



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы Монте-Карло Кафедра прикладной математики

Образовательная программа

01.04.02-Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки

Математическое моделирование и вычислительная математика

Уровень высшего образования

Магистратура

Форма обучения

Очная

Статус дисциплины: *Базовая*

Махачкала, 2018

Рабочая программа по дисциплине «Методы Монте Карло» составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 – Прикладная математика и информатика (уровень магистратура) от «28» 08 2015 г. №911

Разработчики: Назаралиев М.А. - д.ф.-м. н., профессор.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры прикладной математики от «14» июня 2018г., протокол №10 Зав. кафедрой Ридан Кадиев Р.И.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от «27» июня 2018 г., протокол №6.

Председатель Вид Бейбалаев В.Д.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «28» 06 2018г. Аппре

(подпись)

Рабочая программа по дисциплине «Методы Монте Карло» составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 – Прикладная математика и информатика (уровень магистратура) от «_28_» _08_2015 г. №911

Разработчики: Назаралиев М.А. - д.ф.-м. н., профессор.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры прикладной математики от «14» июня 2018г., протокол №10 Зав. кафедрой _____ Кадиев Р.И.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от «27» июня 2018 г., протокол №б.

Председатель _____ Бейбалаев В.Д.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « ____ » _____ 2018г. _____

(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина "Методы Монте-Карло" входит в вариативную часть образовательной программы по направлению подготовки 01.04.02-Прикладная математика и информатика (уровень магистратура).

Дисциплина реализуется на факультете М и КН кафедрой ПМ.

Курс является дополнением к курсу "Методы статистического моделирования", изучаемого на 4-м курсе программы обучения бакалавриата по направлению 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

Метод Монте – Карло появился в 40-х годах 20-го столетия в связи с необходимостью решения сложнейших многомерных задач ядерной физики, задач расчета ядерных реакторов и защиты от ядерного излучения в связи с созданием атомной бомбы, и первоначально использовался в задачах, имеющих вероятностную интерпретацию.

Дальнейшее развитие теории метода позволило резко расширить его возможности и сейчас метод Монте – Карло является эффективным (в многих случаях единственным) средством решения многих сложных задач математической физики, техники, экономики, экологии, теории массового обслуживания и другие.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с моделированием случайных величин, изложением основ метода Монте – Карло и его использованием при решении различных прикладных задач.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных – ОК-1; профессиональных - ПК-1,ПК-4.

В результате освоения дисциплины "Методы Монте –Карло" обучающийся должен:

– знать: основные формулы и методы исчисления вероятностей, основы теории оценивания неизвестных параметров распределений, основные методы моделирования дискретных и непрерывных случайных величин, основы метода Монте –Карло.

– уметь: строить математические модели задач физики, химии, экономики и др.; составлять алгоритмы и программы их решения для ЭВМ и проводить численные эксперименты.

– владеть: навыками практического применения полученных знаний и умений для решения возникающих на практике задач, в частности, задач теории переноса излучений, моделирования качества и надежности технических систем и систем массового обслуживания.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа).

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме индивидуальный опрос, тестирование, контроля текущей успеваемости – контрольная работа, написание и защита реферата, и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 3 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза- мен	Форма промежу- точной аттеста- ции (зачет, диф- ференцированный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все- го	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
9	108	6	26				76	Экзамен
Итого:	108	6	26				76	

1. Цели освоения дисциплины

- овладение основами одного из современных универсальных численных методов моделирования сложных задач физики, техники, социологии, экономики и др.; получение навыков применения методов Монте-Карло для численного решения дифференциальных и интегральных уравнений, задач переноса излучений, теории массового обслуживания.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Курс «Методы Монте-Карло» читается в 1-ом семестре магистерской программы обучения. Для его изучения необходимы знания и навыки, полученные магистрантами при обучении по программе бакалавриата по дисциплинам: «Теория вероятностей», «Математическая статистика», «Теория случайных процессов» и «Методы статистического моделирования» и является, таким образом, логическим продолжением углубленного изучения вероятностных законов и их роли на практике.

