер ser_m=1.
13. Проверка: если предпочтителен 2=й мастер: m=2 и он свободен fr_m2=false, то обслуживать будет 2-й мастер ser_m=2.
14. Проверка: если предпочтителен 1-й мастер m=1 и он занят fr_m1=true , то переход к шагу 15. В противном случае переход к шагу 16.
15. Получение случайного числа rnd3. Если клиент не согласен пойти к 2-му мастеру: rnd3>19, то обслуживать будет 1-й мастер: ser_m=1. В противном случае, если 2-й мастер свободен fr_m2=false, то обслуживать будет 2-й мастер: ser_m=2. Иначе обслуживать этого клиента будет мастер, ждать которого меньше: ser_m=sec_m.

16. Проверка: если предпочтителен 2-й мастер m=2 и он занят fr_m2=true, то переход к шагу 18.

17. Получение случайного числа rnd3. Если клиент не согласен пойти к 1-ому мастеру: rnd3>19, то обслуживать будет 2-й мастер: ser_m=2. В противном случае, если 1-й мастер свободен fr_m1=false, то обслуживать будет 1-й мастер ser_m=1. Иначе обслуживать этого клиента будет мастер, ждать которого меньше: ser_m=sec_m.

18. Проверка: если мастер безразличен: m=0, то если 1-й мастер свободен fr_m1=true, то обслуживать будет 1-й мастер: ser_m=1. Иначе, если 2-й мастер свободен fr_m2=true , то обслуживать будет 2-й мастер ser_m=1. Иначе обслуживать этого клиента будет мастер, ждать которого меньше : ser_m=sec_m.

19. Если обслуживать будет 1-й мастер ser_m=1 , то переход к шагу 20. В противном случае переход к шагу 22.

20. Получение случайного числа rnd. если 0<=rnd<=4, то время обслуживания клиента d=15 мин. если 5<=rnd<=14, то d=20 мин. если 15<=rnd<=54, то d=25 мин. если 55<=rnd<=84, то d=30 мин. если 85<=rnd<=94, то d=35 мин. если 95<=rnd<=99, то d=40 мин;

21. Увеличение счетчика времени 1-го мастера tot_m1=abs_a+q1+d, увеличение счетчика времени ожидания клиентами 1-го мастера tot_q1=tot_q1+q1 и увеличение счетчика чистого времени работы 1-го мастера abs_m1=abs_m1+d.

22. Получение случайного числа rnd. если 0<=rnd<=9, то время обслуживания клиента d=15 мин. если 10<=rnd<=29, то d=20 мин. если 30<=rnd<=59, то d=25 мин. если 60<=rnd<=89, то d=30 мин. если 90<=rnd<=98, то d=35 мин. если rnd=99, то d=40 мин;

23. Увеличение счетчика времени 2-го мастера tot_m2=abs_a+q2+d, увеличение счетчика времени ожидания клиентами 2-го мастера tot_q2=tot_q2+q2 и увеличение счетчика чистого времени работы 2-го мастера abs_m2=abs_m2+d.

24. Вычисление вспомогательных параметров модели. Число клиентов, обслуженных каждым мастером: если клиента обслуживал 1-й мастер: ser_m=1, то счетчик числа его клиентов увеличивается на 1: num_m1=num_m1+1, в противном случае увеличивается счетчик числа клиентов 2-го мастера: num_m2=num_m2+1. Оценка для математического ожидания времени между появлениями клиентов к общему числу клиентов: mo_a=abs_a/num_peo. Оценки для математического ожидания времени обслуживания каждым мастером – чистое время работы мастера, деленное на число клиентов, обслуженных этим мастером: mo_d1=abs_m1/num_m1 и mo_d2=abs_m2/num_m2

25. Проверка, что прошло заданное число клиентов: если num_peo<n, то переход к шагу 3, в противном случае переход к шагу 26.

26. Вывод результатов: общее число клиентов num_peo, время появления последнего клиента abs_a, время работы 1-го мастера abs_m1 и число клиентов num_m1, время работы 2-го мастера abs_m2 и число клиентов num_m2, время, в течение которого клиенты ожидали 1-го мастера tot_q1 и 2-го мастера tot_q2, оценки для математического ожидания времени между появлениями клиентов mo_a и времени работы каждого из мастеров mo_d1 и mo_d2.

