

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра математики и физики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И.Луковникова

« _____ » декабря 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Б1.В.ДВ.05.01

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

01.03.02 Прикладная математика и информатика

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Инженерия программного обеспечения

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ...	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения	4
3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости.....	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий.....	5
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	5
4.3. Лабораторные работы	6
4.4. Практические занятия	7
4.5. Контрольные мероприятия: контрольная работа.....	7
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	9
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	10
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	10
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» , НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	10
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	11
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных и практических работ.....	11
9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы.....	23
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ ..	23
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ ..	24
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	25
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины.....	36
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе.....	37
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине	38

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к научно-исследовательскому виду профессиональной деятельности в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Целью изучения дисциплины является: ознакомление обучающихся с принципами построения математических моделей различных систем, математическими основами анализа моделей, привить практические навыки использования программного обеспечения для разработки и использования различных математических моделей.

Задачи дисциплины

- обучение методам анализа и формализации поставленной задачи;
- обучение приемам и методам построения математических моделей;
- формирование и развитие умений и навыков, позволяющих применять современные математические методы и программное обеспечение для решения задач науки и техники.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-3	Способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям	знать: – основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей; уметь: – формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей; владеть: – навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач.
ПК-2	Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	знать: – основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки; уметь: – понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем; владеть: – методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.01 Математическое моделирование относится к элективной части.

Дисциплина Математическое моделирование базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: Алгебра и геометрия, Теория вероятностей и математическая статистика, Математический анализ.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Математическое моделирование представляет основу для изучения дисциплин Теория игр и исследование операций, Искусственный интеллект.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Контрольная работа	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	3	5	144	51	17	17	17	48	кр	Экзамен
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			5
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	51	23	34
Лекции (Лк)	17	6	17

Лабораторные работы(ЛР)	17	-	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17	17
Контрольная работа*	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации*	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	48	-	48
Подготовка к лабораторным работам	10	-	10
Подготовка к практическим занятиям	10	-	10
Подготовка к экзамену в течение семестра	10	-	10
Выполнение контрольной работы	18	-	18
III. Промежуточная аттестация экзамен	45	-	45
Общая трудоемкость дисциплины	час.	144	-
	зач. ед.	4,0	-
			4,0

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.) учебные занятия			самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Принципы построения математических моделей	37	7	5	6	19
1.1.	Основные понятия математического моделирования.	19	4	5	-	10
1.2.	Подходы к построению модели	18	3	-	6	9
2.	Моделирование в условиях неопределенности	62	10	12	11	29
2.1	Моделирование случайных чисел.	12	2	4	-	6
2.2	Метод Монте-Карло.	14	2	4	2	6
2.3.	Нечеткие множества	13	2	-	5	6
2.4.	Системы массового обслуживания.	23	4	4	4	11
	ИТОГО	99	17	17	17	48

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№ раздела и темы	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Вид занятия в интерактивной
------------------	--	-------------------------------	-----------------------------

<i>темы</i>			<i>, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2	3	4
1.	Принципы построения математических моделей		
1.1.	Основные понятия математического моделирования.	Понятие модели и математической модели. Свойства моделей. Содержательные, концептуальные и формальные модели. Классификации математических моделей. Этапы построения математической модели	-
1.2.	Подходы к построению модели	Использование фундаментальных законов природы. Вариативный принцип. Принцип аналогии. Иерархические цепочки моделей.	Проблемная лекция (2 часа)
2.	Моделирование в условиях неопределенности		
2.1	Моделирование случайных чисел.	Виды неопределенностей. Законы распределения случайных чисел. Датчики случайных чисел. Алгоритмы генерации равномерных распределений. Проверка качества работы генератора.	-
2.2	Метод Монте-Карло.	Получение показательно- и нормально-распределенных последовательностей. Масштабирование случайных величин. Определение метода Монте-Карло. Схема метода. Применение метода Монте-Карло для вычисления определенного интеграла.	Проблемная лекция (2 часа)
2.3.	Нечеткие множества	Основные определения теории нечетких множеств. Способы задания функции принадлежности. Нечеткие отношения. Операции над нечеткими множествами.	-
2.4.	Системы массового обслуживания.	Марковские процессы. Граф состояний системы. Система уравнений Колмогорова. Система массового обслуживания с отказами. Формулы Эрланга. Параметры эффективности. Система массового обслуживания с неограниченной очередью.. Формулы Эрланга для СМО с неограниченной очередью. СМО с ограниченной очередью.	Проблемная лекция (2 часа)

4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Построение математических моделей	5	-
2	2.	Моделирование с использованием случайных чисел	12	-
ИТОГО			17	-

4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Подходы к построению модели	6	Тренинг в малой группе (6 час)
2	2.	Модели с неопределенными параметрами.	11	Тренинг в малой группе (11 час)
ИТОГО			17	17

4.5. Контрольные мероприятия: контрольная работа

Контрольная работа выполняется как индивидуальное домашнее задание. Зачтенные работы оформляются и включаются в портфолио обучающегося.

Цель: Проверка знаний и практических навыков построения и анализа математических моделей.

Структура:

Задача 1. Детерминированная модель;

Задача 2. Стохастическая модель

Задача 3. Системы массового обслуживания.

Основная тематика: Построение и анализ математических моделей.

Рекомендуемый объем: 3 задания.

Выдача задания , прием кр проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

Оценка	Критерии оценки контрольной работы
отлично	Задания выполнены в срок и в полном объеме. Учащийся обнаруживает систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет предусмотренные программой задания, владеет математической терминологией и символикой, может пояснить решения любой задачи.
хорошо	Задания выполнены в срок и в полном объеме. При этом ответ имеет один из недочетов: 1) в изложении решения допущены небольшие пробелы, не искажившие математическое содержание ответа; 2) допущены 1-2 недочета при решении задач, исправленные после замечания преподавателя; 3) допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, легко исправленные после замечания преподавателя..
удовлетворительно	Задания выполнены не полностью, но не менее, чем на 50%. 1) изложение решения содержит 1 грубую ошибку, искажающую математическое содержание ответа 2) в работе допущены недочеты, которые обучающийся не смог

	исправить после замечания преподавателя.
неудовлетворительно	Выполнено менее 50% работы, работа содержит более 2 грубых ошибок. Учащийся обнаруживает существенные пробелы в знаниях, препятствующие дальнейшему обучению..

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Компетенции</i> <i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср} час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>				
		<i>3</i>	<i>2</i>				
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
1. Принципы построения математических моделей	37	+	-	1	37	Лк,ЛР, ПЗ	Экзамен, кр
2. Моделирование в условиях неопределенности	62	-	+	1	62	Лк,ЛР, ПЗ	Экзамен, кр
<i>всего часов</i>	99	37	62	2	49,5		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Ларионова, О. Г. Исследование операций. Элементы теории игр : учебное пособие / О. Г. Ларионова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Братск : БрГУ, 2013. - 98 с.
Рекомендации для самостоятельной работы: стр. 11-95.

2. Ларионов А.С. Дифференциальные уравнения: учебное пособие. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 145 с.