В результате изучения курса обучающийся должен овладеть теоретическими основами и практическими навыками решения типовых задач моделирования случайных процессов, теории переноса излучений, решения интегральных уравнений и больших систем алгебраических уравнений методом Монте-Карло.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

ОК -1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.	<p><i>Знает</i> основные формулы исчисления вероятностей, предельные теоремы ТВ, основы математической статистики, сбора, обработки и анализа статистических данных.</p> <p><i>Умеет</i> на основе применения аппарата математической статистики принимать нужные решения. Строить модели различных прикладных задач и перекладывать их на ЭВМ.</p> <p><i>Владеет:</i> основными методами и навыками сбора и обработки информации; навыками работы с современными пакетами программ Math lab, Mathcad, статистика и др.</p>
ПК-1	Способность проводить научные исследования и получать новые прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива.	<p><i>Знать:</i> основы метода статистического моделирования – метода Монте – Карло и методы моделирования случайных процессов; основы теории переноса частиц и теории систем массового обслуживания.</p> <p><i>Уметь:</i> моделировать различные физические, химические и другие естественные процессы; получать на этой основе новые данные об этих процессах; писать научные рефераты и статьи и ясно излагать их на семинарах и конференциях.</p> <p><i>Владеет:</i> навыками использования различных текстовых редакторов; аппаратом математического моделирования для решения прикладных задач физики, химии, экономики и др.</p>

ПК-4	Способность разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.	<p><i>Знать:</i> основы математического моделирования прикладных задач, методы моделирования случайных величин и процессов.</p> <p><i>Уметь:</i> строить оптимальные алгоритмы решения возникающих задач; на основе результатов математического моделирования уточнять и совершенствовать модель задачи; ясно излагать свои результаты перед научным коллективом.</p> <p><i>Владеет:</i> способами оптимизации вычислительных алгоритмов, в частности, алгоритмов метода Монте-Карло; навыками анализа результатов моделирования прикладных задач и построения на этой основе новых научных и прикладных навыков.</p>
------	--	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоят. работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практ.занят.	Лаб. раб.	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Моделирование случайных величин и процессов									
1.1	Основы метода Монте-Карло.	9		2				6	Устный опрос.
1.2	Вычисление определенных интегралов методом Монте-Карло.	9		2		6		6	Устный опрос. Проверка лабораторных работ.
1.3	Решение систем алгебраических уравнений и интегральных уравнений.	9		2		6		6	Устный опрос. Проверка лабораторных работ.
	<i>Итого по модулю 1:</i>			6		12		18	
Модуль 2. Моделирование задач переноса излучений и систем массового обслуживания.									
2.1	Прямое моделирование процесса методом М-К. Расчет	9				6		8	Проверка лабораторных работ. Прием лабор. ра-

	потока через плоскую среду.								бот.
2.2	Весовые методы в задачах теории переноса излучений.	9				4		8	Проверка лабораторных работ. Прием лабор. работ
2.3	Моделирование системы массового обслуживания.	9				4		6	Проверка лабораторных работ. Прием лабор. работ.
	<i>Итого по модулю 2:</i>					<i>14</i>		<i>22</i>	
	Модуль 3 Подготовка к экзамену	9						36	
	ИТОГО по дисциплине:	9		6		26		76	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1. Основы метода Монте – Карло.

Лекции

1.1лк. Неравенство Чебышева. Правило «3-х сигм». Закон больших чисел: Теоремы Чебышева, Бернулли, Пуассона, Хинчина. Центральная предельная теорема теории вероятностей.

Общая схема метода Монте – Карло (М-К) для оценки неизвестного математического ожидания. Погрешность метода М-К. Задачи метода Монте – Карло.

