

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ИНСТИТУТ  
«ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА»**

**Кафедра моделирования экономики**

**УТВЕРЖДАЮ**

проректор по научной, методической  
и учебной работе

*Л.И. Скала*  
«22» апреля 2020 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Имитационное моделирование»**

Направление подготовки:

*27.03.05 Инноватика*

Профиль подготовки:

Образовательная программа:

Квалификация:

Форма обучения:

*бакалавриат*

*академический бакалавр*

*очная, заочная, в том числе с  
ускоренным сроком обучения*

**Донецк 2020**



В.Н. Тимохин

Рабочая программа учебной дисциплины «Имитационное моделирование» составлена на основе Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) по направлению подготовки 27.03.05 Инноватика, утвержденного приказом МОН ДНР от 04.04.2016 г. № 291; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от 10.11.2017 г. (с изменениями, внесенными от 03.05.2019 г. №567); учебного плана и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 27.03.05 Инноватика.

**Разработчик:**

профессор кафедры экономической кибернетики,  
к.э.н., доцент

Овечко Г.С.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры моделирования экономики

Протокол № 10 от «16» апреля 2020 г.

Зав. кафедрой моделирования экономики

Загорная Т.О.

Руководитель образовательной программы  
27.03.05 Инноватика

Загорная Т.О.

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией УНИ «Экономическая кибернетика»

Протокол № 8 от «21» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии института

Загорная Т.О.

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина «Имитационное моделирование» является вариативной частью профессионального блока дисциплин подготовки студентов по направлению 27.03.05 «Инноватика». Дисциплина реализуется в Учебно-научном институте «Экономическая кибернетика» ГОУ ВПО «ДонНУ» кафедрой моделирования экономики. Основывается на базе дисциплин: «Теория систем и системный анализ», «Теория и математические методы принятия решений», «Дискретная математика», «Математический анализ», «Линейная алгебра».

Является основой для изучения дисциплин профессионального блока, написания ВКР, прохождения производственной (преддипломной) практики.

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>				
Направление подготовки	27.03.05 Инноватика			
Профиль	-			
Образовательная программа	бакалавриат			
Квалификация	академический бакалавр			
Количество содержательных модулей	3			
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	вариативная часть профессионального блока дисциплин			
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	МК, экзамен			
Показатели	очная форма обучения		заочная форма обучения	
	нормат. срок	ускор. срок	нормат. срок	ускор. срок
Количество зачетных единиц (кредитов)	3,5	3,5	3,5	3,5
Год подготовки	3	2	3	2
Семестр	6	4		
Количество часов	126	126	126	126
- лекционных	30	30	6	6
- практических, семинарских				
- лабораторных	45	45	8	8
- самостоятельной работы	51	51	112	112
в т.ч. индивидуальное задание				
Недельное количество часов,				
в т.ч. аудиторных	5	5		

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели и задачи

**Цель дисциплины:** дать целостное представление о сущности, условиях, возможностях имитационного моделирования как экспериментальной и прикладной методологии исследования сложных экономических систем и процессов.

### **Задачи:**

- изучение методологии имитационного моделирования, методов исследования экономических систем, методов оценки имитационной модели, методов ВАМ, ЭД;
- освоение методологии планирования и анализа экспериментов;
- овладение навыками проведения исследования экономической системы;
- овладение навыками разработки имитационной модели и ее совершенствования;

- умение выполнять анализ имитационной модели;
- проводить планирование эксперимента с ИМЭС и анализ его результатов.
- овладение навыками применения методов и типовых моделей ИМЭС и планирования экспериментов с моделями экономических систем.

**Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины «Имитационное моделирование» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО ДНР по направлению подготовки 27.03.05 Инноватика и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 27.03.05 Инноватика:

***а) общекультурных (ОК):***

- способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);

***б) общепрофессиональных (ОПК):***

- способностью решать задачи организации профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-1);

-способностью осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения профессиональных задач (ОПК-2);

-способностью использовать информационно-коммуникационные технологии, управлять информацией с использованием прикладных программ деловой сферы деятельности; использовать компьютерные технологии и базы данных, пакеты прикладных программ управления проектами (ОПК-3).

