

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О. И. Чуприс

2018 г.

Регистрационный № УД-6263 /уч.

ИМИТАЦИОННОЕ И СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

**Учебная программа учреждения высшего образования по учебной
дисциплине для специальностей первой степени высшего образования:**

1-31 03 04 Информатика;

1-31 03 05 Актуарная математика

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательных стандартов высшего образования ОСВО 1-31 03 04-2013, ОСВО 1-31 03 05-2013, и учебных планов G31-169/уч. от 30.05.2013, G31и-192/уч. от 30.05.2013, G31-168/уч. от 30.05.2013, G31и-193/уч. от 30.05.2013.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.П. Кирлица, доцент кафедры математического моделирования и анализа данных факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой математического моделирования и анализа данных Белорусского государственного университета (протокол № 13 от 29 марта 2018);

Научно-методическим Советом Белорусского государственного университета (протокол № 5 от 4 мая 2018 г.).

Кирлица В.П., заведующий кафедрой ММАД

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Имитационное и статистическое моделирование представляют собой важнейшие виды компьютерного моделирования, которое является в настоящее время основой математического моделирования. Математическое моделирование – это процесс построения математической модели исследуемого объекта, системы. Сущность его состоит в том, что исходная исследуемая система заменяется её математической моделью, с которой потом экспериментируют при помощи компьютерных алгоритмов.

Цель преподавания учебной дисциплины – ознакомление студентов с возможностями имитационного и статистического моделирования к построению имитационных моделей сложных систем, а также к решению конкретных прикладных задач, для решения которых аналитические методы исследования являются неэффективными.

В рамках поставленной цели **задачи** учебной дисциплины состоят в следующем:

- 1) освоить основные приемы построения математических моделей сложных систем;
- 2) овладеть приемами и методами моделирования разнообразных случайных элементов;
- 3) производить имитацию работы систем массового обслуживания на языке моделирования GPSS;
- 4) использовать метод Монте-Карло для решения различных прикладных задач.

Учебная дисциплина «Имитационное и статистическое моделирование» относится к циклу специальных дисциплин компонента учреждения высшего образования.

Учебная программа составлена с учетом межпредметных связей с учебными дисциплинами. Так, основой для изучения дисциплины «Имитационное и статистическое моделирование» являются дисциплины курсы «Теория вероятностей и математическая статистика», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Геометрия и алгебра», «Методы вычислений». Знания, полученные в результате изучения дисциплины, будут использованы при изучении дисциплины «Математические модели рисков страхования», «Интеллектуальные информационные системы», а также способствовать успешному прохождению производственной практики по специальности.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- методы статистического моделирования;
- методы имитационного моделирования;
- метод Монте-Карло;

уметь:

- моделировать случайные величины с заданным законом распределения вероятностей;
- строить имитационные модели сложных систем;
- применять метод Монте-Карло для приближенного вычисления интегралов, решения систем линейных уравнений;

владеть:

- приемами и методами построения математических моделей сложных систем;
- навыками моделирования разнообразных случайных элементов;
- языком имитационного моделирования систем массового обслуживания GPSS;
- методом Монте-Карло для решения различных прикладных задач.

Освоение учебной дисциплины «Имитационное и статистическое моделирование» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

академические компетенции:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом;

АК-3. Владеть исследовательскими навыками;

АК-4. Уметь работать самостоятельно;

АК-5. Быть способным вырабатывать новые идеи (обладать креативностью);

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

социально-личностные компетенции:

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию;

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям;

СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные компетенции:

ПК-3. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

ПК-7. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

ПК-10. Адсорбировать лучшие предложения и находить оптимальные проектные решения.

Структура содержания учебной дисциплины включает такие дидактические единицы, как темы (разделы), в соответствии с которыми разрабатываются и реализуются соответствующие лекционные и лабораторные занятия. Примерная тематика занятий приведена в информационно-методической части.