1.2лк. Вычисление многократных интегралов методом М-К. Вычисление интеграла, как площади. Вычисление интеграла, как среднего значения. Оценка погрешности, построение доверительного интервала.

1.3лк. Решение интегральных уравнений методом М-К. Некоторые сведения из теории интегральных уравнений.

Связь цепей Маркова с решением интегральных уравнений методом М-К.

Построение цепи Маркова для решения СЛАУ методом М-К. Описание алгоритма метода М-К для решения СЛАУ.

Лабораторные работы

1.2.1лб. Моделирование случайных величин. Оценка интегралов, как площади.

1.2.2лб. Вычисление интегралов, как среднего значения подынтегральной функции. Оценка погрешности метода Монте-Карло.

1.2.3лб. Методы понижения дисперсии при оценке интегралов методов Монте-Карло: существенная выборка, выделение главной части.

1.3.1лб. Цепи Маркова. Моделирование цепей Маркова. Решение систем алгебраических уравнений методами Монте-Карло. Точные и итерационные методы.

1.3.3лб. Численное сравнение решения конкретной СЛАУ методами Монте-Карло и простых итераций.

Модуль 2. Моделирование задач переноса излучений и систем массового обслуживания.

Лабораторные работы

2.1.1лб. Процесс переноса излучений как Марковской цепи движения элементарных частиц. Общее описание процесса переноса. Расчет потока через плоскую пластину (4 часа).

2.1.2лб. Различные способы моделирования длины пробега частиц. Методы максимального сечения и минимальных длин (2 часа).

2.2.1лб. Весовые методы. Функция ценности. Моделирование длины пробега без вылета. Моделирование без поглощения. Численное сравнение

погрешностей с результатами прямого моделирования в лаб. работе п.2.1.1 и 2.1.2 (4 часа).

2.3.1лб. Системы массового обслуживания (СМО). Классификация систем. Показатели СМО. Моделирование потока заявок. Моделирование СМО методом Монте-Карло (4 часа).

5. Образовательные технологии

Лекции проводятся с использованием меловой доски и мела.

Параллельно материал транслируется на экран с помощью мультимедийного проектора. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах факультета, а также в лаборатории "Математическое моделирование" кафедры Прикладной математики. Используются также интернет ресурсы и пакеты прикладных программ СТАТИСТИКА, MathCADиMatlab.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Ряд учебных и учебно-методических изданий, которые могут быть использованы при самостоятельной работе студентов приведены в разделах 8 и 9 настоящей Программы.

Подробное описание содержания и требований к выполнению лабораторных заданий, в частности, тем для домашнего выполнения содержатся в разделе 7.2.5 настоящей Программы.

Кроме этого при выполнении самостоятельной работы рекомендуются:

1. Назаралиев М.А., Гаджиева Т.В., Фаталиев Н.А. Теория вероятностей и математическая статистика. Часть 1: Теория вероятностей: учебное пособие. – Махачкала: Изд-во ДГУ, 2014. – 192 с.; Часть II. Математическая статистика. – Махачкала: Изд-во ДГУ, 2015. – 155 с.

2. Назаралиев М.А., Магомедов И.И. Лабораторные задания по математической статистике: методическое пособие. Махачкала: Изд. ДГУ, 2013. – 32 с.

6.1 Задачи и примеры для самостоятельного решения.

1. Найти моделирующую формулу для случайной величины с плотностью распределения $f(x) = c(1+x)$, $0 < x \leq 1$.
2. Написать алгоритм моделирования 5 значений случайной величины ξ - числа очков при бросании игральной кости.
3. Написать алгоритм моделирования 4 значений случайной величины, распределенной по закону Пуассона с параметром $\lambda = 2$.
4. Получить моделирующую формулу стандартного метода для случайной величины ξ с плотностью распределения

$$f(x) = ce^{-3/2x}, \quad 0 \leq x < \infty.$$

5. Получить формулу моделирования стандартного для случайной величины с плотностью распределения $f(x) = ce^{-5x}$, $0 \leq x \leq l$.
6. Написать формулу моделирования для случайной величины с плотностью распределения $f(x) = c|\sin x|$, $-\frac{\pi}{2} \leq x \leq \frac{\pi}{2}$.
7. Написать алгоритм метода исключения для случайной величины с плотностью распределения $f(x) = cx^{5/3}e^{-x}$, $0 < x$.
8. Написать формулу моделирования для случайной величины с плотностью распределения $f(x) = c/(1+2x)^2$, $0 \leq x \leq 1$.

