

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Кемеровский государственный университет  
Институт фундаментальных наук

«УТВЕРЖДАЮ» Директор института



Гудов А.М.

2017 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Б1.В.ОД.4 Имитационное моделирование**

Направление подготовки

*01.03.02 Прикладная математика и информатика*

Направленность (профиль) подготовки  
*«Исследование операций и системный анализ»*

Уровень бакалавриата

Форма обучения  
очная

Кемерово 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Место дисциплины в структуре программы бакалавриата .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1. Объём дисциплины по видам учебных занятий (в часах).....</b>	<b>3</b>
<b>4. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....</b>	<b>4</b>
<b>4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....</b>	<b>4</b>
<b>4.2 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)....</b>	<b>5</b>
<b>5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>6</b>
<b>6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>6</b>
<b>6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю).....</b>	<b>6</b>
<b>6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы .....</b>	<b>7</b>
<b>6.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....</b>	<b>9</b>
<b>7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....</b>	<b>12</b>
<b>8.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....</b>	<b>13</b>
<b>9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....</b>	<b>13</b>
<b>10.Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.....</b>	<b>14</b>
<b>11.Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....</b>	<b>14</b>
<b>12. Иные сведения и материалы.....</b>	<b>15</b>
<b>12.1. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....</b>	<b>15</b>
<b>12.2. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....</b>	<b>16</b>

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения программы бакалавра обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП	Перечень планируемых результатов по дисциплине
ПК-1	способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	Уметь: собирать и обрабатывать статистическую информацию по результатам имитационного моделирования; Знать: область применения и границы возможности имитационного моделирования; Владеть: способностью составлять и контролировать план выполняемой работы.
ПК-7	способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения	Уметь: составлять план выполняемой работы, и оценивать результаты собственной работы; Знать: содержание процесса имитационного моделирования; Владеть: навыками анализа и эксплуатации имитационных моделей, отладки имитационных моделей; навыками разработки отдельных компонентов имитационных моделей в составе рабочей группы.

## **2. Место дисциплины в структуре программы бакалавриата**

Дисциплина «Имитационное моделирование» входит в вариативную часть цикла дисциплин с кодом УЦ ООП Б1.В.ОД.4.

Для освоения данной дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках освоения дисциплин: теория вероятностей и математическая статистика, методы оптимизации.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре и на 4 курсе в 7 семестре (очная форма обучения).

## **3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 академических часов.

### **3.1. Объём дисциплины по видам учебных занятий (в часах)**

Вид учебной работы	Всего часов
	для очной формы обучения
Общая трудоемкость дисциплины	288
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	108
Аудиторные занятия (всего)	108
в том числе:	
лекции	36
практические занятия	72

в т.ч. в активной и интерактивной формах	28
Экзамен	36
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	144
Вид промежуточной аттестации обучающегося	Зачет, экзамен

#### **4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

##### **4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

###### **Очная форма обучения**

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость (часы)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости
			аудиторные учебные занятия	самостоятельная работа обучающихся		
		всего	лекции	семинары, практические занятия		
1	Предмет имитационного моделирования	30	3	9	18	Устный опрос
2	Генерирование случайных величин	30	3	9	18	Контрольная работа
3	Логика дискретной имитации	32	5	9	18	Лабораторная работа
4	Методы сбора статистических данных	32	5	9	18	Лабораторная работа
5	Идентификация закона распределения	32	5	9	18	Лабораторная работа
6	Моделирование случайных процессов	32	5	9	18	Устный опрос, проверка домашних заданий
7	Элементы теории массового обслуживания	32	5	9	18	Контрольная работа
8	Программные средства имитационного моделирования	32	5	9	18	Доклад
9		36				Экзамен

	<b>Всего</b>	<b>288</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>144</b>	<b>36</b>
--	--------------	------------	-----------	-----------	------------	-----------