***в) профессиональных (ПК):***

***расчетно-экономическая деятельность:***

- способностью собирать и анализировать исходные данные, необходимые для расчета экономических и социально-экономических показателей, характеризующих инновационную деятельность предприятий (ПК-1);

***экспериментально-исследовательская деятельность:***

- способностью применять современные методы исследования и моделирования проекта с использованием вычислительной техники и соответствующих программных комплексов (ПК-12);

- способностью спланировать необходимый эксперимент, получить адекватную модель и исследовать ее (ПК-14);

***проектно-конструкторская деятельность:***

- способностью разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем (ПК-18).

**В результате изучения учебной дисциплины студент должен:**

***знать:***

- методологии имитационного моделирования, методов исследования экономических систем, методов оценки имитационной модели, методов ВАМ, ЭД;
- методологии планирования и анализа экспериментов.

***уметь:***

- проводить исследование экономической системы;
- осуществлять разработку имитационной модели и ее совершенствование;
- выполнять анализ имитационной модели;
- проводить планирование эксперимента с ИМЭС и анализ его результатов.

***владеть:***

- навыками применения методов и типовых моделей ИМЭС и планирования экспериментов с моделями экономических систем.

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<b>Содержательный модуль 1. Концептуальные основы имитационного моделирования экономических систем.</b>	
<b>Тема 1.</b> Методология имитационного моделирования	Основные понятия имитационного моделирования. Основные подходы к проведению исследования сложной системы методом имитации. Достоинства и недостатки ИМЭС. Этапы имитационного моделирования. Программные продукты имитационного моделирования. Пример имитационного моделирования
<b>Содержательный модуль 2. Методы имитационного моделирования</b>	
<b>Тема 2.</b> Статистические методы исследования систем.	Метод Монте-Карло. Методы выявления тренда временного ряда. Методы идентификации функции распределения случайных величин. Методы корреляционного и регрессионного анализа. Метод экспертных оценок.
<b>Тема 3.</b> Метод вероятностно-автоматного моделирования.	Понятие вероятностного автомата и способы его задания. Система вероятностных автоматов. Автоматное описание элементов экономических систем. Примеры решения задач с помощью системы вероятностных автоматов.
<b>Тема 4.</b> Метод системной динамики Дж. Форрестера.	Основные понятия метода системной динамики. Область применения метода. Принципы построения моделей методом Форрестера. Особенности реализации метода системной динамики. Возможности ППП PowerSim.
<b>Содержательный модуль 3. Планирование и анализ экспериментов с имитационной моделью.</b>	
<b>Тема 5.</b> Анализ имитационной модели.	Методология оценки пригодности имитационной модели. Проверка средних значений. Непараметрические критерии проверки гипотез Манна-Уитни. Методы сравнения работы модели и реальной системы. Доверительные интервалы и проверка точности модели. Анализ чувствительности имитационной модели.
<b>Тема 6.</b> Планирование эксперимента и методы анализа результатов.	Методология проведения эксперимента с имитационной моделью. Цели и критерии планирования эксперимента. Стратегическое планирование эксперимента. Тактическое планирование эксперимента. Виды экспериментов. Структурная и функциональная модели экспериментов.

## Тематический план

Названия содержательных модулей и тем	Количество часов																						
	Очная форма обучения										Заочная форма обучения												
	Нормативный срок обучения					Ускоренный срок обучения					Нормативный срок обучения					Ускоренный срок обучения							
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Содержательный модуль 1. Концептуальные основы имитационного моделирования экономических систем.																							
Тема 1. Методология имитационного моделирования.	15	4		3	8		15	4		3	8		19				19			19			
Итого по содержательному модулю 1	15	4		3	8		15	4		3	8		19				19			19			
Содержательный модуль 2. Методы имитационного моделирования.																							
Тема 2. Статистические методы исследования систем.	20	4		8	8		20	4		8	8		21			2	19		21		2	19	
Тема 3. Метод вероятностно-автоматного моделирования.	23	6		8	9		23	6		8	9		23	2		2	19		23	2	2	19	
Тема 4. Метод системной динамики Дж. Форрестера.	27	4		14	9		27	4		14	9		23	2		2	19		23	2	2	19	
Итого по содержательному модулю 2	70	14		30	43		70	14		30	26		67	4		6	57		67	4	6	57	
Содержательный модуль 3. Планирование и анализ экспериментов с имитационной моделью.																							
Тема 5. Анализ имитационной модели.	21	6		6	9		21	6		6	9		22	2		2	18		22	2	2	18	
Тема 6. Планирование эксперимента и методы анализа результатов.	20	6		6	8		20	6		6	8		18				18		18			18	
Итого по содержательному модулю 3	41	12		12	30		41	12		12	17		40	2		2	36		40	2	2	36	
Всего по дисциплине	126	30		45	51		126	30		45	51		126	6		8	112		126	6	8	112	