Рекомендации для самостоятельной работы: стр. 15-144.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Барботько, А. И. Основы теории математического моделирования : учеб. пособие для вузов / А. И. Барботько, А. О. Гладышкин . - 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 212 с.	ПЗ, СР, ЛР	13 включая аналоги	0,9
2	Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для бакалавров / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2013. - 343 с.	Лк, ПЗ,СР	15	1,0
Дополнительная литература				
3.	Введение в математическое моделирование , : учебное пособие / В. Н. Ашихмин [и др.] ; ред. П. В. Трусов. - Москва : Университетская книга; Логос, 2007. – 440; [Электронный ресурс] http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Введение%20в%20математическое%20моделирование.Уч.пособие.2007.pdf	Лк, ПЗ, СР, ЛР, кр	ЭР	1,0
4.	Ларионов А.С. Дифференциальные уравнения: учебное пособие. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 145 с.	СР	48	1,0
5.	Ларионова, О. Г. Исследование операций. Элементы теории игр : учебное пособие / О. Г. Ларионова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Братск : БрГУ, 2013. - 98 с.	СР	123 включая аналоги	1,0

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.Электронный каталог библиотеки БрГУ

http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.

2. Электронная библиотека БрГУ

<http://ecat.brstu.ru/catalog> .

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»

<http://biblioclub.ru> .

4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»

<http://e.lanbook.com> .

5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"

<http://window.edu.ru> .

6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .

7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)

<https://uisrussia.msu.ru/> .

8. Национальная электронная библиотека НЭБ

<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

Специальные тематические сайты

1. Электронная библиотека

http://libedu.ru/1_b/minorskii_v_p/_sbornik_zadach_po_vysshei_matematike.html;

2. Образовательный портал <http://www.exponenta.ru/educat/news/kuleshov/index.asp>;

3. Образовательный портал <http://www.allmath.ru/>

4. Общероссийский математический портал <http://www.mathnet.ru/>

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Обучающийся должен разработать собственный режим равномерного освоения дисциплины. Подготовка студента к предстоящей лекции включает в себя ряд важных познавательных-практических этапов:

– чтение записей, сделанных в процессе слушания и конспектирования предыдущей лекции, вынесение на поля всего, что требуется при дальнейшей работе с конспектом и учебником;

– техническое оформление записей (подчеркивание, выделение главного, выводов, доказательств);

– выполнение практических заданий преподавателя;

– знакомство с материалом предстоящей лекции по учебнику и дополнительной литературе.

Наиболее продуктивной является самостоятельная работа. Она складывается из чтения учебников и методических пособий, решения задач, выполнения контрольных заданий. Студент должен помнить, что только при систематической и упорной самостоятельной работе можно качественно освоить учебный материал.

В процессе изучения дисциплины студент должен выполнить контрольную работу, основной целью которых является оказание помощи студенту в его самостоятельной работе.

Завершающим этапом изучения данной дисциплины в соответствии с учебным планом является сдача экзамена. На экзамене обучающийся должен: проявить умение применять теоретические сведения к решению задач на отыскание оптимальных игровых стратегий; знание теоретических основ курса на уровне определений, теорем, формул; умение выбирать методы анализа игровых ситуаций и оценки выбранных решений.

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных и практических работ

Практическое занятие №1

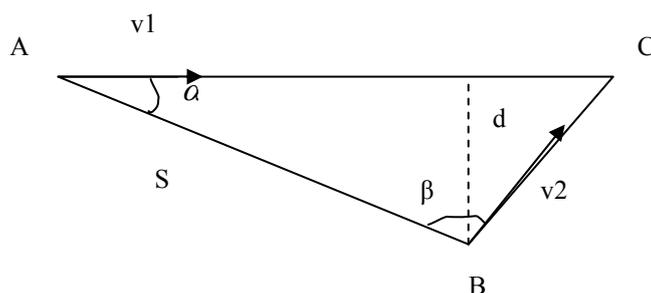
Подходы к построению модели

Цель работы:

Научиться классифицировать, анализировать математические модели.

Задание:

1. По прямому шоссе движется автобус со скоростью $v_1 = 16 \text{ м/с}$. Впереди по ходу автобуса в поле на расстоянии $d = 60 \text{ м}$ от шоссе и $S = 400 \text{ м}$ от автобуса находится человек, который может бежать со скоростью $v_2 = 4 \text{ м/с}$ (рис. 4.1). В каком направлении он должен бежать, чтобы успеть «перехватить» автобус? При какой наименьшей скорости человека это возможно? В каком направлении следует бежать с такой скоростью?



Решение.

Пусть автобус находится в точке А, человек в точке В. Определим, под каким углом β к линии АВ может бежать человек (он должен попасть в точку С одновременно с автобусом или раньше его); время движения автобуса $t_1 = AC/v_1$, время движения человека $t_2 = BC/v_2 \leq t_1$. Отсюда v_1/v_2 . Применяя теорему синусов к треугольнику ABC: $AC/BC = \sin\beta/\sin\alpha$ и учитывая, что $\sin\alpha = d/S$, получаем: $\sin\beta \geq v_1d/(v_2S)$.

Тогда $\arcsin\{v_1d/(v_2S)\} \leq \beta \leq 180^\circ - \arcsin\{v_1d/(v_2S)\}$; $37^\circ \leq \beta \leq 143^\circ$.

Хотелось обратить внимание на то, что в этой задаче самым трудным является удачный выбор неизвестной величины β .

Поскольку $\sin\beta \geq v_1d/(v_2S)$, условием разрешимости задачи является $v_1d/(v_2S) \leq 1$ или $v_2 \geq v_1d/S$. Значит,

$$v_{2\min} \geq v_1d/S = 2,4 \text{ м/с}.$$

При такой скорости $\sin\beta = 1$, $\beta = 90^\circ$ – т. е. бежать следует под прямым углом к направлению на автобус (а не к дороге).

Замечание 1. Интерес, разумеется, представляет только случай когда скорость человека меньше скорости автобуса ($v < u$), так как при $v > u$ человек может убежать от автобуса на любое расстояние.

Замечание 2. Перейдем в систему отсчета, в которой автобус покоится. Эта система отсчета движется относительно земли в левую сторону со скоростью автобуса v_1 . В данной системе неподвижно стоящий на земле человек имеет скорость v_1 , направленную влево

Вектор полной скорости человека в новой системе отсчета v равен векторной сумме v_1 и скорости человека относительно земли v_2 .

Эта задача эквивалентна задаче о минимальном сносе лодки при переправе на другой берег реки. Так как в рассматриваемой системе отсчета автобус неподвижен, то требование выбежать на шоссе как можно дальше от автобуса равносильно требованию минимального сноса лодки при переправе через реку. Поэтому искомое направление вектора определяется таким же построением (см. задачу о сносе лодки). Траектория

человека в системе отсчета, где автобус неподвижен, – это прямая АВ. Траектория же в системе отсчета, связанной с землей, – прямая ВС. Таким образом, бежать к шоссе нужно не по кратчайшему пути, а под углом α к нему, причем $\sin\alpha = v_2/v_1$.