Дисциплина изучается в 7 семестре. Всего на освоение учебной дисциплины «Имитационное и статистическое моделирование» отведено 158 часов, в том числе 68 аудиторных часов, из них: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 30 часов, УСР – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Рекомендуемая форма текущей аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение

Тема 1.1. Введение. Предмет курса, история и перспективы развития методов математического моделирования. Актуальность и значимость проблем имитационного и статистического моделирования.

Раздел 2. Математические модели сложных систем

Тема 2.1. Сложные системы. Понятие сложной системы. Показатели эффективности функционирования сложных систем. Виды моделирования систем.

Тема 2.2. Классификация математических моделей. Дискретные и непрерывные модели. НД-, ДД-, ДВ-, НВ- модели. Агрегативные модели (А-модели).

Раздел 3. Имитационное моделирование сложных систем на основе универсальных языков программирования

Тема 3.1. Имитационное и статистическое моделирование. Имитационное моделирование и его этапы. Статистическое моделирование. Понятие о модельном времени. Принципы « Δt » и « Δx » построения имитационных моделей.

Тема 3.2. Описания имитационных моделей. Способы описания имитационных моделей на основе: событий, активностей, транзактов, процессов, агрегатов.

Раздел 4. Методы имитации на ЭВМ случайных элементов

Тема 4.1. Моделирование базовой случайной величины. Принципы моделирования случайных элементов. Датчики случайных чисел: табличные, физические, программные и их свойства. Псевдослучайные числа.

Тема 4.2. Моделирование дискретных случайных величин. Моделирование на ЭВМ событий и дискретных случайных величин.

Тема 4.3. Моделирование непрерывных случайных величин. Метод обратной функции и его применения. Метод исключения. Метод суперпозиции. Имитация векторных данных и случайных процессов. Имитация случайных потоков. Контроль точности имитации.

Раздел 5. Метод Монте-Карло и его применения

Тема 5.1. Понятие вычислительного эксперимента. Метод Монте-Карло и его применения к приближенному вычислению интегралов. Методы понижения дисперсии при вычислении интегралов: выделение главной части, метод существенной выборки, метод расслоения выборки.

Тема 5.2. Другие применения метода Монте-Карло. Решение интегральных уравнений методом Монте-Карло.

Раздел 6. Планирование регрессионных экспериментов

Тема 6.1. Регрессионные эксперименты. Цели и методы планирования регрессионных экспериментов. Планирование регрессионных экспериментов, критерии оптимальности регрессионных планов.

Тема 6.2. Поиск оптимальных условий. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.

Раздел 7. Моделирование экономических зависимостей и технологических процессов в химии

Тема 7.1. Моделирование экономических зависимостей. Моделирование ставок процентов по кредитным и депозитным операциям, темпов инфляции.

Тема 7.2. Моделирование технологических процессов в химии. Оптимальное планирование экспериментов для некоторых технологических химических процессов.

Раздел 8. Программное обеспечение

Тема 8.1. Компьютерные средства программирования математических моделей. Языки программирования математических моделей на ЭВМ. Обзор программного обеспечения имитационного моделирования. Пакеты моделирования дискретных систем GPSS/PC, ПМДС: принципы функционирования, основные объекты, технология применения. Автоматизированные системы моделирования и моделирующие центры. Примеры. Обзор современного состояния имитационного и статистического моделирования.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Семинарские занятия	Лабораторные занятия		
1	Введение	2				
1.1	Введение	2				Устный опрос
2	Математические модели сложных систем	4				
2.1	Сложные системы	2				Защита подготовленного студентом реферата. Коллоквиум
2.2	Классификация математических моделей	2				Устный опрос
3	Имитационное моделирование сложных систем на основе универсальных языков программирования	4		2		
3.1	Имитационное и статистическое моделирование	2		2		Устный опрос. Защита лабораторных работ.
3.2	Описания имитационных моделей	2				Устный опрос
4	Методы имитации на ЭВМ случайных элементов	6		8	2	
4.1	Моделирование базовой случайной величины	2		2		Защита лабораторных работ.
4.2	Моделирование дискретных случайных величин	2		2	2	Защита лабораторных работ.
4.3	Моделирование непрерывных случайных величин.	2		4		Защита лабораторных работ.
5	Метод Монте-Карло и его	6	0	10	2	