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### Темы лекционных занятий

<b>№ п/п</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
1.	Методология имитационного моделирования.	4
2.	Статистические методы исследования систем.	4
3.	Метод вероятностно-автоматного моделирования.	6
4.	Метод системной динамики Дж. Форрестера.	4
5.	Анализ имитационной модели.	6
6.	Планирование эксперимента и методы анализа результатов.	6
	<b>ВСЕГО</b>	<b>30</b>

### Темы лабораторных занятий

<b>№ п/п</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
7.	Лабораторная работа 1. Этапы построения имитационной модели в среде моделирования. Программные продукты имитационного моделирования	3
8.	Лабораторная работа 2. Применение метода Монте-Карло для оценки эффективности инвестиционного проекта	2
9.	Лабораторная работа 3. Применение метода дискретно-событийного моделирования для имитации работы магазина	2
10.	Лабораторная работа 4. Применение методов выявления тренда временного ряда и корреляционно-регрессионного анализа для моделирования динамики затрат предприятия	4
11.	Лабораторная работа 5. Применение метода вероятностно-автоматного моделирования для решения задачи имитации запасов на складе	4
12.	Лабораторная работа 6-7. Применение метода вероятностно-автоматного моделирования для решения задачи имитации работы АТС	4
13.	Лабораторная работа 8. Построение диаграммы причинно-следственных связей имитационной модели	2
14.	Лабораторная работа 9-10. Применение метода системной динамики Дж. Форрестера для построения модели функционирования предприятия	6
15.	Лабораторная работа 11. Построение модели рыночного роста	2
16.	Лабораторная работа 12. Построение модели жизненного цикла товара	2
17.	Лабораторная работа 13. Построение модели управления запасами товаров	4
18.	Лабораторная работа 14-15. Применение метода системной динамики Дж. Форрестера для построения моделей на макроуровне	4
19.	Лабораторная работа 16. Применение метода проверки средних значений	2
20.	Лабораторная работа 17. Применение непараметрического критерии проверки гипотез Манна-Уитни	2
21.	Лабораторная работа 18. Проведение эксперимента и применение методов анализа результатов	2

<b>ВСЕГО</b>	<b>45</b>
--------------	-----------

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Организация самостоятельной работы студентов

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Методология имитационного моделирования.	8
2	Статистические методы исследования систем.	8
3	Метод вероятностно-автоматного моделирования.	9
4	Метод системной динамики Дж. Форрестера.	9
5	Анализ имитационной модели.	9
6	Планирование эксперимента и методы анализа результатов.	8
	<b>ВСЕГО</b>	<b>51</b>

## 7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ (не предусмотрены программой)

## 8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Основные понятия имитационного моделирования.
2. Основные подходы к проведению исследования сложной системы методом имитации.
3. Достоинства и недостатки ИМЭС.
4. Этапы имитационного моделирования.
5. Программные продукты имитационного моделирования.
6. Пример имитационного моделирования.
7. Метод Монте-Карло.
8. Методы выявления тренда временного ряда.
9. Методы идентификации функции распределения случайных величин.
10. Методы корреляционного и регрессионного анализа.
11. Метод экспертных оценок.
12. Понятие вероятностного автомата и способы его задания.
13. Система вероятностных автоматов.
14. Автоматное описание элементов экономических систем.
15. Примеры решения задач с помощью системы вероятностных автоматов.
16. Основные понятия метода системной динамики.
17. Область применения метода.
18. Принципы построения моделей методом Форрестера.
19. Особенности реализации метода системной динамики.
20. Возможности ПП PowerSim.
21. Методология оценки пригодности имитационной модели.
22. Проверка средних значений.
23. Непараметрические критерии проверки гипотез Манна-Уитни.
24. Методы сравнения работы модели и реальной системы.
25. Доверительные интервалы и проверка точности модели.
26. Анализ чувствительности имитационной модели.
27. Методология проведения эксперимента с имитационной моделью.
28. Цели и критерии планирования эксперимента.
29. Стратегическое планирование эксперимента.