9. Методом суперпозиции найти моделирующие формулы для случайной величины с плотностью распределения

$$f(x) = 1 - \frac{1}{3}(2e^{-2x} + e^{-3x}), \quad 0 < x < \infty.$$

10. Двумерная дискретная случайная величина задана законом распределения

τ	ξ		
	$x_1 = 0,1$	$x_2 = 0,4$	$x_3 = 0,7$

1	0,2	0,3	0,1
2	0,16	0,18	0,06

Найти условные законы распределения $P(\tau_j / x_i)$. Написать алгоритм моделирования значений двумерного вектора (ξ, τ) .

11. Получить формулы моделирования двумерного случайного вектора (ξ, τ) с плотностью совместного распределения

$$f(x, y) = c\sqrt{x^2 + y^2}, \quad 0 \leq x, y \leq 1.$$

12. Найти формулы моделирования двумерного случайного вектора с плотностью распределения $f(x, y) = cx \cdot y^2$, в области, ограниченной прямыми: $x = 0, y = 0, x = 1, y = 2$.

13. Получить формулы моделирования двумерной случайной величины (ξ, τ) с плотностью распределения $f(x, y) = cy$ в области ограниченной прямыми $y = 0, y = x, x = 1$.

14. Написать алгоритм и программу получения псевдослучайных чисел методом серединных квадратов Неймана. Получить 10 значений таких псевдослучайных чисел.

15. Вычислить методом Монте – Карло интеграл

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

- а) как площади; б) используя в качестве плотности распределения $f(x)$ - плотность равномерного распределения в интервале $(0, \frac{\pi}{2})$; в) при $f(x) = cx$ (сначала определить постоянную c).

16. Оценка интеграла из примера (15) при условии пункта б) имеет вид

$$I^* = \pi/2 \cdot \sum_{i=1}^n \sin \xi_i / n, \text{ где } \xi_i - \text{случайные числа, равномерно распреде-}$$

ленные в интервале $(0, \frac{\pi}{2})$. Найти минимальное число испытаний, при

котором верхняя граница ошибки $\delta = 0,05$.

6.2. Распределение тем рефератов по модулям и разделам

Модуль 1. Основные задачи метода Монте – Карло.		
1.1.	Основы метода Монте-Карло.	<u>Реферат:</u> История развития метода Монте-Карло.
1.2.	Вычисление определенных интегралов методом Монте-Карло.	<u>Реферат:</u> Сведение задачи вычисления интеграла к оценке математического ожидания некоторой случайной величины.
1.3.	Решение СЛАУ и интегральных уравнений методом Монте-Карло.	<u>Реферат:</u> Центральная предельная теорема теории вероятностей – основа метода Монте-Карло.
Модуль 2. Моделирование задач переноса излучений и систем массового обслуживания.		
2.1.	Прямое моделирование процесса методом М-К. Расчет потока через плоскую среду.	<u>Реферат:</u> Моделирование непрерывных случайных величин. Моделирование свободного пробега частиц.
2.2.	Весовые методы в теории переноса моделирования непрерывных случайных величин.	<u>Реферат:</u> О точности метода Монте-Карло. Способы уменьшения дисперсии при вычислении определенного интеграла.
2.3.	Моделирование системы массового обслуживания.	<u>Реферат:</u> Типы систем массового обслуживания. Моделирование потока заявок. Простой поток заявок.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в опи-

сании образовательной программы.