#### **4.2 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)**

Содержание практических занятий

<b>№</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Содержание раздела дисциплины</b>
1	Предмет имитационного моделирования	
	1.1. Основные понятия и области применения имитационного моделирования	Определение имитационного моделирования. Области применения имитационного моделирования. Преимущества и недостатки имитационного моделирования.
	1.2. Классификация имитационных моделей	Статические и динамические имитационные модели. Детерминированные и стохастические имитационные модели. Непрерывные и дискретные имитационные модели.
2	Генерирование случайных величин	
	2.1. Метод Монте-Карло	Определение метода Монте-Карло. Особенности метода Монте-Карло. Замечания к методу Монте-Карло.
	2.2. Разыгрывание одномерной дискретной случайной величины	Алгоритм разыгрывания одномерной случайной величины. Разыгрывание серии испытаний.
	2.3. Разыгрывание одномерной непрерывной случайной величины	Алгоритм метода обратных функций (экспоненциальное распределение). Алгоритм метода сверток (распределение Эрланга, распределение Пуассона, нормальное распределение). Алгоритм метода отбора (бета-распределение).
	2.4. Разыгрывание двумерной случайной величины	Понятие двумерной случайной величины. Алгоритм разыгрывания двух независимых случайных величин. Алгоритм разыгрывания двух зависимых случайных величин.
3	Логика дискретной имитации	
	3.1. Общее определение событий	Определение событий в системе. Время прихода и время ухода заявок.
	3.2. Механика дискретной имитации	Построение логической схемы имитационной модели. Процесс имитации. Хронология событий.
4	Методы сбора статистических данных	
	4.1. Имитационный эксперимент	Понятие имитационного эксперимента. Требования к наблюдениям и имитационному эксперименту.
	4.2. Метод подынтервалов	Алгоритм метода подынтервалов. Преимущества и недостатки метода.
	4.3. Метод повторений	Алгоритм метода повторений. Преимущества и недостатки метода.
	4.4. Метод циклов	Алгоритм метода циклов. Преимущества и недостатки метода.
5	Идентификация закона распределения	
	5.1. Определение закона распределения и его характеристик	Теоретические кривые распределения вероятностей. Распределение относительных частот (гистограмма). Выборочное среднее, дисперсия.
	5.2. Оценка по критерию согласия $\chi^2$	Алгоритм оценки по критерию согласия $\chi^2$ . Особенности применения метода.
	5.3. Критерий Колмогорова-Смирнова	Алгоритм оценки по критерию Колмогорова-Смирнова. Особенности применения метода.
6	Моделирование случайных процессов	
	6.1. Общие сведения о случайных процессах	Случайная функция. Случайный процесс. Дискретные и непрерывные случайные процессы.
	6.2. Марковские процессы	Определение Марковского процесса. Переходная вероятность. Одношаговая переходная вероятность. Многошаговая пере-

		ходная вероятность.
	6.3. Цепи Маркова	Матрица переходных вероятностей. Однородная матрица переходных вероятностей. Определение цепи Маркова. Абсолютные и переходные вероятности. Уравнения Колмогорова. Классификация состояний Марковских цепей. Первое время возвращения.
7	Элементы теории массового обслуживания	
	7.1. Определения и классификация	Определение системы массового обслуживания. Рекуррентные потоки. Основные компоненты моделей массового обслуживания и их классификация.
	7.2. Свойства экспоненциального распределения в системах массового обслуживания	Свойство отсутствия последействия. Свойство ординарности.
	7.3. Общая модель системы массового обслуживания	Описание функционирования системы массового обслуживания. Интенсивности входящего и выходящего потоков. Вероятности состояния системы. Диаграмма интенсивности переходов. Уравнение баланса.
	7.4. Функциональные характеристики стационарных систем массового обслуживания	Среднее число находящихся в системе клиентов. Среднее число клиентов в очереди. Средняя продолжительность пребывания клиента в системе. Средняя продолжительность пребывания клиента в очереди. Среднее количество занятых сервисов. Формулы вычисления функциональные характеристики стационарных систем массового обслуживания. Формула Литтла.
8	Программные средства имитационного моделирования	
	8.1. Описание программных средств	Языки имитационного моделирования. Обзор прикладных программ имитационного моделирования и их характеристики.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

- Имитационное моделирование: учебное пособие / В. В. Мешечкин, М. В. Косенкова; Кемеровский государственный университет. – Кемерово, 2012. – 116 с.