30. Тактическое планирование эксперимента.
31. Виды экспериментов.
32. Структурная и функциональная модели экспериментов.

## 9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Учебно-научный институт «Экономическая кибернетика»

*Направление подготовки:*    **27.03.05 Инноватика**  
*Профиль:*                        **-**  
*Программа подготовки:*    **бакалавриат**  
*Семестр*                             **6**  
*Учебная дисциплина*        **Имитационное моделирование**

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

#### ВАРИАНТ №1

1. Наибольшей степенью близости к реальному объекту отличаются модели, относящиеся к классу:
  - а) аналоговых
  - б) компьютерных
  - в) физических
  - г) управленческих игр
  - д) масштабированных
2. Имитационные модели не следует воспринимать как:
  - а) средство профессиональной подготовки
  - б) инструмент прогнозирования
  - в) средство постановки экспериментов
  - г) средство получения достоверных и точных результатов
3. Верификация имитационной модели означает, что:
  - а) поведение модели соответствует поведению реальной системы
  - б) модель чувствительна к изменению условий эксперимента
  - в) модель является релевантной
  - г) при построении модели исследователь был логичен и последователен
4. Понятие структуры имитационной модели не включает:
  - а) целевые функции
  - б) неуправляемые переменные
  - в) эндогенные переменные
  - г) ограничения
  - д) характеристики начального состояния
  - е) неуправляемые параметры
5. Переменные состояния компонента системы в модели описываются:
  - а) эндогенными переменными
  - б) экзогенными переменными
  - в) параметрами модели
  - г) функциями перехода
6. Начальным этапом процесса имитации является:
  - а) формулирование модели
  - б) стратегическое планирование
  - в) подготовка данных

г) определение системы

**7.** Задача определения начальных условий имитационного эксперимента реализуется на этапе

- а) разработки концептуальной модели
- б) тактического планирования эксперимента
- в) верификации модели
- г) реализации модели

**8.** Конечной целью проведения экспериментов с имитационной моделью является:

- а) получение достаточной информации для принятия решения
- б) оценка правильности построения модели
- в) изучение поведения моделируемой системы
- г) синтез новых сведений и выдвижение новых идей

**9.** Метод Монте-Карло используется для:

- а) получения искусственной случайной выборки
- б) выявления тренда временного ряда
- в) сравнения двух случайных выборок
- г) разработки системы рационального поведения в процессе игры для двух или более игроков

**10.** Статистическая оценка гипотез о совпадении эмпирического распределения совокупности данных с теоретическим осуществляется с помощью критериев:

- а) критерия Пирсона
- б) Колмогорова-Смирнова
- в) Тейла
- г) Монте-Карло
- д) Дарбина-Ватсона

**11.** Оценка согласованности экспериментальной и аппроксимирующей кривых производится с помощью:

- а) критерия несовпадения Тейла
- б) критериев согласия  $\chi^2$  и Колмогорова-Смирнова
- в) корреляционного анализа
- г) регрессионного уравнения

**12.** Экспертный метод Дельфы основан, помимо прочих, на принципе:

- а) управляемой обратной связи
- б) использования нечетких оценок
- в) однократности оценочной процедуры
- г) неполного доверия к полученным статистическим характеристикам (дисперсия, выборочная средняя)

**13.** Вероятностный автомат Мура отличается от автомата Мили:

- а) названием
- б) способом задания выходного сигнала
- в) областью использования
- г) принципом образования элементов стохастических матриц

**14.** В определении инициального вероятностного автомата Мура в составе прочих объектов предусмотрено задание:

- а) первых двух строк (нулевой и первой) матриц  $A(x)$
- б) автоматы основной группы и автоматы индикатора задаются специальным идентификатором