Код компетенции по ФГОС ВО	Наименование компетенций по ФГОС ВО	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.	<p><i>Знать:</i> основные формулы исчисления вероятностей, предельные теоремы ТВ, основы математической статистики, сбора, обработки и анализа статистических данных.</p> <p><i>Уметь:</i> на основе применения аппарата математической статистики принимать нужные решения. Строить модели различных прикладных задач и перекладывать их на ЭВМ.</p> <p><i>Владеть:</i> основными методами и навыками сбора и обработки информации; навыками работы с современными пакетами программ Math lab, Mathcad, статистика и др.</p>	Лекции, лабораторные занятия, прием лабораторных работ. Экзамен.
ПК-1	Способность проводить научные исследования и получать новые прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива.	<p><i>Знать:</i> основы метода статистического моделирования – метода Монте – Карло и методы моделирования случайных процессов; основы теории переноса частиц и теории систем массового обслуживания.</p> <p><i>Уметь:</i> моделировать различные физические, химические и другие естественные процессы; получать на этой основе новые данные об этих процессах; писать научные рефераты и статьи и ясно излагать их на семинарах и конференциях.</p> <p><i>Владеть:</i> навыками использования различных текстовых редакторов; аппаратом математического моделирования для решения прикладных задач физики, химии, экономики и др.</p>	Лекции, лабораторные занятия, прием лабораторных работ. Экзамен.

ПК - 4	Способность разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности	<p><i>Знать:</i> основы математического моделирования прикладных задач, методы моделирования случайных величин и процессов.</p> <p><i>Уметь:</i> строить оптимальные алгоритмы решения возникающих задач; на основе результатов математического моделирования уточнять и усовершенствовать модель задачи; ясно излагать свои результаты перед научным коллективом.</p> <p><i>Владеть:</i> способами оптимизации вычислительных алгоритмов, в частности, алгоритмов метода Монте-Карло; навыками анализа результатов моделирования прикладных задач и построения на этой основе новых научных и прикладных навыков.</p>	Лекции, лабораторные занятия, прием лабораторных работ. Экзамен.
--------	---	--	--

7.2. Типовые задания для контроля знаний

7.2.1. Вопросы для самоконтроля

1. Виды случайных величин. Какие случайные величины называются дискретными? Какие случайные величины называются непрерывными?
2. Основные дискретные случайные величины: Бернулли, биномиальное, геометрическое, гипергеометрическое, Пуассоновское распределения. Где применяются?
3. Функция распределения и ее свойства. Функция распределения дискретных случайных величин из п.2.
4. Непрерывные случайные величины. Основные распределения: равномерное в интервале (a,b) , равномерное в $(0,1)$; показательное, нормальное распределения. Применения. Функция распределения и плотность распределения.

5. Числовые характеристики: $M\xi$ и $D\xi$, моменты, коэффициенты корреляции.
6. Многомерные случайные величины. Независимость случайных величин.
7. Законы больших чисел.
8. Центральная предельная теорема теории вероятностей.
9. История возникновения метода Монте-Карло.
10. Общая схема метода статистических испытаний метода Монте-Карло.
11. Задача моделирования случайных величин. Роль равномерной в $(0,1)$ случайной величины.
12. Стандартный метод моделирования дискретной случайной величины.
13. Специальные методы моделирования дискретно-равномерного и геометрического распределений.
14. Стандартный метод моделирования непрерывной случайной величины.
15. Алгоритм моделирования кусочно-постоянной и кусочно-линейной плотностей.
16. Метод исключения моделирования СВ.
17. Метод рандомизации моделирования.
18. Моделирование плотности $f(x) = 3 \cdot (1 + x^2)/8$, $-1 \leq x \leq 1$.
19. Моделирование гамма и бета- распределений методом исключения.
20. Приближенное моделирование нормального распределения.
21. Моделирование нормального распределения.
22. Моделирование показательного распределения.
23. Моделирование изотропного вектора на плоскости.
24. Моделирование изотропного вектора в пространстве.
25. Методы получения псевдослучайных чисел.
26. Задача статистического оценивания неизвестных параметров распределения. Точечные и интервальные оценки.
27. Свойства оценок.
28. Погрешность метода статистических испытаний.
29. Задача оптимизации алгоритмов метода М-К.