27. Конец процесса.

Рассмотрим результат работы этой программы

Общее число клиентов	Время появления последнего клиента	1-й мастер		2-й мастер		M[a]	M [d1]	M [d2]
		Чистое время работы	Число клиентов	Чистое время работы	Число клиентов			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	1935	1570	60	980	40	19,35	26,17	24,5
150	2805	2375	89	1510	61	18,7	26,69	24,75
200	3705	2895	106	2305	94	18,53	27,31	24,52
300	5610	4555	172	3305	128	18,7	26,48	25,82
500	9225	7800	289	5285	211	18,45	26,99	25,05
1000	18860	15410	565	10995	435	18,86	27,27	25,28

В 1-м столбце таблицы записано число обслуженных клиентов. Во 2-ом – абсолютное время появления последнего клиента (мин.). В 3-м и 4-м столбцах собрана информация о 1-м мастере: чистое время его работы и число клиентов. В 5-м и 6-м столбцах записана та же информация о 2-м мастере. В остальных столбцах записана оценка для математического ожидания времени появления клиентов и времени работы каждого из мастеров.

Например, пусть в парикмахерской обслужили 1000 клиентов. На это потребовалось 18860 мин. (примерно месяц работы, считая продолжительность рабочего дня 10 ч.). Первый мастер обслужил за это время 565 клиентов, работая 15410 мин. (примерно 257 часов). Второй мастер обслужил за это время 435 клиентов, работая10885 мин (примерно 183 часа).

Рассмотрим характеристики распределения случайных величин. Используя таблицу найдем математическое ожидание времени между появлениями клиентов а:

M[a]=5*0,05+10*0,1+15*0,2+20*0,4+25*0,2+30*0,05=18,75

Аналогично, определяем математическое ожидание времени обслуживания 1-м и 2-м мастерами, соответственно:

M[d1]=15*0,05+20*0,1+25*0,4+30*0,3+35*0,1+40*0,05=27,25

M[d2]=15*0,1+20*0,2+25*0,3+30*0,3+35*0,09+40*0,01=25,55

Рассмотрим последнюю строку таблицы 2.15. Из 1000 клиентов 565 обслужил 1-й мастер. Это примерно 57%. Второй мастер обслужил 43% клиентов. Первый мастер работал 15410 мин. Из 18860 мин. для примерно 82% всего времени. Аналогично 2-й мастер работал примерно 58% всего времени. В то же время клиенты ожидали первого мастера 13430 мин., а 2-го – 2820 мин.

Хотелось бы повысить эффективность работы парикмахерской (под повышением эффективности работы будем понимать улучшение любой характеристики модели: например, уменьшение времени ожидания клиентами). Очевидные резервы – уменьшение времени простоя мастеров и уменьшение времени ожидания клиентами. Варьируем параметры модели. 50% клиентов желают обслуживаться у 1-го мастера, а 30% - у 2-го. Остальным клиентам мастер безразличен. Предположим, что 2-й мастер повысил свою квалификацию и клиентура распределилась так: 40% клиентов предпочитают 1-го мастера , 40% клиентов предпочитают 2-го мастера, а остальным - безразлично. Пойти к другому мастеру вместо того, чтобы ожидать «своего» согласны не 20% клиентов, как раньше, а 35%. Выполним моделирование с такими распределениями.

В этом случае, распределение нагрузки на мастеров более равномерно, время ожидания клиентами меньше. Поэтому второе распределение более предпочтительно для работы парикмахерской. Следовательно, если на практике имеют место распределения, описанные в таблицах, то можно рекомендовать мероприятия, изменяющие распределения. Они не принесут прямой выгоды, так как общее число обслуженных клиентов не изменится, но сокращение времени ожидания улучшит репутацию мастерской, возможно, привлечет новых клиентов, а примерно одинаковая нагрузка мастеров благоприятствует психологическому климату в рабочем коллективе.

Задание 5. Расчет оптимальной партии заказа

Логисты торговой компании рассчитали сумму издержек на поставку товаров разными партиями.