в) начального состояния автомата

г) определенного способа включения автомата в систему

**15.** Для описания алфавита входных сигналов могут быть использованы:

- а) двоичное множество
- б) множество действительных чисел

в) множество натуральных чисел

г) любые числовые множества

**16.** Внутренний алфавит автомата зависит от:

а) алфавитов входных сигналов

б) алфавитов выходных сигналов автомата

в) входных и выходных алфавитов

г) не зависит от указанных алфавитов

**17.** Система связей автоматов модели может быть представлена:

а) графом межавтоматных связей

б) матрицы структуры модели

в) матрицей алфавитов модели

г) любым названным способом

**18.** Метод системной динамики Дж. Форрестера предназначен для имитационного моделирования динамических систем, имеющих следующие особенности

а) не стационарность поведения систем массового обслуживания

б) событие и изменение состояния системы не имеют установленной связи во времени и пространстве

в) наличие разветвленных нелинейных структур – контуров регулирования

**19.** Формальным отображением переменных, фигурирующих в системе, моделируемой методом Форрестера, служат:

а) темпы

б) уровни

в) функции решений

г) вспомогательные переменные

д) параметры

**20.** В число определяющих принципов системной динамики, помимо прочих, входят:

а) проблемы возникают внутри системы, а не вне ее

б) аксиомы, положенные в основу концептуализации системы, содержат обоснование в самой формулировке

в) основой построения структуры системы служит ее ментальная модель

г) развитие системы во времени определяется главным образом ее информационно-логической структурой

Утверждено на заседании кафедры моделирования экономики, протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой  
моделирования экономики

Т.О. Загорная

Ассистент кафедры  
экономической кибернетики

В.В. Гридина

#### Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1-20	0,5
<i>Всего</i>	<i>10</i>

#### 10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

##### *Теоретические вопросы к экзамену*

1. Перечислите характеристики сложных систем.

2. Укажите структурные характеристики имитационной модели.
3. Перечислите классы математических моделей. К какому классу относятся имитационные модели?
4. Перечислите этапы имитационного моделирования.
5. Перечислите ситуации, когда необходимо использовать случайные величины.
6. Раскройте сущность метода Монте-Карло.
7. Какие вы знаете функции распределения случайных величин.
8. Цель использования критерия согласно «хи-квадрат».
9. Определите отличия критерия «Колмогорова - Смирнова» и «хи-квадрат».
10. Когда используются экспертные методы.
11. Дайте определение понятия «дискретный инициальный вероятностный автомат Мука с детерминированными выходами».
12. Способы задания системы вероятностных автоматов.
13. Приведите примеры вероятностных автоматов.
14. Сущность метода системной динамики.
15. Математический аппарат системной динамики.
16. Основные принципы метода системной динамики.
17. Процедура построения системно-динамической модели.
18. Классификация систем массового обслуживания.
19. Определение потока событий.
20. Показатели функционирования систем массового обслуживания.
21. Понятие доверительного интервала.
22. Метод оценки влияния параметров модели на выходную переменную.
23. Цели и функции планирования экспериментов с моделью.
24. Критерии планирования экспериментов с имитационной моделью.
25. Этапы разработки плана эксперимента.
26. Задачи стратегического планирования экспериментов.
27. Задачи, решаемые на этапе тактического планирования экспериментов.
28. Структурная и функциональная модели экспериментов.
29. Понятие факторного эксперимента.
30. Преимущества факторных экспериментов.

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Учебно-научный институт «Экономическая кибернетика»

Направление подготовки: **27.03.05 Инноватика**  
 Профиль: **-**  
 Программа подготовки: **бакалавриат**  
 Семестр: **6**  
 Учебная дисциплина: **Имитационное моделирование**

#### БИЛЕТ №1

1. Классификация функций имитационных моделей.
2. Описание входного потока требований с использованием методов вероятностно-автоматного моделирования.
3. Методы уменьшения дисперсии результатов решений.