Замечание 3. Воспользуемся аналогией с «движением» светового луча (принцип Ферма). Тогда угол β определяется как предельный угол полного отражения (рис. 4.3):

$$\sin\beta/\sin 90^\circ = n_2/n_1 = (c/v_1)/(c/v_2) = v_2/v_1,$$

откуда следует, что $\beta = \arcsin(v_2/v_1)$.

Форма отчетности: Выполнить задание в тетради и использовать его при подготовке к зачету и контрольной работы

Задания для самостоятельной работы:

1. Фирма, производящая вычислительную технику, провела анализ рынка нового высокопроизводительного персонального компьютера. Если будет выпущена крупная партия компьютеров, то при благоприятном рынке прибыль составит 250 тыс. руб., а при неблагоприятных условиях фирма понесет убытки в 185 тыс. руб. Небольшая партия техники в случае ее успешной реализации принесет фирме 50 тыс. руб. прибыли и 10 тыс. руб. убытков - при неблагоприятных внешних условиях. Возможность благоприятного и неблагоприятного исходов фирма оценивает одинаково. Исследование рынка, которое может провести эксперт, обошлось фирме в 15 тыс. руб. Эксперт считает, что с вероятностью 0,6 рынок окажется благоприятным. В то же время при положительном заключении благоприятные условия ожидаются лишь с вероятностью 0,8. При отрицательном заключении с вероятностью 0,15 рынок также может оказаться благоприятным. Используйте дерево решений для того, чтобы помочь фирме выбрать правильную технико-экономическую стратегию.

2. Составьте платежную матрицу игры борьба за рынки, если фирма А имеет в своем распоряжении a условных денежных единиц, а противник - b . $a=3,4,5,6,7,8,9,10$; $b=2,3,4,5,6,7,8,9$.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

1. Ознакомиться с заданием;
2. Изучить теоретические сведения, полученные на лекции;
3. Ознакомиться с примерами решения подобных задач в учебной литературе;
4. Выполнить задание в тетради.

Основная литература

1. Ларионова, О. Г. Исследование операций. Принципы построения математических моделей : учебное пособие / О. Г. Ларионова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Братск : БрГУ, 2013.
2. Барботько, А. И. Основы теории математического моделирования : учеб. пособие для вузов / А. И. Барботько, А. О. Гладышкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2015(и предыдущие издания). - 212 с. .

Дополнительная литература

1. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Ашихмин [и др.] ; ред. П. В. Трусков. - Москва : Университетская книга; Логос, 2007. (и предыдущие издания) – 440; То же [Электронный ресурс].

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие виды математических моделей Вы знаете?
2. Дайте определение математической модели
3. Что такое прямая задача моделирования?
4. Какие этапы необходимы для построения математической модели?

5. Что такое платежная матрица?

Практическое занятие № 2

Модели с неопределенными параметрами

Цель работы: Изучить математические модели с неопределенными параметрами

Задание:

1. Сгенерируйте случайное трехразрядное число, распределенное по равномерному закону в интервале от 0 до 1, с помощью монеты. Точность — три знака после запятой.

Первый способ решения задачи

Подбросьте монету 9 раз, и если монета упала решкой, то запишите «0», если орлом, то «1». Итак, допустим, что в результате эксперимента получили случайную последовательность 100110100.

Начертите интервал от 0 до 1. Считывая числа в последовательности слева направо, разбивайте интервал пополам и выбирайте каждый раз одну из частей очередного интервала (если выпал 0, то левую, если выпала 1, то правую). Таким образом, можно добраться до любой точки интервала, сколь угодно точно.

Итак, 1: интервал $[0; 1]$ делится пополам — $[0; 0.5]$ и $[0.5; 1]$, — выбирается правая половина, интервал сужается: $[0.5; 1]$. Следующее число, 0: интервал $[0.5; 1]$ делится пополам — $[0.5; 0.75]$ и $[0.75; 1]$, — выбирается левая половина $[0.5; 0.75]$, интервал сужается: $[0.5; 0.75]$. Следующее число, 0: интервал $[0.5; 0.75]$ делится пополам — $[0.5; 0.625]$ и $[0.625; 0.75]$, — выбирается левая половина $[0.5; 0.625]$, интервал сужается: $[0.5; 0.625]$. Следующее число, 1: интервал $[0.5; 0.625]$ делится пополам — $[0.5; 0.5625]$ и $[0.5625; 0.625]$, — выбирается правая половина $[0.5625; 0.625]$, интервал сужается: $[0.5625; 0.625]$.

По условию точности задачи решение найдено: им является любое число из интервала $[0.5625; 0.625]$, например, 0.625.

В принципе, если подходить строго, то деление интервалов нужно продолжить до тех пор, пока левая и правая границы найденного интервала не **СОВПАДУТ** между собой с точностью до третьего знака после запятой. То есть с позиций точности сгенерированное число уже не будет отличимо от любого числа из интервала, в котором оно находится.

Второй способ решения задачи

Разобьем полученную двоичную последовательность 100110100 на триады: 100, 110, 100. После перевода этих двоичных чисел в десятичные получаем: 4, 6, 4. Подставив спереди «0.», получим: 0.464. Таким методом могут получаться только числа от 0.000 до 0.777 (так как максимум, что можно «выжать» из трех двоичных разрядов — это $111_2 = 7_8$) — то есть, по сути, эти числа представлены в восьмеричной системе счисления. Для перевода *восьмеричного* числа в *десятичное* представление выполним: $0.464_8 = 4 \cdot 8^{-1} + 6 \cdot 8^{-2} + 4 \cdot 8^{-3} = 0.6015625_{10} = 0.602_{10}$.

Итак, искомое число равно: 0.602.

2. Найти значение интеграла:

$$y = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx$$

На рис. 1 представлен график функции $f(x)$. Вычислить значение интеграла этой функции — значит, найти площадь под этим графиком.

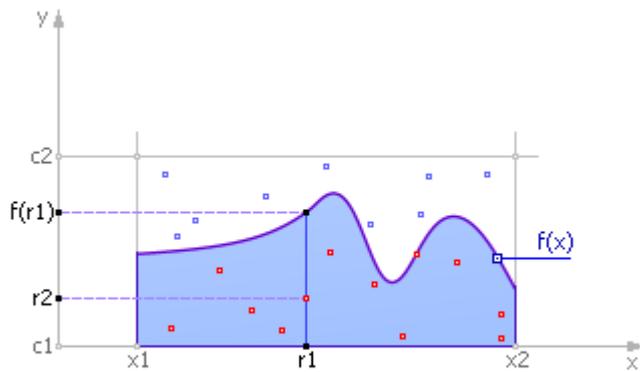


Рис.1. Определение значения интеграла методом Монте-Карло

Решение.

Ограничиваем кривую сверху, справа и слева. Случайным образом распределяем точки в прямоугольнике поиска. Обозначим через N_1 количество точек, принятых для испытаний, и через N_2 — количество точек под кривой, то есть попавших в закрашенную площадь под . Тогда естественно предположить, что количество точек, попавших под кривую по отношению к общему числу точек пропорционально площади под кривой (величине интеграла) по отношению к площади испытываемого прямоугольника. Математически это можно выразить так:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{y}{(x_2 - x_1)(c_2 - c_1)}$$

Рассуждения эти, конечно, статистические и тем более верны, чем большее число испытываемых точек мы возьмем.