	применения					
5.1	Понятие вычислительного эксперимента	4		6	2	Защита подготовленного студентом реферата. Защита лабораторных работ
5.2	Другие применения метода Монте-Карло	2		4	2	Защита лабораторных работ
6	Планирование регрессионных экспериментов	4		4		
6.1	Регрессионные эксперименты	2		2		Защита лабораторных работ
6.2	Поиск оптимальных условий	2		2		Защита лабораторных работ
7	Моделирование экономических зависимостей и технологических процессов в химии	6		6		
7.1	Моделирование экономических зависимостей.	4		4		Защита лабораторных работ. Коллоквиум
7.2	Моделирование технологических процессов в химии	2		2		Защита лабораторных работ
8	Программное обеспечение	2				
8.1	Компьютерные средства программирования математических моделей	2				Защита лабораторных работ
ИТОГО		34		30	4	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем – М.: Высш. школа, 1985. – 133 с.
2. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 399 с.
3. Ермаков С.М., Михайлов Г.А. Курс статистического моделирования. – М.: Наука, 1976. – 296 с.
4. Харин Ю.С., Степанова М.Д. Практикум на ЭВМ по математической статистике. – Мн.: Университетское, 1987. – 303 с.
5. Ермаков С.М., Жиглявский А.А. Математическая теория оптимального эксперимента. – М.: Наука, 1987. – 318 с.
6. Харин Ю.С. и др. Основы имитационного и статистического моделирования. – Мн.: ДизайнПРО, 1997. – 288 с.
7. Шрайбер Т.Д. Моделирование на GPSS. – М.: Машиностроение, 1980. – 592 с.
8. Поляк Ю.Г. Вероятностное моделирование на ЭВМ. – М.: Сов. радио, 1971. – 400 с.
9. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Курсовое проектирование. Учебное пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 1988. – 133 с.
10. Лобач В.И. и др. Имитационное и статистическое моделирование. Практикум. – Мн.: БГУ, 2004. – 189 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Бусленко В.Н. Автоматизация имитационного исследования сложных систем. – М.: Наука, 1977. – 239 с.
2. Мановицкий В.И., Сурков Е.М. Система имитационного моделирования дискретных процессов (ДИСМ). – Киев: Выща школа, 1981. – 95 с.
3. Имитационное моделирование производственных систем. – М.: Машиностроение, 1983. – 416 с.
4. Нейлор Т. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем. – М.: Мир, 1975. – 342 с.
5. Четыркин Е.М. Финансовый анализ производственных инвестиций. – М.: Дело ЛТД, 2001.
6. Саутин С.Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. – Л.: Химия, 1975.

Примерный перечень тем для коллоквиумов

1. Математические модели сложных систем.
2. Моделирование экономических зависимостей и технологических процессов в химии.

Примерный перечень заданий для лабораторных работ

Задание 1.

- 1) № 7, с. 24 [10].
- 2) Задание № 6.2 пункт 1), с. 175 [10].
- 3) Используя метод Монте-Карло, вычислить интеграл

$$I = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos x dx.$$

Сравнить полученную оценку с оценкой полученной по методу выделения главной части ($h(x) = 1 - \frac{x^2}{2}$). Сравнить дисперсии этих оценок (с помощью аналитических выкладок).

- 4) Задание № 2, с. 143 [10].

Задание 2.