Затраты на хранение единицы запаса в год определены в размере **I** = 1 000 руб.

Общая потребность **S** задана в размере 2 600 руб.

Стоимость размещения одного заказа **A** задана в размере 15 000 руб.

Таблица 1. Расчет издержек на поставку и хранение товаров

Размер заказа, Q	Гарантийный запас, ГЗ	Средний запас, Q/2 + ГЗ	Затраты на хранение (1), Q/2*I	Затраты на хранение (2), ГЗ*I	Стоимость размещения заказа, S/Q*A	Общие издержки,[5] + [6]
1	2	3	4	5	6	7
100	100					
200	100					
300	100					
400	100					
500	100					
600	100					

<u>Задание</u>

1) Средствами Microsoft Excel рассчитать все показатели Таблицы 1. И определить оптимальный размер заказа.
2) Рассчитать размер оптимальной партии заказа по формуле Уилсона.
3) Сравнить полученные результаты.

Задание 5. Пример из практики

Рассмотрим московскую организацию, ведущую торговлю мукой. Годовая потребность организации в закупках муки - 4000 т. Вопрос определения ОРЗ стоял перед организацией довольно актуально в связи с необходимостью определиться с видом наиболее экономичного вида транспорта.

Для применения формулы Вильсона требуется задать исходные данные. Все денежные показатели даны в уе.

Стоимость размещения заказа была определена на основе следующих данных:

- затраты на работу с поставщиками рассчитаны через фонд заработной платы менеджеров и равны 3400.;
- стоимость аренды офиса 2000.

Затраты на хранение запаса:

- капитальные затраты - 7100 уе /т;
- альтернативные издержки - 90 уе/т (из расчета 14% годовых);
- стоимость обработки заказов (подача и уборка вагона, погрузка-выгрузка, стрейч-пленка) - 420 уе/т;
- аренда склада 13 уе. м2/ сут. х 150 м2 = 175 уе/мес.;

Издержки обслуживания запаса:

- заработная плата кладовщика, водителя, бухгалтера - 372 уе/мес.;
- сертификация - 50.;
- лицензирование - 75.;
- аренда офиса на складе - 200.

Целесообразно проводить поставки ж\д транспортом, крытыми вагонами 68 тонн.

<u>Рассчитать</u>

1 – оптимальную теоретическую партию заказа, количество поставок в год и периодичность поставок

2 – скорректированную оптимальную партию заказа с учетом специфики транспортных перевозок, количество поставок в год и периодичность поставок

Тесты

1. Стохастические модели предполагают:

a. Жесткие функциональные связи между переменными модели
b. Взаимосвязи переменных во времени
c. Наличие случайных воздействий на исследуемые показатели

2. Экономико-математические модели подразделяются на:

a. Статические
b. Динамические
c. Оптимизационные
d. Балансовые

3. Имитационное моделирование – это:

a. Серия численных экспериментов, призванных получить эмпирические оценки степени влияния исходных величин на результаты от них зависящие
b. Серия численных экспериментов, призванных получить теоретические оценки степени влияния исходных величин на результаты от них зависящие

4. Имитация - это:

a. Процесс проведения на компьютере экспериментов с математическими моделями сложных систем реального мира
b. Процесс проведения на компьютере экспериментов с реальными системами

5. Имеется несколько значений, соответствующих некоторому числовому множеству. Случайной называется величина, которая:

a. Относится к определенному моменту или периоду времени
b. Может с определенными вероятностями принимать те или иные значения
c. Имеет несколько значений, соответствующих некоторому числовому множеству

6. Дисперсией называется:

a. Сумма отклонений случайных величин от их среднего значения взвешенных на соответствующие вероятности
b. Сумма квадратов отклонений случайных величин от их среднего значения взвешенных на соответствующие вероятности
c. Сумма произведений случайных величин на их вероятности

7. Стандартное отклонение рассчитывается как:

a. Квадратный корень из дисперсии
b. Сумма отклонений случайных величин от их среднего значения
c. Сумма произведений случайных величин на их вероятности

8. Средним, или ожидаемым значением (математическим ожиданием) случайной величины называется:

a. Сумма отклонений случайных величин от их среднего значения
b. Сумма отклонений случайных величин от их среднего значения, взвешенных на соответствующие вероятности
c. Сумма произведений случайных величин на их вероятности