Утверждено на заседании кафедры моделирования экономики,  
 протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой  
моделирования экономики

Т.О. Загорная

Экзаменатор

Г.С. Овечко

**Критерии оценивания экзамена**

<b>Номер задания</b>	<b>Количество баллов</b>
1	10
2	10
3	20
<b>Всего</b>	<b>баллов</b>

**11. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ**

1. Параметрические критерии  $F$ ,  $t$  и  $Z$  используются в имитационном моделировании для:

- а) оценки параметров совокупности независимо от вида функции распределения вероятностей
- б) оценки параметров совокупности в предположении о виде функции распределения вероятностей
- в) установления закона распределения для совокупности, из которой получена выборка

2. К числу критериев планирования эксперимента с имитационной моделью не относятся:

- а) число варьируемых факторов
- б) число уровней квантования каждого фактора
- в) число эндогенных переменных моделей (откликов)
- г) необходимое число измерений переменной отклика

3. Уравнение полного факторного эксперимента имеет вид:

а)  $\prod_{f=1}^k L_f \text{ f } L_{\text{rf}}$

б)  $2^k$ , где  $k$  – число факторов

в)  $L^{k-p}$ , где  $p < k$

г)  $x_{ij} = \mu + T_j + \varepsilon_{ij}$ , где  $x_{ij}$  –  $i$ -ое наблюдение на  $j$ -ом уровне,  $\mu$  – общее влияние эксперимента,  $T_j$  – влияние  $j$ -го режима,  $\varepsilon_{ij}$  – случайная ошибка

4. Дисциплину обслуживания заявок в теории очередей описывает правило:

- а) FIFO – «first in, first out»
- б) очередь с ожиданием
- в) очередь с отказами
- г) очередь смешанного типа
- д) SIRO – «service in random order»

5. Каждый отдельный запрос на выполнение какой-либо услуги системой массового обслуживания называется:

- а) требованием
- б) заявкой
- в) клиентом
- г) контрагентом

**12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

По дисциплине «Имитационное моделирование» предполагается проведение промежуточной аттестации в виде текущего, модульного и итогового контроля (экзамен).

Объектом оценивания знаний студентов является программный материал дисциплины различного характера и уровня сложности, усвоение которого соответственно проверяется при текущем и итоговом контроле по 100-балльной шкале.

Формами текущего контроля знаний являются:

- устный опрос, собеседование – для проверки усвоения лекционного материала;
- выполнение лабораторных заданий – для контроля практических навыков и творческих поисков;
- выполнение контрольных заданий по темам дисциплины – для развития навыков исследовательской работы и суммирования самостоятельной работы студентов.

Текущий, модульный и итоговый контроль оценивается в соответствии с разработанной рейтинговой системой по дисциплине.

***Распределение баллов, которые могут получить студенты в процессе изучения дисциплины***

Организационно-учебная работа студента	СРС		Итоговый контроль	Всего
	Модульный контроль	Самостоятельная работа		
<i>max 40 баллов</i>	<i>max 10 баллов</i>	<i>max 10 баллов</i>	<i>max 40 баллов</i>	<b>100 баллов</b>
Активность на лабораторных занятиях (пропусков не более одного, успешная работа при выполнении лабораторной работы, защита лабораторной)	Выполнение модульной контрольной работы.	Овладение вопросами для самостоятельного изучения.	Выполнение экзаменационного задания.	

***Шкала соответствия баллов национальной шкале***

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

### 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные и лабораторные занятия по дисциплине «Имитационное моделирование» проводятся в учебных аудиториях для проведения занятий лекционного типа, лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации учебного корпуса № 8, расположенного по адресу г. Донецк, ул. Челюскинцев, д. 198а, оснащенных комплектом учебной мебели, комплектом рабочего места преподавателя, магнитно-маркерной доской, мультимедийным комплектом (ноутбук, проектор) с выходом в сеть Интернет.

С целью обеспечения учебного процесса персональными компьютерами и другим

оборудованием, учебно-методической литературой в электронном виде, дистанционными методами обучения лабораторные занятия, индивидуальные и групповые консультации студентам для проведения самостоятельной работы проводятся в учебной лаборатории кафедры «Экономическая кибернетика», в состав которой входят 3 компьютерных класса (аудитория 101, 102, 103 учебного корпуса №8). Компьютерные классы укомплектованы комплектом мебели на 15 посадочных мест, оснащены компьютерами.