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка – по желанию	наименование оценочного средства
1.	Предмет имитационного моделирования	ПК-1, ПК-7	Устный опрос
2.	Генерирование случайных величин	ПК-1, ПК-7	Контрольная работа
3.	Логика дискретной имитации	ПК-1, ПК-7	Лабораторная работа
4.	Методы сбора статистических данных	ПК-1, ПК-7	Лабораторная работа
5.	Идентификация закона распределения	ПК-1, ПК-7	Лабораторная работа

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка – по желанию	наименование оценочного средства
6.	Моделирование случайных процессов	ПК-1, ПК-7	Устный опрос, проверка домашних заданий
7.	Элементы теории массового обслуживания	ПК-1, ПК-7	Контрольная работа
8.	Программные средства имитационного моделирования	ПК-1, ПК-7	Доклад

## 6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

### 6.2.1. Экзамен

#### а) Типовые вопросы (сообщения)

1. Предмет имитационного моделирования. Определение имитационной модели.
2. Области применения имитационного моделирования. Классификация имитационных моделей.
3. Логика построения имитационной модели
4. Общая схема метода Монте-Карло.
5. Разыгрывание дискретной случайной величины методом Монте-Карло.
6. Разыгрывание полной группы событий.
7. Генерирование выборочных значений, подчиняющихся экспоненциальному распределению.
8. Генерирование выборочных значений, подчиняющихся равномерному распределению.
9. Генерирование выборочных значений, подчиняющихся распределению Эрланга.
10. Моделирование пуассоновских потоков.
11. Приближённое разыгрывание нормальной случайной величины.
12. Моделирование дискретной двумерной случайной величины.
13. Моделирование непрерывной двумерной случайной величины.
14. Метод подынтервалов.
15. Метод повторений.
16. Метод циклов.
17. Определение закона распределения и его характеристик.
18. Идентификация закона распределения (критерий согласия Колмогорова-Смирнова).
19. Идентификация закона распределения (критерий  $\chi^2$ ).
20. Марковский процесс. Одношаговая и многошаговая переходные вероятности.
21. Определение цепи Маркова.
22. Абсолютные и переходные вероятности.
23. Классификация состояний марковских цепей.
24. Первое время возвращения.
25. Определение системы массового обслуживания и ее компонент.
26. Свойства экспоненциального распределения в системах массового обслуживания.
27. Общая модель системы массового обслуживания.
28. Функциональные характеристики системы массового обслуживания.

29. Расчёт функциональных характеристик СМО по результатам имитационного эксперимента

30. Программные средства имитационного моделирования и их особенности.

Типовые задания (задание на лабораторную работу)

*Пример задания на лабораторную работу:*

Банк имеет один пункт, где клиенты могут воспользоваться банковским автоматом, не выходя из автомобиля. Автомобили прибывают в соответствии с распределением Пуассона с интенсивностью 12 автомобилей в час. Время, необходимое для обслуживания клиентов банкоматом, распределено по экспоненциальному закону со средним, равным 6 минут. Максимальная вместительность полосы обслуживания банкоматом составляет 10 автомобилей. При заполненной полосе прибывающие клиенты обратятся к другому банку.

- а) опишите дискретные события, необходимые для имитационного моделирования работы системы;
- б) опишите логику работы имитационной модели в терминах событий;
- в) смоделируйте вручную работу банковского автомата;
- г) постройте хронологию событий;
- д) рассчитайте теоретически и на основе имитационной модели следующие характеристики:
  - среднее количество автомобилей в полосе обслуживания,
  - среднее количество автомобилей в очереди,
  - среднюю продолжительность пребывания автомобиля в системе,
  - среднюю продолжительность пребывания автомобиля в очереди,
  - вероятность того, что прибывающий клиент не сможет воспользоваться услугами банковского автомата из-за того, что полоса обслуживания будет заполнена,
  - вероятность того, что прибывающий клиент не сможет воспользоваться услугами банковского автомата без ожидания,
  - количество мест в полосе обслуживания, необходимое для работы системы без отказа.