Фрагмент алгоритма метода Монте-Карло в виде блок-схемы выглядит так, как показано на рис. 1.

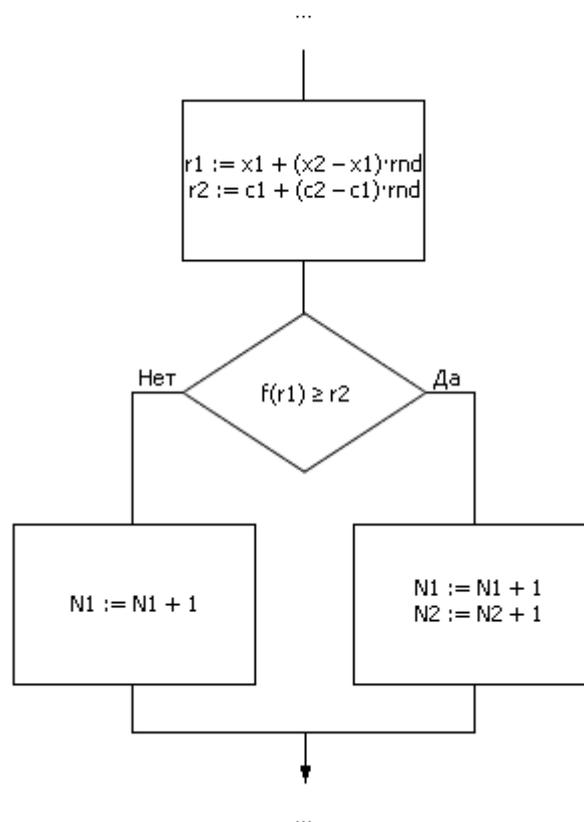


Рис.2

Значения r_1 и r_2 являются равномерно распределенными случайными числами из интервалов $(x_1; x_2)$ и $(c_1; c_2)$ соответственно.

Метод Монте-Карло чрезвычайно эффективен, прост, но необходим «хороший» генератор случайных чисел. Вторая проблема применения метода заключается в определении объема выборки, то есть количества точек, необходимых для обеспечения решения с заданной точностью. Эксперименты показывают: чтобы увеличить точность в 10 раз, объем выборки нужно увеличить в 100 раз; то есть точность примерно пропорциональна корню квадратному из объема выборки:

$$\text{точность} \propto \sqrt{\text{объем выборки}}$$

Форма отчетности: Выполнить задание в тетради и использовать его при подготовке к зачету и контрольной работы

Задания для самостоятельной работы:

1. Определите методом Монте-Карло площадь пятиугольника с координатами углов $(0, 0)$, $(0, 10)$, $(5, 20)$, $(10, 10)$, $(7, 0)$.

2. Вычислить вероятность того, что событие, имеющее вероятность $p = 0.5$, в $n = 10$ испытаниях произойдет $m = 1$ раз. Имеем: $C_{10}^1 = 10$, и далее: $P_1 = 10 \cdot 0.5^1 \cdot (1 - 0.5)^{10-1} = 10 \cdot 0.5^{10} = 0.0098$. Как видим, вероятность наступления этого события достаточно мала. Объясняется это, во-первых, тем, что абсолютно не ясно, произойдет ли событие или нет, поскольку вероятность равна 0.5 и шансы здесь «50 на 50»; а во-вторых, требуется исчислить то, что событие произойдет именно один раз (не больше и не меньше) из десяти

3. Для универсального множества $U = \{a, b, c, d, e, f, g\}$ и нечетких подмножеств $A = \{0,5/a, 0,34/b, 0,37/c, 0,5/d, 0,0/e, 0,2/f, 0,0/g\}$ $B = \{0,3/a, 0,7/b, 0,5/c, 0,4/d, 0,2/e, 0,15/f, 0,6/g\}$ найдите: 1) $A \cap B$, 2) $A \cup B$, 3) \bar{A} 4) B^2

4. Составьте нечеткое множество «возраст около 20». Постройте график функции принадлежности.

5. Вы выбираете себе ридер из 7 предложенных моделей, различной цены и с различными характеристиками:

модель	Luna	Prology	Wexler	Ritmix	Sony	TeXet	AirBook
цена(гр)	5,5	6,2	4,7	3	6,7	3,5	4,5
время непрерывной работы без подзарядки (ч)	5,5	10	5	4	8	4	9
Время переключения страниц (мс)	200	80	120	250	100	200	240

Постройте нечеткое множество «очень недорогое устройство с достаточно долгим временем работы и с не очень большим временем переключения», используя нечеткие множества $A =$ «дорогое», $B =$ «длительное время работы» и $C =$ «большое время переключения»

Выберите два наилучших варианта.

6. Разработайте когнитивную, содержательную и концептуальную модели броска мяча в баскетбольное кольцо с расстояния 4,22 м, позволяющую:

1. Рассчитать дальность полета мяча при разных значениях угла броска α .

Опытным путем установить, при каком значении угла α дальность полета будет наибольшей. Угол взять в диапазоне от 30° до 60° с шагом 2° .

2. Определить точность броска при различных значениях скорости v_0 и фиксированном угле α . Значения для α и v_0 взять в таблице (скорость изменяется с шагом 1 м/с.)

Бросок считать удачным, если отклонение центра мяча от центра корзины не превышает половины радиуса мяча. Определить допустимый разброс скоростей для удачного броска. Решить задачу моделирования аналитическим и алгоритмическим методами. Сравнить результаты

Вариант	α	диапазон для v_0 (м/с)	Вариант	α	диапазон для v_0
1	30°	[6; 8]	6	45°	[5; 7]
2	35°	[4; 6]	7	50°	[5,5; 7,5]

3	40^0	[4; 6]	8	55^0	[5,5; 7,5]
4	40^0	[4,5; 6,5]	9	60^0	[6; 8]
5	43^0	[5; 7]	10	65	[6; 8]

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

1. Ознакомиться с заданием;
2. Изучить теоретические сведения, полученные на лекции;
3. Ознакомиться с примерами решения подобных задач в учебной литературе;
4. Выполнить задание в тетради.

Основная литература

1. Ларионова, О. Г.
Исследование операций. Принципы построения математических моделей : учебное пособие / О. Г. Ларионова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Братск : БрГУ, 2013.
2. Барботько, А. И. Основы теории математического моделирования : учеб. пособие для вузов / А. И. Барботько, А. О. Гладышкин . - 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2015(и предыдущие издания). - 212 с. .

Дополнительная литература

1. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Ашихмин [и др.] ; ред. П. В. Трусков. - Москва : Университетская книга; Логос, 2007. (и предыдущие издания) – 440; То же [Электронный ресурс].

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие виды математических моделей Вы знаете?
2. Дайте определение целевой функции.
3. Что такое платежная матрица?