Самостоятельная работа студентов проходит в следующих помещениях:

- библиотека университета, укомплектована учебной мебелью на 401 посадочное место, расположена по адресу г. Донецк, проспект Гурова д.6;
- читальный зал справочно-библиографической и информационной работы, укомплектован учебной мебелью на 23 посадочных места, оснащен компьютером в комплекте (1 шт.), расположен по адресу г. Донецк, проспект Гурова д.6, каб. 104а;
- зал электронной информации, укомплектован учебной мебелью на 40 посадочных мест, оснащен компьютером в комплекте (14 шт.), расположен по адресу г. Донецк, проспект Гурова д.6, ауд. 107а;
- абонемент научной и учебной литературы, укомплектованы учебной мебелью соответственно на 4 и 6 посадочных места, расположены по адресу г. Донецк, проспект Гурова д.6.

#### 14. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<b>Основная литература</b>			
1.	Имитационное моделирование экономических систем : [учебное пособие] / Ю. Г. Лысенко, Г. С. Овечко, В. Н. Кравченко, Д. В. Беленко ; под ред. Ю. Г. Лысенко ; Донецкий национальный университет. - Изд. 2-е. - Донецк: Юго-Восток, 2013. - 233 с.	3	+
2.	Емельянов, А. А. Имитационное моделирование экономических процессов: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная информатика (по областям)", а также по другим компьютерным специальностям и направлениям / А. А. Емельянов, Е. А. Власова, Р. В. Дума. - Москва: Финансы и статистика: ИНФРА-М, 2009. - 416 с.	3	+
<b>Дополнительная литература</b>			
3.	Лоу, А. М. Имитационное моделирование : [Учеб. пособие для студентов ст. курсов ун-тов, обучающихся по спец. "Вычисл. комплексы, системы и сети", "Прикл. математика", "Компьютер. науки и компьютер. инженерия" и др.] / Аверилл М. Лоу, В. Дэвид Кельтон ; [Пер. с англ., под ред. В. Н. Томашевского]. - 3-е изд. - СПб. и др.: Питер; К. : ВHV, 2004. - 846 с.	2	+
4.	Овечко Г. С. Экономическая кибернетика: учебник / Г. С. Овечко, Ю. Г. Лысенко, В. М. Геец. – Изд. 3-е. – Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2005. – 502 с.	3	+
5.	Кугаенко, А. А. Экономическая кибернетика: учеб.	7	+

	пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Экономика" и экон. специальностям / А. А. Кугаенко. - Москва: Вузовская книга, 2010. - 716 с.		
6.	Лысенко Ю.Г. Имитационное моделирование экономических систем: прикладные аспекты: коллективная монография / Ю.Г. Лысенко, Д.В. Беленко, В.Н. Кравченко; под ред. д.э.н., проф. Ю.Г. Лысенко, Донецкий национальный университет.- Донецк: изд-во «Ноулидж» (донецкое отделение), 2013.-359 с.	-	-

## 15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. URL: <http://elibrary.ru/>
2. Поиск в электронных библиотеках всего мира [Электронный ресурс]. URL: [www.dir.yahoo.com/reference/libraries/Digital-libraries/](http://www.dir.yahoo.com/reference/libraries/Digital-libraries/)
3. Электронная библиотека [Электронный ресурс]. URL: [www.lib.ru](http://www.lib.ru)
4. Электронная библиотека [Электронный ресурс]. URL: [www.aldebaran.ru](http://www.aldebaran.ru)
5. Электронная библиотека [Электронный ресурс]. URL: [www.bestbooks.ru](http://www.bestbooks.ru)

## 16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614).
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919).
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений).
4. Лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения: Arena, Audit Expert, FreeLab, Scilab, R Studio, Python, Eclipse, Free Pascal, Marketing Exper, Tries Mode, Prolog, Powersim, ER-win, Антивирус Касперского, Linux Fedora, Statistica, Libre Office, Maple, Adobe Acrobat Reader, xPDF, Blender, Win QSB, MSM, Project expert, Sales Expert, 1C Предприятие, statistica neural networks, Business Studio, Visual Basic, КОМПАС-3D LT, Paint.NET, Gimp.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры моделирования экономики с изменениями (без изменений) на 20\_\_\_\_ год.  
 Протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Зав. кафедрой моделирования экономики

Т.О. Загорная