Типовые задания (задание на контрольную работу)

*Пример задания на контрольную работу:*

Разыграть 5 значений случайной величины с законом распределения:

	0	8	1
	0	0	0
,19	,38	,43	

для значений равномерно распределенной случайной величины, полученных с помощью датчика случайных чисел:

	0	0	0	0	0
,78	,29	,05	,77	,73	

Типовые задания (темы докладов)

1. Язык программирования SIMSCRIPT (история возникновения, общее описание, возможности имитации)
2. Язык программирования SLAM (история возникновения, общее описание, возможности РПД «Имитационное моделирование»)

имитации)

3. Язык программирования SIMANT (история возникновения, общее описание, возможности имитации)

4. Язык программирования GPSS (история возникновения, общее описание, возможности имитации)

5. Инструментальное средство имитации ARIS Toolset (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)

6. Инструментальное средство имитации ITHINK (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)

7. Инструментальное средство имитации Powersim Studio (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)

8. Инструментальное средство имитации Extend (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)

9. Инструментальное средство имитации GPSS/H (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)

10. Инструментальное средство имитации GPSS/World (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)

11. Инструментальное средство имитации SIMPROCESS (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)

12. Инструментальное средство имитации AllFusion Process Modeler (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)

13. Инструментальное средство имитации ProcessModel (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)

14. Инструментальное средство имитации AnyLogic (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)

15. Инструментальное средство имитации Witness (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)

***6.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций***

**Описание шкалы оценивания**

Поскольку дисциплина изучается в течение двух семестров, и в каждом семестре имеется аттестационное испытание, то число з.е. и рейтинг определяются по каждому семестру в отдельности. Рейтинг обучающегося по всей дисциплине будет определяться по формуле:

$$R_{\delta^{\pm}} = \frac{3R_1^{\delta^{\pm}} + 5R_2^{\delta^{\pm}}}{8},$$

где  $R_{\delta^{\pm}}$  – итоговый рейтинг по всей дисциплине,  $R_1^{\delta^{\pm}}$ ,  $R_2^{\delta^{\pm}}$  – рейтинги по дисциплине в первом и во втором семестрах соответственно.

1. Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине в каждом семестре – 100 баллов.

2. В зависимости от суммарного количества набранных баллов студенту выставляются следующие итоговые оценки:

в первом семестре изучения дисциплины:

0-50 баллов – «не зачлено»;

51-100 баллов – «зачленено».

во втором семестре:

- 0-50 баллов – «неудовлетворительно»;
- 51-65 баллов – «удовлетворительно»;
- 66-85 баллов – «хорошо»;
- 86-100 баллов – «отлично».

3. Максимальная сумма баллов промежуточной аттестации (текущей успеваемости): в первом семестре – 80 баллов; во втором семестре – 60 баллов.

Максимальная сумма баллов семестровой аттестации (зачёт) – 20 баллов;

Максимальная сумма баллов семестровой аттестации (экзамен) – 40 баллов;

4. Оценка промежуточной аттестации (текущей успеваемости):

в первом семестре изучения дисциплины:

- посещение практических занятий – 1 балл; из расчета 36 часов практических занятий в семестре, всего за семестр студент может получить максимально 18 баллов;
- посещение лекций – 1 балл; из расчета 18 часов лекций в семестре, всего за семестр студент может получить максимально 9 баллов;
- решение задач у доски во время практических занятий – в зависимости от уровня активности за семестр можно получить максимально 12 баллов;
- работа с места во время лекций и практических занятий – в зависимости от уровня активности за семестр можно получить максимально 11 баллов;
- лабораторные работы – из расчета 2 лабораторные работы за семестр по 10 баллов, максимально можно получить 20 баллов; при несвоевременной сдаче лабораторной работы студент получает оценку на балл ниже;
- контрольная работа – максимально можно получить 10 баллов.

Максимальная сумма баллов промежуточной аттестации (текущей успеваемости) – 80 баллов.