Лабораторная работа №1

Алгоритмические модели

Цель работы: Изучить построение алгоритмических моделей. Научиться программно реализовывать алгоритмы решения некоторых задач моделирования .

Задание:

Построить алгоритмическую модель решения задачи:

Кот из положения $K(x_1, y_1)$ следит за мышкой, движущейся по прямой от точки А к точке В. Когда расстояние между ними достигает минимума, он атакует.

а) Найдите положение мыши в этот момент и расстояние между ними.

б) напишите уравнение движения кота.

Входные данные:

-координаты точек К, А,В.

Выходные данные:

координаты мышки в момент наибольшего сближения, расстояние от кота до мышки.

Если мышь удаляется от кота, то ближайшей точкой будет А.

- уравнение прямой $y=kx+b$

Порядок выполнения:

1. Провести исследование задачи.

Исследование содержит следующие виды работ:

- выявление основных факторов, влияющих на поведение объектов моделирования;
- изучение литературных источников по теме «геометрия плоскости»;
- анализ и обобщение всего накопленного материала, разработка общего плана решения задачи.

2. Описать метод решения поставленной задачи.

Для этого выбрать нужные формулы и составить математические соотношения, по которым вычисляются требуемые величины.

3. Провести контроль правильности.

Для контроля правильности полученной системы математических соотношений проводят ряд проверок, в частности:

- контроль размерностей величин при использовании принятой системы единиц для значений всех параметров;

- контроль порядков, состоящий из грубой оценки сравнительных порядков складываемых величин и исключения малозначимых параметров (например, если при сложении трех величин одна из них много меньше других, то такой величиной можно пренебречь);

- контроль характера зависимостей, который заключается в проверке того, что значения выходных параметров модели соответствуют, например, физическому или иному смыслу изучаемой модели;

- контроль экстремальных ситуаций – проверка того, какой вид принимают математические соотношения, а также результаты моделирования, если параметры модели или их комбинации приближаются к своим предельно допустимым значениям;

- контроль граничных условий, включающий проверку того, что граничные условия действительно наложены, что они использованы в процессе построения искомого решения и что значения выходных параметров модели на самом деле удовлетворяют данным условиям;

- контроль математической замкнутости, состоящий в проверке того, что выписанная система математических соотношений дает возможность получить однозначное решение задачи.

Математическая задача является корректно поставленной, если ее решение существует, оно единственно и непрерывно зависит от исходных данных.4.

4. Провести проверку адекватности модели. Проверка адекватности модели преследует две цели:

- убедиться в справедливости совокупности гипотез, сформулированных на этапах концептуальной и математической постановок;

- установить, что точность полученных результатов соответствует точности, оговоренной в техническом задании.

Проверка разработанной математической модели выполняется путем сравнения с имеющимися экспериментальными данными о реальном объекте или с результатами других, созданных ранее и хорошо себя зарекомендовавших моделей.

Как правило, различают качественное и количественное совпадение результатов сравнения. При качественном сравнении требуется лишь совпадение вида функции распределения выходных параметров (убывающая или возрастающая, с одним экстремумом или с несколькими). При количественном сравнении оценивают точность вычисления параметров. В моделях, предназначенных для выполнения оценочных и прикидочных расчетов, удовлетворительной считается точность 10–15 %. В моделях, используемых в управляющих и контролируемых системах, требуемая точность может быть менее 2 %.

Неадекватность результатов моделирования возможна, по крайней мере, по трем причинам:

- а) значения задаваемых входных параметров модели не соответствуют допустимой области этих параметров, определяемой принятой системой гипотез;

- б) принятая система гипотез верна, но константы и параметры в использованных определяющих соотношениях установлены неточно;

- в) неверна исходная совокупность гипотез.

Все три случая требуют дополнительного исследования как моделируемого объекта (с целью накопления новой дополнительной информации о его поведении), так и самой модели (с целью уточнения границ ее применимости).

Форма отчетности:

В печатном виде.

Задания для самостоятельной работы:

Разработать программу, решающую следующую задачу.

1. Два объекта движутся с постоянными скоростями в горизонтальной плоскости по пересекающимся прямым. Известны их координаты в моменты времени t_0 и t_1 .

а) Определить, пересекутся ли траектории объектов и, если да, то точку пересечения траекторий;

б) Найти время прохождения точки пересечения каждым из объектов и скорость каждого из них;

в) Будем считать, что объекты должны столкнуться, если

1. возможное кратчайшее расстояние между ними меньше суммарной длины объектов

2. это расстояние будет достигнуто в момент времени, превышающий t_1 .

Определить, возможно ли столкновение.

Входные данные: числа с плавающей запятой t_0 , t_1 — моменты времени ($t_0 < t_1$ — проверьте), x_1 , y_1 , x_2 , y_2 — начальное и конечное положение первого объекта, u_1, z_1 , u_2 , z_2 — начальное и конечное положение второго объекта, L_1 , L_2 — размеры объектов.

Выходные данные:

– Если траектории движения параллельны, то вывести строку «Траектории не пересекаются».

– Если траектории движения объектов не параллельны, то вывести числа с плавающей запятой x , y — координаты точки пересечения; t_3, t_4 — время прохождения через точку пересечения первым и вторым объектом соответственно; v_1 , v_2 — скорости объектов;

– строку «Ожидается столкновение» или «Столкновение не произойдет» в зависимости от решения пункта в).

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

1. Ознакомиться с заданием;

2. Изучить теоретические сведения, полученные на лекции;

3. Ознакомиться с примерами решения подобных задач в учебной литературе;

4. Выполнить задание в тетради.

Основная литература

1. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для бакалавров / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2013.

Дополнительная литература

1. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Ашихмин [и др.] ; ред. П. В. Трусков. - Москва : Университетская книга; Логос, 2007. (и предыдущие издания) – 440; То же [Электронный ресурс].

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дайте определение биматричной игры.
2. В чем, на Ваш взгляд, состоит основная сложность биматричной игры?
3. Какая теорема отвечает на вопрос о существовании равновесной ситуации в биматричной игре? Приведите ее формулировку.
4. Каким соотношением определяется ситуация равновесия в биматричной игре?
5. Могут ли функции выигрышей игроков достигать максимума одновременно?

Лабораторная работа №2

Моделирование с использованием случайных чисел\

Цель работы: Изучить алгоритмы генерации случайных чисел.

Научиться применять методы МОНте-Карло для моделирования различных процессов.
Изучить модели систем массового обслуживания.

Задание :

Составьте программу, конструирующую последовательность равномерно распределенных случайных величин, используя метод перемешивания. Предложите свою модификацию метода.

Решение.

За эталон генератора случайных чисел (ГСЧ) принят такой генератор, который порождает последовательность случайных чисел с *равномерным* законом распределения в интервале (0; 1). За одно обращение данный генератор возвращает одно случайное число. Если наблюдать такой ГСЧ достаточно длительное время, то окажется, что, например, в каждый из десяти интервалов (0; 0.1), (0.1; 0.2), (0.2; 0.3), ..., (0.9; 1) попадет практически одинаковое количество случайных чисел — то есть они будут распределены равномерно по всему интервалу (0; 1). Если изобразить на графике $k = 10$ интервалов и частоты N_i попаданий в них, то получится экспериментальная кривая плотности распределения случайных чисел.