- 1) № 8, с. 24 [10].
- 2) Задание № 6.2 пункт 2), с. 176 [10].
- 3) Вычислить интеграл, используя метод Монте-Карло,

$$I = \int_0^1 x e^x dx.$$

Сравнить полученную оценку с оценкой полученной по методу выделения главной части ($h(x) = x^2$). Сравнить дисперсии этих оценок (с помощью аналитических выкладок).

- 4) Задание № 3, с. 144 [10].

Задание 3.

- 1) № 9, с. 24 [10].
- 2) Задание № 6.3 пункт 1), с. 176 [10].
- 3) Вычислить интеграл, используя метод Монте-Карло,

$$I = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin x dx.$$

Сравнить полученную оценку с оценкой полученной по методу выделения главной части ($h(x) = x$). Сравнить дисперсии этих оценок (с помощью аналитических выкладок).

4) Задание № 4, с. 144 [10].

Задание 4.

- 1) № 11, с. 24 [10].
- 2) Задание № 6.3 пункт 2), с. 176 [10].
- 3) Вычислить интеграл

$$I = \int_0^7 e^{-2x} \sqrt{1+x} dx,$$

используя простейший метод Монте-Карло и метод симметризации подынтегральной функции. Сравнить дисперсии этих оценок (с помощью аналитических выкладок).

4) Задание № 5, с. 145 [10].

Задание 5.

- 1) № 12, с. 25 [10].
- 2) Задание № 6.4 пункт 1), с. 177 [10].
- 3) Вычислить интеграл

$$I = \int_0^3 e^{-x} \cos^2 x dx,$$

используя простейший метод Монте-Карло и метод симметризации подынтегральной функции. Сравнить дисперсии этих оценок (с помощью аналитических выкладок).

4) Задание № 6, с. 145 [10].

Задание 6.

- 1) № 1, с. 51 [10].
- 2) Задание № 6.4 пункт 2), с. 177 [10].
- 3) Вычислить интеграл

$$I = \int_0^7 x e^{-x} (1 + e^{-2x})^{-1} dx,$$

используя простейший метод Монте-Карло и метод симметризации подынтегральной функции. Сравнить дисперсии этих оценок (с помощью аналитических выкладок).

4) Задание № 7, с. 146 [10].

Задание 7.

- 1) № 2, с. 52 [10].
- 2) Задание № 6.5, с. 177 [10].
- 3) Вычислить интеграл

$$I = \int_0^4 \frac{\sin x}{x} dx,$$

используя простейший метод Монте-Карло и метод симметризации подынтегральной функции. Сравнить дисперсии этих оценок (с помощью аналитических выкладок).

- 4) Задание № 8, с. 146 [10].

Задание 8.

- 1) № 3, с. 52 [10].
- 2) Задание № 6.7, с. 179 [10].
- 3) Вычислить интеграл

$$I = \int_0^{10} \frac{\sin^2 x}{x} dx,$$

используя простейший метод Монте-Карло и метод симметризации подынтегральной функции. Сравнить дисперсии этих оценок (с помощью аналитических выкладок).

- 4) Задание № 9, с. 146 [10].

Задание 9.

- 1) № 4, с. 52 [10].
- 2) Задание № 6.8, с. 179 [10].
- 3) Вычислить интеграл

$$I = \int_0^9 \frac{\cos^2 x}{1+x^2} dx,$$

используя простейший метод Монте-Карло и метод симметризации подынтегральной функции. Сравнить дисперсии этих оценок (с помощью аналитических выкладок).

- 4) Задание № 10, с. 147 [10].

Задание 10.

- 1) № 5, с. 52 [10].
- 2) Задание № 6.10 пункт 1, с. 181 [10].
- 3) Вычислить интеграл

$$I = \int_2^5 \frac{\operatorname{tg} x}{1+x^2} dx,$$

используя простейший метод Монте-Карло и метод симметризации подынтегральной функции. Сравнить дисперсии этих оценок (с помощью аналитических выкладок).

4) Задание № 11, с. 147[10].