во втором семестре:

- посещение практических занятий – 1 балл; из расчета 36 часов практических занятий в семестре, всего за семестр студент может получить максимально 18 баллов;
- посещение лекций – 1 балл; из расчета 18 часов лекций в семестре, всего за семестр студент может получить максимально 9 баллов;
- работа с места во время лекций и практических занятий – в зависимости от уровня активности за семестр можно получить максимально 3 балла;
- лабораторная работа – 10 баллов; при несвоевременной сдаче лабораторной работы студент получает оценку на балл ниже;
- решение домашнего задания – 5 баллов; при несвоевременной сдаче домашнего задания студент получает оценку на балл ниже;
- контрольная работа – максимально можно получить 10 баллов;
- доклад – 5 баллов.

Максимальная сумма баллов промежуточной аттестации (текущей успеваемости) – 60 баллов.

Для ликвидации задолженностей по пропущенным занятиям и невыполненным заданиям возможно проведение отработки в часы консультаций преподавателей, ведущих дисциплину, до начала зачётной сессии.

5. Оценка семестровой аттестации (зачёта):

- на зачёте студент должен выполнить итоговую контрольную работу, включающую теоретический вопрос и задачу. Теоретический вопрос оценивается в 8 баллов, задача – 12, в результате за итоговую контрольную работу студент имеет возможность набрать 20 баллов.

- некоторые студенты, проявившие активность при изучении дисциплины и набравшие по итогам текущей аттестации 80 баллов, по усмотрению преподавателя, ведущего занятия, на зачёте автоматически получают 20 баллов.

Максимальная сумма баллов семестровой аттестации (зачета) – 20 баллов.

Оценка семестровой аттестации (экзамена):

На экзамене студент должен ответить на два теоретических вопроса из билета (по 10 баллов за каждый), на пять дополнительных вопросов по теме билета (всего 10 баллов) и на пять дополнительных вопросов по любой теме программы (всего 10 баллов).

Максимальная сумма баллов семестровой аттестации (экзамена) – 40 баллов.

Студенту для получения удовлетворительной итоговой оценки, в период промежуточной аттестации необходимо набрать не менее 30 баллов, при семестровой аттестации необходимо набрать не менее 21 баллов в сумме по всем вопросам.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине в каждом семестре – 100 баллов. Данные баллы студент может набрать, регулярно посещая занятия и активно работая на них. В зависимости от суммарного количества набранных баллов в течение семестра, студенту выставляются следующие оценки: 0-50 баллов – «не засчитено»; 51-100 баллов – «засчитено».

Студенту при сдаче теоретического материала необходимо показать свою способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям (ПК-1); способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения (ПК-7).

Если студент пропустил занятие, он может его «отработать» - прийти с выполненным заданием к преподавателю в часы консультаций.

Во втором семестре для студента достигнутый уровень обученности (итоговая отметка) определяется в соответствии с алгоритмом, приведенным в таблице.

<b>Уровни усвоения материала и сформированности способов деятельности</b>	<b>Конкретные действия студентов, свидетельствующие о достижении данного уровня</b>
Первый меньше 50 баллов «неудовлетворительно»	Результаты обучения студентов свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.
Второй (репродуктивный) от 51 до 65 баллов «удовлетворительно»	Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что студенты обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Студенты способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач: <ul style="list-style-type: none"> <li>– воспроизводят термины, конкретные факты, методы и процедуры, основные понятия, правила и принципы;</li> <li>– проводят простейшие расчеты;</li> <li>– выполняют задания по образцу (или по инструкции).</li> </ul>