30. Общие принципы построения алгоритмов и программ решения различных задач методом М-К.

7.2.2 Вопросы для самоконтроля и к экзамену.

К вопросам п. 7.3.1 добавляются следующие:

1. Вычисление определенного интеграла методом М-К, как площади.
2. Вычисление определенного интеграла методом М-К, как среднего значения подынтегральной функции.
3. Методы понижения дисперсии оценок интеграла. Алгоритм с нулевой дисперсией.
4. Метод существенной выборки.
5. Метод выделения главной части.
6. Сравнение дисперсий оценок п.п. 1,2,3,4 при вычислении простого интеграла и при выборе в качестве вспомогательной плотности распределения плотности равномерной в $(0,1)$ случайной величины.
7. Интегральное уравнение II – рода.
8. Интегральное уравнение переноса излучений .
9. Оценка функционалов от решения интегрального уравнения методом Монте-Карло (М-К).
10. Дисперсия оценки функционалов.
11. Метод зависимых испытаний.
12. Моделирование по «ценности».
13. Рандомизация оценок метода М-К.
14. Метод Монте-Карло и задачи переноса излучений. История.
15. Оптические параметры среды (коэффициенты рассеяния и поглощения, индикатриса рассеяния).
16. Уравнение переноса.

17. Процесс переноса излучения – как цепь Маркова. Распределения вероятностей для элементов траекторий. Плотность столкновений; поток фотонов.
18. Описание моделирования процесса переноса методом Монте-Карло
19. Моделирование элементов траекторий частиц.
20. Пример: перенос излучения через плоскую среду.
21. Методы максимального сечения и минимальных длин для моделирования длины пробега.
22. Интегральное уравнение переноса. Сопряженное уравнение переноса.
23. Локальные оценки.
24. Весовые методы. Модификации моделирования длины пробега.
25. Моделирование сопряженных траекторий. Основные оценки. Преимущества и недостатки.
26. Применение метода М-К для оценки качества и надежности системы.
27. Описание простейшей системы массового обслуживания. Виды СМО.
28. Поток Пуассона. Моделирование моментов поступления заявок.
29. Моделирование СМО методом М-К.
30. Моделирование СМО с отказами и очередями.

7.2.3. Темы практических и семинарских занятий.

Практические и семинарские занятия по курсу не предусмотрены.

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

Общий результат оценки работы магистранта за семестр выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - **40%** и промежуточного контроля - **60%**.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - **10** баллов,
- участие на практических занятиях - **10** баллов,

- выполнение лабораторных заданий - 30 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ – 10 баллов.
- устный опрос – 20 баллов,
- письменная контрольная работа - 30 баллов,

Здесь приведены верхние пределы баллов по каждому из пунктов. Максимальное количество баллов, которые может получить магистрант за текущий контроль - 100 б.

Промежуточный контроль знаний и навыков магистранта по предмету «Метод Монте-Карло», проверка овладения им приведенных выше компетенций проводится на экзамене.

Магистрант допускается к экзамену при выполнении и защите им (успешной сдачи) всех лабораторных работ.

Итоговая оценка магистранта по дисциплине определяется в соответствии со шкалой баллов, принятой в ДГУ, и состоит из 50% баллов, полученных по текущему контролю, плюс 50% баллов, полученных на экзамене.

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

а) *основная литература:*

1. Метод Монте-Карло на графических процессорах [Электронный ресурс] : учебное пособие / К.А. Некрасов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 60 с. — 978-5-7996-1723-3.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69634.html> (15.06.2018)

2. Ермаков С.М., Михайлов Г.А. Статистическое моделирование. М., Наука, 1982.