Задание 11.

- 1) № 6, с. 52[10].
- 2) Задание № 6.10 пункт 2, с. 181 [10].
- 3) Вычислить интеграл

$$I = \int_{-1}^3 e^{-x^2} \cos x dx,$$

используя простейший метод Монте-Карло и метод симметризации подынтегральной функции. Сравнить дисперсии этих оценок (с помощью аналитических выкладок).

4) Задание № 12, с. 148[10].

Задание 12.

- 1) № 7, с. 52[10].
- 2) Задание № 6.10 пункт 3, с. 181 [10].
- 3) Вычислить интеграл

$$I = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{x^2+y^2}{2}} \sqrt{1 + \sin^2(x+y)} dx dy,$$

используя метод Монте-Карло.

4) Задание № 13, с. 148[10].

Задание 13.

- 1) № 8, с. 52[10].
- 2) Задание № 6.10 пункт 4, с. 181 [10].
- 3) Вычислить интеграл

$$I = \int_2^4 \int_3^{\infty} e^{-\frac{x^2+y^2}{2}} \ln\left(1 + \left(\frac{x}{y}\right)^2\right) dx dy,$$

используя метод Монте-Карло.

4) Задание № 14, с. 148[10].

Задание 14.

- 1) № 9, с. 53[10].
- 2) Задание № 29, с. 55 [10].
- 3) Задание № 15, с. 68[10].
- 4) Задание № 15, с. 149[10].

Задание 15.

- 1) № 10, с. 53[10].
- 2) Задание № 28, с. 54 [10].
- 3) Задание № 16, с. 68 [10].
- 4) Задание № 16, с. 149[10].

Задание 16.

- 1) № 11, с. 53[10].
- 2) Задание № 2, с. 54 [10]($m=1, 2, 3, 5, 50$).
- 3) Используя метод Монте-Карло, оценить площадь фигуры заданной системой неравенств

$$\begin{aligned} y &\leq 6 - 2|x - 1| \\ y &\geq 2 + |x - 1|. \end{aligned}$$

Сравнить с точным значением.

- 4) Задание № 17, с. 150[10].

Задание 17.

- 1) № 9, с. 53[10].
- 2) Задание № 26, с. 54 [10].
- 3) Используя метод Монте-Карло, оценить площадь фигуры заданной неравенством

$$x^2 + y^2 \leq 10(|x| - y).$$

Сравнить с точным значением.

- 4) Задание № 18, с. 150[10].

Задание 18.

- 1) № 14, с. 53[10].
- 2) Задание № 25, с. 54 [10].
- 3) Задание № 19, с. 68 [10].
- 4) Задание № 19, с. 151[10].

Задание 19.

- 1) № 21, с. 54 [10].
- 2) Задание № 23, с. 54 [10].
- 3) Задание № 20, с. 68 [10].
- 4) Задание № 20, с. 151[10].

Задание 20.

- 1) № 28, с. 54[10].
- 2) Смоделировать реализации случайного вектора с полиномиальным распределением и параметрами $N=3, p_1=0,2, p_2=0,5, p_3=0,3, n=3$ (с. 108-109 [4]).
- 3) Используя метод Монте-Карло, оценить площадь фигуры заданной неравенством

$$x^2 + y^2 \leq 2|x| + 10|y|$$

по 1000 реализаций двумерного случайного вектора. Сравнить с точным значением.

- 4) Задание № 21, с. 152[10].

Задание 21.

- 1) Параграф 3.18, пункт 1, с. 133-134. [4].
- 2) Параграф 2.8, пункт 3, с. 48-49 [4].
- 3) Используя метод Монте-Карло, вычислить интеграл

$$I = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos x dx.$$

Сравнить полученную оценку с оценкой полученной по методу выделения главной части ($h(x) = 1 - \frac{x^2}{2}$). Сравнить дисперсии этих оценок (с помощью аналитических выкладок).