<p>Третий (реконструктивный) от 66 до 85 баллов «хорошо»</p>	<p>Студенты продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности по дисциплине. Студенты способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– объясняет факты, правила, принципы;</li> <li>– преобразует словесный материал в математические выражения и алгоритмы;</li> <li>– предположительно описывает будущие последствия, вытекающие из имеющихся данных;</li> <li>– проводит расчеты по формулам и уравнениям;</li> <li>– применяет теоретические знания в конкретных практических ситуациях;</li> <li>– использует понятия и принципы в новых ситуациях.</li> </ul>
<p>Четвертый (творческий) от 86 до 100 баллов «отлично»</p>	<p>Студенты способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ориентируется в потоке информации из области прикладной математики, определяет источники необходимой информации, умеет получать её, анализировать;</li> <li>– пишет доклад;</li> <li>– предлагает план проведения эксперимента или других действий;</li> <li>– составляет схемы задачи;</li> <li>– оценивает логику построения текста;</li> <li>– оценивает соответствие выводов имеющимся данным;</li> <li>– оценивает значимость того или иного продукта деятельности;</li> <li>– планирует и осуществляет статистический эксперимент.</li> </ul>

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### а) основная литература:

1. Демченко, М. С. Основы технологии имитационного моделирования / М. С. Демченко. – М.: Лаборатория книги, 2012. – 171 с.  
(<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=140062&sr=1>; дата обращения: 23.04.17)

2. Имитационное моделирование: учебное пособие / В. В. Мешечкин, М. В. Косенкова; Кемеровский государственный университет. – Кемерово, 2012. – 116 с.

### б) дополнительная литература:

1. Емельянов, А. А. Имитационное моделирование экономических процессов / А. А. Емельянов, Е. А. Власова, Р. В. Дума. - 2-е изд., пер. и доп. - М.: Финансы и статистика, 2009. - 416 с. // [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1025](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1025); дата обращения: 23.04.17.
2. Ермаков С. М. Курс статистического моделирования / С. М. Ермаков, Г. А. Михайлов. – М.: Финансы и статистика, 1976.
3. Кудрявцев, Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных

систем / Е. М. Кудрявцев. - М.: ДМК Пресс, 2008. - 317 с. // [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1213](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1213); дата обращения: 23.04.17.

4. Многомерный статистический анализ в экономических задачах: компьютерное моделирование в SPSS: учеб. пособие / [Н. В. Концевая и др.]; под ред. И. В. Орловой. – М.: Вызовский учебник, 2011. – 309 с.

5. Павловский, Ю. Н. Имитационное моделирование: учебное пособие / Ю. Н. Павловский, Н. В. Белотелов, Ю. И. Бродский. – М.: Академия, 2008. – 235 с.

6. Советов, Б. Я. Моделирование систем / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - М.: Высшая школа, 1998.

7. Таха, Хэмди. Введение в исследование операций. В 2 кн. Кн. 1 / Х. Таха ; пер. В. Я. Алтаев. - Москва: Мир, 1985. - 479 с.

8. Таха, Хэмди. Введение в исследование операций. В 2 кн. Кн. 2 / Х. Таха ; пер. В. Я. Алтаев. - Москва: Мир, 1985. - 496 с.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Компьютеры и математика / Новая электронная библиотека – [http://www.newlibrary.ru/genre/nauka/matematika/kompyutery\\_i\\_matematika/](http://www.newlibrary.ru/genre/nauka/matematika/kompyutery_i_matematika/) (дата обращения 23.04.2017)

2. Учебники по математике / Математическое бюро: решение задач по высшей математике – <http://www.matburo.ru/stuff.php> (дата обращения 23.04.17)

3. Вычислительная математика / Нехудожественная библиотека – <http://www.nehudlit.ru/books/subcat259.html> (дата обращения 23.04.2017)

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

**9.1. Советы по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины.** Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта в тот же день, после занятия – 5-10 минут.

Изучение конспекта за день перед следующим занятием – 5-10 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 20 минут в неделю.

Подготовка к практическому занятию – 30 минут.

Всего в неделю – 1 час.

**9.2. Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»).**

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания материала и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня нужно сначала просмотреть и обдумать текст занятия, прослушанного сегодня.

2. При подготовке к занятию следующего дня нужно просмотреть текст предыдущего за-

нятия, подумать о том, какая может быть тема следующего занятия.

3. В течение недели выбрать время для работы с литературой по имитационному моделированию в библиотеке.