3. Назаралиев М.А. Статистическое моделирование радиационных процессов в атмосфере. Новосибирск, Наука, 1991 г.

б) *дополнительная:*

1. Марчук Г.И., Михайлов Г.А., Назаралиев М.А. и др. «Метод Монте - Карло в атмосферной оптике». Новосибирск, Наука, 1976.

2. Михайлов Г.А. Оптимизация весовых методов Монте - Карло. М., Наука, 1987.

3. Сенатов В.В. Центральная предельная теорема. Точность аппроксимации и асимптотические разложения. М.: Либроком, 2009 г.

Средства обеспечения освоения дисциплины: программное обеспечение и интернет ресурсы.

1. Программное обеспечение РТС MatCAD 15 F000Russian + Самоучитель (<http://ewgk.com/soft/41668-matcad-15-f000-russian-samouchitee.htm>).

2. Программное обеспечение MatLABR2011 b (<http://www.softforfree.com/programs/matlab-26810.html>).

3. Мухин О.И. Моделирование систем. Учебник. (stratum/as/ru/textdjjks/modelir/contents/html).

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Федеральный портал <http://edu.ru>

2. Электронные каталоги научной библиотеки ДГУ <http://elib.dgu.ru> ;
<http://edu.icc.dgu.ru>

3. Электронные версии учебников по математике <http://www.padabum.com/index.php?id=2693&start==so>

Имеется компьютерный класс с 10-ю современными персональными компьютерами и методические указания к выполнению лабораторных работ, в библиотеке ДГУ имеется указанная в пункте 8 литература, имеются методические разработки, размещенные в Интернет сайте ДГУ

При кафедре прикладной математики функционирует студенческая научно-исследовательская лаборатория «Математическое моделирование», оснащенная 5 новыми ПК, презентационной и оргтехникой.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам, для подготовки к занятиям представлен в разделе «Учебно-методическое обеспечение. Литература».

Лекционный курс. Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение научных материалов, освещение основных понятий дисциплины и закрепление теоретического материала.

В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования студент делает необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, своими словами, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения дисциплины **Методы Монте – Карло** особое значение имеют формулы, схемы и рисунки, поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все рисунки, сделанные преподавателем на доске. Вопросы, возникшие у студента в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях, используя указанную в разделе 1.7 литературу. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к экзамену, контрольным тестам, при выполнении самостоятельных заданий.

Лабораторные занятия. Лабораторные работы по дисциплине

Методы Монте-Карло имеют целью реально научить студентов решению практических задач, научить их навыкам выполнения расчетных работ с использованием современной вычислительной техники и пакетов прикладных программ, и главное научить их самих алгоритмизации, программированию и решению задач на ЭВМ. Защита и сдача всех лабораторных работ является обязательным условием допуска студента к экзамену. В случае пропуска занятий по уважительной причине пропущенное лабораторное занятие подлежит отработке.

Студент должен вести активную познавательную работу. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имею-

щихся знаний. Необходимо также анализировать численные результаты, полученные в ходе выполнения лабораторной работы, делать по ним определенные выводы и находить общие закономерности, даваемые теорией, сравнивать с другими численными результатами (напр. по аналитическим формулам), с экспериментом. Важное место в самостоятельном обучении студентов должна занимать работа в образовательной среде ИНТЕРНЕТа. Такие ресурсы указаны в разделе «Программное обеспечение и интернет ресурсы» данного УМК.

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

Для успешного освоения дисциплины обучающийся использует также кроме указанных выше в п. 8 программного обеспечения и интернет-ресурсов следующие пакеты прикладных программ: Mathcad, Delphi, Statistica и др.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Учебные аудитории факультета для проведения лекционных и семинарских занятий, оснащенные современной презентационной техникой; компьютерные классы факультета и ИВЦ ДГУ, лабораторию «Математическое моделирование» при кафедре прикладной математики.