- 4) Задание № 22, с. 152[10].

Задание 22.

- 1) Параграф 3.18, пункт 3, с. 133-134 [4].
- 2) Используя метод Монте-Карло, вычислить интеграл

$$I = \int_0^{\infty} e^{-x^2} \frac{\sin x}{1 + \sqrt{x}} dx.$$

Использовать простейший метод и метод симметризации подынтегральной функции. Сравнить дисперсии этих оценок (с помощью аналитических выкладок).

- 3) Используя метод Монте-Карло, найти решение дифференциального уравнения в точке 0.8:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = 0, y(0) = 5, y(1) = 1.$$

- 4) Задание № 23, с. 152[10].

Задание 23.

- 1) № 7, с. 24 [10].
- 2) Задание № 6.2, пункт 2, с. 176[10].
- 3) Используя метод Монте-Карло, вычислить интеграл

$$I = \int_0^{\pi} \sin x dx.$$

Использовать простейший метод и метод выделения главной части ($h(x) = x$). Сравнить дисперсии этих оценок (с помощью аналитических выкладок).

- 4) Задание № 5, с. 145[10].

Задание 24.

- 1) Параграф 3.18, пункт 3, с. 133-134 [4].
- 2) Методом Монте-Карло найти решение следующей граничной задачи:

$$\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} = 0, u(x,0) = 0, u(x,1) = x^2, u(0,y) = 0, u(1,y) = y^2, 0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1,$$

в точке $(\frac{1}{2}, \frac{1}{4})$.

- 3) Используя метод Монте-Карло, вычислить интеграл

$$I = \int_0^{\frac{\pi}{4}} \sin x dx.$$

Использовать простейший метод и метод выделения главной части ($h(x) = x$). Сравнить дисперсии этих оценок (с помощью аналитических выкладок).

- 4) Задание № 24, с. 153 [10].

Задание 25.

- 1) № 4, с. 52 [10].
- 2) Задание № 6.8, с. 179 [10].
- 3) Используя метод Монте-Карло, оценить площадь фигуры заданной системой неравенств

$$\begin{aligned} y &\leq \sqrt{1-x^2}, \\ x &\leq \sqrt{1-y^2}. \end{aligned}$$

Сравнить с точным значением.

- 4) Задание № 10, с. 147 [10].

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, ссылки на учебные издания для теоретического изучения дисциплины, методические указания к лабораторным занятиям, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в т.ч. вопросы для подготовки к зачету, задания, тесты, вопросы для самоконтроля, тематика рефератов и др., список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.). Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным и конечным требованиям образовательной программы создаются фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы и тесты. Оценочными средствами предусматривается оценка способности обучающихся к творческой деятельности, их готовность вести поиск решения поставленных задач.

Для диагностики компетенций в рамках учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы:

1. Устная форма: опросы, устная защита лабораторных работ.
2. Письменная форма: отчеты по лабораторным работам, оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.

Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается как среднее за отчеты по домашним практическим упражнениям.

Методика формирования итоговой оценки

Формой текущей аттестации по учебной дисциплине «Имитационное и статистическое моделирование» учебным планом предусмотрен экзамен.

Рекомендуется использовать рейтинговую оценку знаний студента, дающую возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине. Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний в рейтинговую оценку:

- подготовка реферата – 15 %;
- работа на лабораторных занятиях – 35 %;
- контрольные работы – 30 %;
- коллоквиум – 20 %.

Итоговая оценка формируется на основе:

- 1) Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012г.);
- 2) Положение о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 18.08.2015 № 382-ОД);
- 3) Критериев оценки знаний студентов (письмо Министерства образования от 22.12.2003).

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Математические модели рисков страхования	Теории вероятностей и математической статистики	нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения, протокол № 13 от 29.03.2018 г.
Интеллектуальные информационные системы	Информационных систем управления	нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения, протокол № 13 от 29.03.2018 г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