9. Функцией распределения вероятностей случайной величины называется :

a. Вероятность того, что случайная величина примет значение превосходящее число X
b. Вероятность того, что случайная величина примет значение не превосходящее число X
c. Вероятность того, что случайная величина примет значение равное числу X

10. Коэффициент вариации вычисляется как:

a. Отношение стандартного отклонения к математическому ожиданию
b. Отношение дисперсии к математическому ожиданию
c. Отношение математического ожидания к дисперсии

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

1. Положение о фонде оценочных средств образовательной программы в Национальном исследовательском Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского (ННГУ), утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.
2. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД.
3. Положение о порядке разработки и утверждения образовательных программ ННГУ, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №248-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Математическое и имитационное моделирование»

б) основная литература:

1. Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: Учебное пособие / Н.Н. Лычкина. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 254 с. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=429005

2. Кобелев Н.Б. Имитационное моделирование: Учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков; Под общ. ред. д-ра экон. наук Н.Б. Кобелева. - М.: КУРС: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=361397

3. Вьюненко Л.Ф. Имитационное моделирование: учебник и практикум для академического бакалавриата/ Л.Ф. Вьюненко, М.В. Михайлов, Т.Н. Первозванская; под ред.

Л.Ф. Вьюненко.- М.: издательство Юрайт, 2017. – 283 с. – Режим доступа: https://biblio-online.ru/viewer/4D3D33B8-08F4-4148-AADC-90689A5EB29C)

б) дополнительная литература:

1. Власов М.П. Моделирование экономических систем и процессов: Учебное пособие / М.П. Власов, П.Д. Шимко. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 336 с. - Режим доступа:http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=344989
2. Решмин Б.И. Имитационное моделирование и системы управления: Учебно-практическое пособие / Решмин Б.И. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 74 с. - Режим доступа:http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=760003
3. Королев А.В. Экономико-математические методы и моделирование: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А.В.Королев – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 281 с.– Режим доступа: https://biblio-online.ru/book/6D79329C-E5ED-4CEC-B10E-144AE1F65E43)
4. Безруков А.И. Математическое и имитационное моделирование: учеб. пособие / А.И. Безруков, О.Н. Алексенцева. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 227 с. Режим доступа:http://znanium.com/catalog.php?bookinfo= 811122)
5. Боев, В. Д. Имитационное моделирование систем: учебное пособие для прикладного бакалавриата / В. Д. Боев. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 253 с. — (Серия: Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-534-04734-9. Режим доступа https://biblio-online.ru/book/588F8066-F842-4C2C-9389-70DE883386EB

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1.http://www.gpss.ru - GPSS - язык программирования для системы имитационного моделирования
2.www.pro-invest.com – сайт компании ПРОИНВЕСТ
3.www.intuit.ru – Интернет-университет информационных технологий
4.www.citforum.ru – центр информационных технологий
6.www.bptrends.com – аналитические материалы по моделированию бизнес-процесов
7.Электронная почта
8. Программный комплекс «Project Expert»
9. Федеральный портал «Российское образование» http://www.edu.ru/
10. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» http://school-collection.edu.ru/
11. Научная электронная библиотека http://elibrary.ru/
12. Операционная система Microsoft Windows
13. Пакет прикладных программ Microsoft Office
14. Правовая система «Консультант плюс»
15. Правовая система «Гарант».
16. Интернет браузеры (Mozilla Firefox, Google Chrome)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Реализация программы предполагает наличие:
- аудиторий для лекционных и практических занятий с необходимым оборудованием;

- компьютерного класса, имеющего компьютеры, объединенные сетью с выходом в Интернет;

- лицензионного (операционная система Microsoft Windows, пакет прикладных программ Microsoft Office) программного обеспечения.

- интернет браузеров (Mozilla Firefox, Google Chrome)

В ходе проведения занятий рекомендуется использовать компьютерные иллюстрации для поддержки различных видов занятий, подготовленные с использованием Microsoft Office или других средств визуализации материала.

Доступ к электронным информационным ресурсам осуществляется в компьютерном классе и библиотеке филиала.