Объявим функцию rnd(), генерирующую случайное число

```
unsigned long rnd(){
    static int prev_call=0;
    static unsigned long r=1;
    if(prev_call==0) r=time(NULL);
    prev_call=1;
    size_t offset=sizeof(long)*8;
    unsigned long x,y;
    /* x=(r>>(offset/4)|(r<<(3*offset/4)); //Период 10
    y=(r<<(offset/4)|(r>>(3*offset/4)); */
    // x=(r>>5)|(r<<(offset-5)); // Период 21482, до периода 5841 дисперсия завышена в
3 раза
    // y=(r<<5)|(r>>(offset-5));

    x=(r<<7)^(r<<3)^(r<<25); // Период 63924 дисперсия завышена в 3
    y=(r>>7)^(r>>3)^(r<<19);
    r=x+y;
    return r;
}
```

В методе перемешивания используются операции циклического сдвига содержимого ячейки влево и вправо. Идея метода состоит в следующем. Пусть в ячейке хранится начальное число $R0$. Циклически сдвигая содержимое ячейки влево на $1/4$ длины ячейки, получаем новое число $R0^*$. Точно так же, циклически сдвигая содержимое ячейки $R0$ вправо на $1/4$ длины ячейки, получаем второе число $R0^{**}$. Сумма чисел $R0^*$ и $R0^{**}$ дает новое случайное число $R1$. Далее $R1$ заносится в $R0$, и вся последовательность операций повторяется.

Обратите внимание, что число, полученное в результате суммирования $R0^*$ и $R0^{**}$, может не уместиться полностью в ячейке $R1$. В этом случае от полученного числа должны быть отброшены лишние разряды. Поясним это для случая, где все ячейки представлены восьмью двоичными разрядами. Пусть $R0^* = 10010001_2 = 145_{10}$, $R0^{**} = 10100001_2 = 161_{10}$, тогда $R0^* + R0^{**} = 100110010_2 = 306_{10}$. Как видим, число 306 занимает 9 разрядов (в двоичной системе счисления), а ячейка $R1$ (как и $R0$) может вместить в себя максимум 8 разрядов. Поэтому перед занесением значения в $R1$ необходимо убрать один «лишний», крайний левый бит из числа 306, в результате чего в $R1$ пойдет уже не 306, а $00110010_2 = 50_{10}$. Также заметим, что в таких языках, как Си, «урезание» лишних битов при переполнении ячейки производится автоматически в соответствии с заданным типом переменной

```
float rndR(){
    unsigned long r1=rnd();
    float r2=(((float)r1)/2)/((float)LONG_MAX);
    return r2;
}
```

```
float rndN(){
    int i;
    float s=0;
    for(i=0;i<12; i++)
        s+=rndR();
    s-=6;
    return s;
}
```

Проверка качества работы генератора

От качества работы ГСЧ зависит качество работы всей системы и точность результатов. Поэтому случайная последовательность, порождаемая ГСЧ, должна удовлетворять целому ряду критериев.

Осуществляемые проверки бывают двух типов:

- проверки на равномерность распределения;
- проверки на статистическую независимость.

Проверки на равномерность распределения

1) ГСЧ должен выдавать близкие к следующим значения статистических параметров, характерных для равномерного случайного закона:

$$m_r = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n} \approx 0.5 \quad \text{— математическое ожидание;}$$

$$D_r = \frac{\sum_{i=1}^n (r_i - m_r)^2}{n} \approx 0.0833 \quad \text{— дисперсия;}$$

$$\sigma_r = \sqrt{D_r} \approx 0.2887 \quad \text{— среднеквадратичное отклонение.}$$

2) Частотный тест

Частотный тест позволяет выяснить, сколько чисел попало в интервал $(m_r - \sigma_r; m_r + \sigma_r)$, то есть $(0.5 - 0.2887; 0.5 + 0.2887)$ или, в конечном итоге, $(0.2113; 0.7887)$. Так как $0.7887 - 0.2113 = 0.5774$, заключаем, что в хорошем ГСЧ в этот интервал должно попадать около 57.7% из всех выпавших случайных чисел. Также необходимо учитывать, что количество чисел, попавших в интервал $(0; 0.5)$, должно быть примерно равно количеству чисел, попавших в интервал $(0.5; 1)$.

3) Проверка по критерию «хи-квадрат»

Критерий «хи-квадрат» (χ^2 -критерий) — это один из самых известных статистических критериев; он является основным методом, используемым в сочетании с другими критериями. Критерий «хи-квадрат» был предложен в 1900 году Карлом Пирсоном. Его замечательная работа рассматривается как фундамент современной математической статистики.

Реальный ГСЧ будет выдавать числа, распределенные (причем, не обязательно равномерно!) по k интервалам и в каждый интервал попадет по n_i чисел (в сумме $n_1 + n_2 + \dots + n_k = N$). Как же нам определить, насколько испытываемый ГСЧ хорош и близок к эталонному? Вполне логично рассмотреть квадраты разностей между полученным количеством чисел n_i и «эталонным» $p_i \cdot N$. Сложим их, и в результате получим:

$$\chi^2_{\text{эксп.}} = (n_1 - p_1 \cdot N)^2 + (n_2 - p_2 \cdot N)^2 + \dots + (n_k - p_k \cdot N)^2.$$

Из этой формулы следует, что чем меньше разность в каждом из слагаемых (а значит, и чем меньше значение $\chi^2_{\text{эксп.}}$), тем сильнее закон распределения случайных чисел, генерируемых реальным ГСЧ, тяготеет к равномерному.

Итак, процедура проверки имеет следующий вид.

1. Диапазон от 0 до 1 разбивается на k равных интервалов.
2. Запускается ГСЧ N раз (N должно быть велико, например, $N/k > 5$).
3. Определяется количество случайных чисел, попавших в каждый интервал: n_i , $i = 1, \dots, k$.

4. Вычисляется экспериментальное значение $\chi^2_{\text{эксп.}}$ по следующей формуле:

$$\chi^2_{\text{эксп.}} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - p_i \cdot N)^2}{p_i \cdot N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k \left(\frac{n_i^2}{p_i} \right) - N$$

где $p_i = 1/k$ — теоретическая вероятность попадания чисел в k -ый интервал.

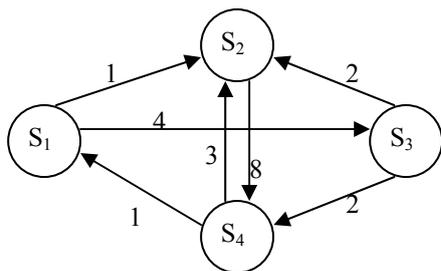
5. Путем сравнения экспериментально полученного значения $\chi^2_{\text{эксп.}}$ с теоретическим $\chi^2_{\text{теор.}}$ (из табл. 22.2) делается вывод о пригодности генератора для использования. Для этого: а) входим в табл. 22.2 (строка = количество экспериментов – 1); б) сравниваем вычисленное $\chi^2_{\text{эксп.}}$ с $\chi^2_{\text{теор.}}$, встречающимися в строке. При этом возможно три случая.

Форма отчетности:

В электронном виде.

Задания для самостоятельной работы:

1. Составьте программу, конструирующую последовательность случайных величин, равномерно распределенных в интервале (0, 65536), используя линейный метод. Предложите свою модификацию метода.
2. Сконструируйте массивы X[20], Y[20], Z[20] случайных чисел, где X=R(6, 12) Y=E(12), Z=N[2,5].
3. В урне 3 синих, 12 красных, 5 зеленых шариков. Напишите программу, имитирующую извлечение шарика из урны. Выходные данные – цвет шара. Протестируйте её.
4. Составьте уравнения Колмогорова и найдите финальные вероятности всех состояний системы:



5. Постройте модель системы массового обслуживания и определите параметры эффективности. В службе такси 7 водителей, среднее время поездки составляет 30 мин, поток поступления вызовов близок к простейшему с интенсивностью 15 человек в час. Если все водители заняты, заявки не принимаются. Составьте граф состояний системы, найдите вероятности всех состояний и характеристики системы: вероятность отказа, среднее число занятых каналов и среднюю загрузженность одного канала.

6. Имеются 5 станков, которые могут выходить из строя с частотой в среднем 2 раза за смену. Продолжительность ремонта одним оператором составляет около трех часов (оператор одновременно может ремонтировать лишь один станок и не переходит к другому, не отремонтировав предыдущий). Потери от простоя станка в течении часа составляют 500 руб, от простоя оператора – 100 руб. в час. Определить число операторов, при котором потери от простоя станков и оплаты лишнего числа операторов были бы минимальны.

7. Используя метод Монте-Карло, вычислить определенный интеграл

$$\int_a^b \sin(x^2) dx \text{ с точностью до } 0,01$$

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

1. Ознакомиться с заданием;
2. Изучить теоретические сведения, полученные на лекции;
3. Ознакомиться с примерами решения подобных задач в учебной литературе;
4. Выполнить задание в тетради.

Основная литература

1. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для бакалавров / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2013..

Дополнительная литература

1. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Ашихмин [и др.] ; ред. П. В. Трусков. - Москва : Университетская книга; Логос, 2007. (и предыдущие издания) – 440; То же [Электронный ресурс].

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие Вам известны алгоритмы генерации случайных чисел?
2. Напишите формулу перехода от равномерного распределения к показательному.
3. По каким критериям производится проверка качества сгенерированной равномерной последовательности?
4. Что такое математическое ожидание?
5. Что такое дисперсия?

9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы

Контрольная работа представляет собой способ проверки знаний студента, его умений и предполагают письменные ответы на поставленные вопросы, либо самостоятельное выполнение практических заданий. Подготовка к контрольной работе состоит в ответственном выполнении всех домашних заданий по дисциплине и самостоятельной проработке основной и дополнительной литературы.

Целью контрольной работы является приобретение навыков самостоятельной работы с литературой, закрепление умений работы со средой программирования, формирование навыков оценки результатов собственной деятельности.

Выполнения контрольной работы предполагает:

- анализ поставленных задач и выбор методов их решения;
- реализацию решения поставленных задач;
- проверку и анализ полученных результатов;
- оформление отчета.

Отчет по контрольной работе оформляется в печатном виде и содержит:

- формулировку заданий;
- описание их решений;
- полученные результаты;
- выводы.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Microsoft Imagine Premium: Microsoft Windows Professional 7;
2. Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;

- 4. ОС Linux;
- 5. LibreOffice
- 6.FreeMat

**11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ
ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО
ДИСЦИПЛИНЕ**

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР, ПЗ</i>
1	2	3	4
Лк	Лекционная аудитория	-	-
ЛР	Лаборатория параллельных вычислений	К Персональные компьютеры i5-2500/Н67/4Gb/500Gb (монитор TFT19 Samsung E1920NR); интерактивная доска Smart Board X885ix со встроенным проектором UX60	№ 1-2
ПЗ	Лаборатория параллельных вычислений	Персональные компьютеры i5-2500/Н67/4Gb/500Gb (монитор TFT19 Samsung E1920NR); интерактивная доска Smart Board X885ix со встроенным проектором UX60	№ 1-2
кр	ЧЗ1	Оборудование 10 ПК i5-2500/Н67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-
СР	ЧЗ1	Оборудование 10 ПК i5-2500/Н67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-3	Способность к разработке алгоритмических и программных решений в области математических, информационных и имитационных моделей	1. Принципы построения математических моделей	1.1. Основные понятия математического моделирования.	Индивидуальное задание, экзаменационный вопрос
			1.2. Подходы к построению модели	Индивидуальное задание, экзаменационный вопрос
ПК-2	Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	2. Моделирование в условиях неопределенности	2.1 Моделирование случайных чисел.	Индивидуальное задание, экзаменационный вопрос
			2.2 Метод Монте-Карло.	Индивидуальное задание, экзаменационный вопрос
			2.3. Нечеткие множества	Индивидуальное задание, экзаменационный вопрос
			2.4. Системы массового обслуживания.	Индивидуальное задание, экзаменационный вопрос

2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-3	Способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям	1. Понятие модели и математической модели. Свойства моделей.	1. Принципы построения математических моделей
			2. Содержательные, концептуальные и формальные модели. Классификации математических моделей.	1. Принципы построения математических моделей
			3. Проверка корректности математической модели.	1. Принципы построения математических моделей
			4. Использование фундаментальных законов природы. Вариативный принцип.	1. Принципы построения математических моделей
			5. Принцип аналогии. Иерархические цепочки моделей.	1. Принципы построения математических моделей
2.	ПК-2	Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	6. Виды неопределенностей. Законы распределения случайных чисел. Датчики случайных чисел.	2. Моделирование в условиях неопределенности
			7. Алгоритмы генерации равномерных распределений. Проверка качества работы генератора.	2. Моделирование в условиях неопределенности
			8. Получение показательных и нормально-распределенных последовательностей.	2. Моделирование в условиях неопределенности
			9. Определение метода Монте-Карло. Схема метода. Применение метода Монте-Карло для вычисления определенного интеграла.	2. Моделирование в условиях неопределенности
			10. Основные определения теории нечетких множеств. Функции принадлежности.	2. Моделирование в условиях неопределенности
			11. Операции над нечеткими множествами.	2. Моделирование в условиях неопределенности
			12. Простейший поток событий. Формула Пуассона. Граф состояний системы.	2. Моделирование в условиях неопределенности
			13. Система уравнений Колмогорова. Финальные вероятности.	2. Моделирование в условиях неопределенности

		14. Система массового обслуживания с отказами. Формулы Эрланга.	2. Моделирование в условиях неопределенности
		15. Система массового обслуживания с неограниченной очередью. Формулы Эрланга.	2. Моделирование в условиях неопределенности

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>знать: ОПК-3 - основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей; ПК-2 - основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>уметь: ОПК-3 - формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей; ПК-2 - понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>владеть: ОПК-3 - навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач.</p>	отлично	<p>Демонстрирует все показатели компетенций на высоком уровне, а именно: знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ; -знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки; -умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей; -умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем; -владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач – владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики.</p>
	хорошо	<p>Демонстрирует освоенность не менее 5 показателей компетенций: -знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ; -знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки; -умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей; -умеет понимать и применять</p>

<p>ПК-2 – методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики.</p>		<p>математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем; -владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач; или -знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ; -знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки; -умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей; -умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем; -владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики; или -знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ; -знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки; -умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей; -владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач; -владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики; или -знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p>
--	--	--

		<p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и</p>
--	--	--

		ситуаций на языке математики.
	удовлетворительно	<p>Демонстрирует освоение не менее 60% параметров компетенций на достаточном уровне: -знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p>

		<p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для</p>
--	--	--

		<p>построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>или</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p>
--	--	---

		<p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>или</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>или</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-умеет формализовать задачу и</p>
--	--	--

		<p>описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>или</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p>
	<p>неудовлетворительно</p>	<p>Освоение менее, чем 60% параметров компетенций.</p>

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина Математическое моделирование направлена на ознакомление обучающихся с основными понятиями и классами задач из области принятия решений, методами принятия решений в условиях полной информации, методами решения задач в условиях риска, методы решения задач принятия решений в условиях неопределенности и конфликта, ориентированна на получение теоретических знаний и практических навыков решения проблем из различных областей знания, а также осуществления поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и представления ее в соответствующем виде и для их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины Математическое моделирование предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы;
- практические занятия;
- контрольную работу;
- самостоятельную работу

Для фиксирования успешности обучения предусматривается экзамен.

В ходе освоения раздела 1 «Принципы построения математических моделей» обучающиеся должны изучить принципы моделирования конфликтных антагонистических ситуаций, способы обращения к компонентам системы, научиться получать информацию о процессах в системе, атрибутах файлов, использовать системные ресурсы в прикладных и системных программах.

В ходе освоения раздела 2 «Моделирование в условиях неопределенности» обучающиеся осваивают особенности принятия решений в условиях неполной информации, способы выбора стратегии при известном прогнозе.

Студентам необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для разработки и реализации профессионально ориентированных проектов в последующей учебной деятельности.

Овладение ключевыми понятиями является основой усвоения учебного материала по дисциплине.

При подготовке к экзамену особое внимание необходимо уделить рекомендациям и замечаниям преподавателей, ведущих аудиторные занятия по дисциплине

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков применения различных методов решения стандартных математических ситуаций.

Самостоятельную работу необходимо начинать с чтения лекций и учебников.

В процессе консультации с преподавателем обучающийся выясняет наличие пробелов в знаниях и способах решения разных ситуаций.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в виде разнообразных тренингов и ситуаций общения в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ

рабочей программы дисциплины

Математическое моделирование

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: ознакомление обучающихся с принципами построения математических моделей различных систем, математическими основами анализа моделей, привить практические навыки использования программного обеспечения для разработки и использования различных математических моделей.

Задачами дисциплины являются

- обучение методам анализа и формализации поставленной задачи;
- обучение приемам и методам построения математических моделей;
- формирование и развитие умений и навыков, позволяющих применять современные математические методы и программное обеспечение для решения задач науки и техники.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк.- 17 час., ЛР- 17 час., ПЗ-17 час., СР - 48 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа, 4 зачетных единиц.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Принципы построения математических моделей;
- 2 – Моделирование в условиях неопределенности.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-3 – способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям;

ПК-2– способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат.

4. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

**Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год**

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20 ____ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

(Ф.И.О.)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-3	Способность к разработке алгоритмических и программных решений в области математических, информационных и имитационных моделей	1. Принципы построения математических моделей	1.1. Основные понятия математического моделирования.	ЛР №1
			1.2. Подходы к построению модели	ЛР №1 кр, задача 1
ПК-2	Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	2. Моделирование в условиях неопределенности	2.1 Моделирование случайных чисел.	ЛР№2 , кр,задача 2
			2.3. Нечеткие множества	ЛР №2,
			2.4. Системы массового обслуживания.	ЛР №2, кр, задача 3

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>знать: ОПК-3 - основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей; ПК-2 - основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки; уметь:</p>	отлично	<p>Демонстрирует все показатели компетенций на высоком уровне, а именно: знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ; -знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки; -умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей; -умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем; -владеет навыками применения</p>

<p>ОПК-3 - формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p>		<p>аппарата математики и информатики для решения прикладных задач – владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики.</p>
<p>ПК-2 - понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем; владеть: ОПК-3 - навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач. ПК-2 – методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики.</p>	<p>хорошо</p>	<p>Демонстрирует освоенность не менее 5 показателей компетенций: -знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ; -знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки; -умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей; -умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем; -владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач; или -знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ; -знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки; -умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей; -умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем; -владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики; или -знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при</p>

		<p>моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p>
--	--	---

		<p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики; или</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики.</p>
	<p>удовлетворительно</p>	<p>Демонстрирует освоение не менее 60% параметров компетенций на достаточном уровне: -знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>или</p>

		<p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной</p>
--	--	---

		<p>математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия прикладной математики и информатики, законы естественных наук, применяемые при моделировании, способы построения математических моделей ;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач,</p>
--	--	---

		<p>основные тенденции развития математики как науки; -умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей; -умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем; или -знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки; -умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей; -владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач; или -знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки; -умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей; -владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики; или -знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки; -умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем; -владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач; или -знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки; -умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей</p>
--	--	--

		<p>реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-знает основные разделы математики, методы решения прикладных задач, основные тенденции развития математики как науки;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>или</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-умеет формализовать задачу и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p> <p>или</p> <p>-умеет понимать и применять математический аппарат для</p>
--	--	---

		<p>построения и анализа моделей реальных объектов, ситуаций и систем;</p> <p>-владеет навыками применения аппарата математики и информатики для решения прикладных задач;</p> <p>-владеет методами и приемами описания реальных объектов и ситуаций на языке математики;</p>
	<p>неудовлетворительно</p>	<p>Освоение менее, чем 60% параметров компетенций.</p>

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика от «12» марта 2015 г. № 228

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «13» июля 2015 г. № 475

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016г. № 429

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «6» марта 2017г. № 125

для набора 2018 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018г. №130

Программу составили:

Багинова Т.Г. , к.т.н, доцент каф. МиФ _____

Ратинская Е.В., ст. препод. каф. МиФ _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры МиФ

от «21» ноября 2018 г., протокол № 3

И.о. зав.выпускающей кафедрой _____ О.И.Медведева

СОГЛАСОВАНО:

И.о. зав.выпускающей кафедрой _____ О.И. Медведева.

Директор библиотеки _____ Т.Ф.Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ЕН факультета

от «20» декабря 2018 г., протокол № 4

Председатель методической комиссии факультета _____ М.А. Варданян

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления _____ Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____