4. При подготовке к практическим занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и формулы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи. Если это не дало результатов, и Вы сделали задачу «по образцу» аудиторной задачи, нужно после решения такой задачи обдумать ход решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

### **9.3. Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса.**

Рекомендуется использовать методические указания по курсу имитационное моделирование, конспект занятий.

**9.4. Рекомендации по работе с литературой.** Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию занятий и прочтению конспекта изучаются и книги по имитационному моделированию. Литературу рекомендуется изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников. Рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько простых упражнений на данную тему.

**9.5. Советы по подготовке к зачету и экзамену.** Дополнительно к изучению конспектов занятий рекомендуется пользоваться учебником по имитационному моделированию. При подготовке к зачету нужно изучить теорию: определения всех понятий и выводы формул до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольку типовых задач из каждой темы.

**9.6. Указания по организации работы с контрольно-измерительными материалами, по выполнению домашних заданий.** При выполнении домашних заданий необходимо сначала прочитать основные понятия по теме задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи. Если это не дало результатов, и Вы сделали задачу «по образцу» аудиторной задачи, нужно после обдумать ход решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

1. Мультимедийные материалы, мультимедийная аудитория;
2. Компьютерные классы для практических занятий с установленным лицензионным MS Office Excel;
2. Skype – для проведения дистанционного обучения и консультаций.

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Лекции по дисциплине проводятся в аудитории с выходом в Интернет, оснащенной мультимедийным оборудованием. Чтение лекций сопровождается демонстрацией учебно-наглядных пособий (слайд-презентаций) по темам:

Генерирование случайных величин  
Логика дискретной имитации  
Методы сбора статистических данных  
Элементы теории массового обслуживания

## Программные средства имитационного моделирования

Практические занятия проводятся в компьютерных классах.

Самостоятельная работа по дисциплине может проводится в электронном читальном зале (ауд. 1218) или компьютерных классах отделения математики и информатики, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду КемГУ (в том числе депозитарий информационно-образовательных ресурсов КемГУ) и в электронно-библиотечные системы "УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН", "ЛАНЬ".

Комплект программного обеспечения, необходимый для обеспечения дисциплины, включает следующие программные продукты:

Пакет офисных программ:

Microsoft Office 2010 ([www.microsoft.com](http://www.microsoft.com)) – лицензия КемГУ, либо

LibreOffice 5.2 ([www.libreoffice.org](http://www.libreoffice.org)) – свободно распространяемое ПО

## 12. Иные сведения и материалы

### *12.1. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья*

В процессе изучения дисциплины и осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптированные формы обучения с учётом индивидуальных психофизиологических особенностей. При определении форм проведения занятий с обучающимися инвалидами учитываются рекомендации данные по результатам медико-социальной экспертизы, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья пользуются специальными рабочими местами, созданными с учётом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

*Для лиц с нарушением зрения (слепых и слабовидящих):*

- специализированное стационарное рабочее место ЭлСИС 201;
- специализированное стационарное рабочее место ЭлСИС 221;
- специализированное мобильное место ЭлНОТ 301;
- принтер Брайля (+ПО для трансляции текста в шрифт Брайля).

*Для лиц с нарушением слуха:*

- система информационная для слабослышащих стационарная «Исток» С-1И;
- беспроводная звукозаписывающая аппаратура коллективного пользования: радиокласс (радиомикрофон) «Сонет-PCM» РМ-3.1.

*Для лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата:*

- компьютерный стол для лиц с нарушениями опорнодвигательной системы с электроприводом;
- клавиатура с накладной и с кнопочной мышкой с расположением кнопок сверху Аккорд;
- беспроводная мышь трекбол для ПК Logitech M570;
- клавиатура с джойстиком для выбора клавиши на цветовом поле.

Особенности процесса изучения дисциплины и осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:

*Для лиц с нарушением зрения* задания и инструкции по их выполнению предоставляются с укрупненным шрифтом, для слепых задания оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются им. При необходимости обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс, пре-

доставляется увеличивающее устройство, а также возможность использовать собственное увеличивающие устройство.

Для лиц с нарушением слуха дидактический материал (слайд-презентации лекций, задания и инструкции к их выполнению) предоставляются в письменной форме или электронном виде при необходимости. Обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости студентам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования.

Для лиц с тяжелыми нарушениями речи текущий и промежуточный контроль проводятся в письменной форме.

При необходимости лица с нарушениями двигательных функций нижних конечностей письменные задания выполняют дистанционно, при этом взаимодействие с преподавателем осуществляется через ЭИОС; лекции проводятся в 1 и 2 блочных аудиториях, практические занятия в аудиториях 8 и 2 корпусов КемГУ.

Для лиц с нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей письменные задания выполняются дистанционно, при этом взаимодействие с преподавателем осуществляется через ЭИОС; экзамен сдаётся в устной форме.

При необходимости лицу с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для выполнения заданий и сдачи экзамена/зачёта, но не более чем на 0.5 часа.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья сдают экзамен/зачёт в одной аудитории совместно с иными обучающимися, если это не создает трудностей для студентов при сдаче экзамена/зачёта. Студенты с ограниченными возможностями здоровья в случае необходимости также могут сдавать экзамен/зачёт по индивидуальному графику в дистанционной форме.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья могут в процессе обучения и прохождения текущего и итогового контроля пользоваться техническими средствами, необходимыми им в связи с их индивидуальными особенностями.

Допускается присутствие в аудитории во время сдачи экзамена/зачёта ассистента из числа работников КемГУ или привлечённых лиц, оказывающих студентам с ограниченными возможностями здоровья необходимую техническую помощь с учётом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с преподавателями).

Особые условия предоставляются студентам с ограниченными возможностями здоровья на основании заявления, содержащего сведения о необходимости создания соответствующих специальных условий.

## ***12.2. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине***

Овладение дисциплиной «Имитационное моделирование» предполагает использование следующих образовательных технологий (методов):

- **лекция (вводная, обзорная, преподуктивно-информационная, заключительная)** - целесообразность традиционной лекции состоит в решении следующих образовательных и развивающих задач курса: показать значимость курса для профессионального становления будущего бакалавра; представить логическую схему изучения представленного курса; сформировать мотивацию бакалавров на освоение учебного материала; связать теоретический материал с практикой будущей профессиональной деятельности; представить научно-понятийную основу изучаемой дисциплины; систематизировать знания бакалавров по изучаемой проблеме; расширить научный кругозор бакалавра как будущего специалиста и т.д.;

- **лекция-беседа** - позволяет учитывать отношение бакалавра к изучаемым вопросам, выявлять проблемы в процессе их осмыслиения, корректировать допускаемые ошибки и т.д.;

- **лекция-дискуссия** - представляет организацию диалоговой формы обучения, создающей условия для формирования оценочных знаний бакалавров, обусловливающих про-

явление их профессиональной позиции как будущего специалиста; формируется умение высказывать и аргументировать личную точку зрения; развивается способность к толерантному восприятию иных точек зрения и т.д.;

• «**мозговой штурм**» - метод коллективного генерирования идей и их конструктивная проработка при решении проблемных задач предполагает создание условий для развития умений выражать собственные взгляды, работать во взаимодействии с другими людьми и т.д.;

• **лекция с разбором конкретных ситуаций** – предполагает включение конкретных ситуаций, отражающих проблемы профессиональной деятельности; создаётся ситуация, позволяющая «перевод» познавательного интереса на уровень профессионального; активизируется возможность занять профессиональную позицию, развить умения анализа, сравнения и обобщения;

• **разработка программ исследования** – предполагает развитие умений системно представить программу изучения математических понятий государственного и муниципального управления в социальной сфере;

• **тренинг** по использованию методов исследования при изучении конкретных проблем математики – отрабатывается умение и навыки решения математических задач и построения математических моделей государственного и муниципального управления в социальной сфере

• **рефлексия** - обеспечивает самоанализ и самооценку достижения результатов познавательной деятельности.

Составитель: Чернова Е.С., старший преподаватель кафедры прикладной математики КемГУ