Специальные условия организации обучения по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Организация обучения по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья при наличии таких обучающихся путем создания специальных условий для получения образования.

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии).

В соответствии с Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утв. Минобрнауки РФ 08.04.2014 АК-44/05вн при изучении дисциплины предполагается использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе.

При освоении дисциплины используются различные сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности обучающихся для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций. Форма проведения промежуточной аттестации для обучающихся-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей. По личной просьбе обучающегося с ограниченными возможностями здоровья, изложенной в форме письменного заявления, по дисциплине предусматриваются:

- замена устного ответа на письменный ответ при сдаче экзамена;

- увеличение продолжительности времени на подготовку к ответу на экзамене;

- при подведении результатов промежуточной аттестации студентов выставляется максимальное количество баллов за посещаемость аудиторных занятий.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение теоретического материала определяется рабочей учебной программой дисциплины, включенными в нее календарным планом изучения дисциплины и перечнем литературы. При подготовке к занятиям рекомендуется повторить материал предшествующих тем рабочего учебного плана, а также материал предшествующих учебных дисциплин, который служит базой изучаемого раздела данной дисциплины. *При подготовке к практическому занятию, занятию лабораторного типа* необходимо изучить материалы

лекции, рекомендованную литературу. Изученный материал следует проанализировать в соответствии с планом занятия, затем проверить степень усвоения содержания вопросов.

Практические занятия, занятия лабораторного типа неразрывно связаны с домашними заданиями как основным видом текущей самостоятельной работы, являясь, в сочетании с систематическим изучением теоретического материала основой оценки знаний, фиксируемой в промежуточной аттестации.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает: повторение пройденного учебного материала, чтение рекомендованной литературы, подготовку к практическим занятиям и занятиям лабораторного типа, выполнение общих и индивидуальных домашних заданий, работу с электронными источниками, подготовку к сдаче формы промежуточной аттестации.

Планирование времени на самостоятельную работу важно осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом повторение пройденного материала.

Важную роль в изучении дисциплины играет *подготовка контрольной или курсовой работы* (при наличии в учебном плане). Прежде чем приступить к написанию работы, следует внимательно ознакомиться с темой и рекомендованной литературой. Целесообразно также использовать монографии, журнальные и газетные статьи, нормативные правовые документы, электронные ресурсы. Перечень использованных литературных источников свидетельствует о глубине проработки темы. Весь изученный материал систематизируется и излагается в соответствии с планом. Важно, при написании контрольной (курсовой) работы выразить собственную позицию по изучаемой проблеме. Материал следует излагать грамотно, четко, без повторений и сокращений (кроме общепринятых).

При подготовке к промежуточной аттестации по дисциплине следует руководствоваться перечнем вопросов для подготовки к итоговому контролю по курсу. При этом необходимо уяснить суть основных понятий дисциплины.

Самостоятельная работа студентов, прежде всего, заключатся в изучении литературы, дополняющей материал, излагаемый в лекционной части курса. Необходимо овладеть навыками библиографического поиска, в том числе в сетевых Интернет-ресурсах, научиться сопоставлять различные точки зрения и определять методы исследований.

Предполагается, что, прослушав лекцию, студент должен ознакомиться с рекомендованной литературой из основного списка, затем обратится к источникам, указанным в библиографических списках изученных книг, осуществит поиск и критическую оценку материала на сайтах Интернет, соберет необходимую информацию.

Существует несколько методов работы с литературой. Один из них – метод повторения: смысл прочитанного текста можно заучить наизусть. Простое повторение воздействует на память механически и поверхностно. Полученные таким путем сведения легко забываются. Наиболее эффективный метод - метод осознанного запоминания: прочитанный текст нужно подвергнуть большей, чем простое заучивание, обработке. Чтобы основательно обработать информацию, важно произвести целый ряд мыслительных операций: прокомментировать новые данные; оценить их значение; поставить вопросы; сопоставить полученные сведения с ранее известными.

Для улучшения обработки информации очень важно устанавливать осмысленные связи, структурировать новые сведения. Изучение научной, учебной и иной литературы требует ведения рабочих записей. Форма записей может быть весьма разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект.