

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Дискретная математика, математическая логика и их приложения в информатике и компьютерных науках Б1.Б.15

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Калимуллин И.Ш.

Рецензент(ы):

Альпин Ю.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Арсланов М. М.

Протокол заседания кафедры No ___ от "___" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No _____ от "___" _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) главный научный сотрудник, д.н. (доцент) Калимуллин И.Ш. учебно-исследовательская лаборатория алгоритмических методов алгебры и логики Кафедра алгебры и математической логики , Iskander.Kalimullin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Главной целью освоения дисциплины (модуля) 'Дискретная математика и математическая логика' является обучение студентов методам решения задач дискретной математики и соответствующему мышлению. В процессе обучения требуется дать студентам запас базовых знаний по основным разделам дискретной математики, обучить рациональному и эффективному использованию полученных знаний при решении типовых задач дискретной математики и математической логики; сформировать у студентов представление о дискретной математике и математической логике как методах изучения широкого круга объектов и процессов, характеризующихся отсутствием свойства непрерывности; сформировать знания, умения и навыки использования основных понятий теории графов, теории автоматов, теории булевых функций. Формирование логической и математической культуры студента, фундаментальная подготовка в области математической логики, овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования в приложениях.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.15 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 02.03.01 Математика и компьютерные науки и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1, 2 курсах, 2, 4 семестры.

Данная учебная дисциплина включена в раздел ' Б3.Б.4 Профессиональный' основной образовательной программы 010100.62 Математика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1, 2 курсах, 2, 3 семестры.

Дискретная математика и математическая логика входит в цикл профессиональных дисциплин

в базовой части. Для успешного изучения дискретной математики и математической логики необходимы знания и умения в объеме школьной программы по математике, общие понятия и факты из математического анализа, линейной алгебры.

Освоение дискретной математики и математической логики необходимо для эффективного использования возможностей современной вычислительной техники, изучения программирования и информатики. Знание основ дискретной математики и математической логики необходимо практически в любой современной научно-исследовательской работе.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-10 (общекультурные компетенции)	умением находить, анализировать и контекстно обрабатывать научно-техническую информацию
ОК-11 (общекультурные компетенции)	фундаментальной подготовкой по основам профессиональных знаний и готовностью к использованию их в профессиональной деятельности

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способностью применять знания на практике
ПК-2 (профессиональные компетенции)	умением понять поставленную задачу
ПК-3 (профессиональные компетенции)	умением формулировать результат
ПК-10 (профессиональные компетенции)	пониманием корректности постановок задач
ПК-11 (профессиональные компетенции)	самостоятельным построением алгоритма и его анализ
ПК-15 (профессиональные компетенции)	способностью передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области изучавшегося явления
ПК-16 (профессиональные компетенции)	выделением главных смысловых аспектов в доказательствах
ПК-19 (профессиональные компетенции)	владением методом алгоритмического моделирования при анализе постановок математических задач
ПК-20 (профессиональные компетенции)	владением методами математического и алгоритмического моделирования при решении прикладных задач
ПК-21 (профессиональные компетенции)	владением методами математического и алгоритмического моделирования при анализе теоретических проблем и задач
ПК-24 (профессиональные компетенции)	владением методами математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно-технической сфере
ПК-27 (профессиональные компетенции)	умением точно представить математические знания в устной форме
ПК-4 (профессиональные компетенции)	умением строго доказать утверждение
ПК-5 (профессиональные компетенции)	умением на основе анализа увидеть и корректно сформулировать результат
ПК-6 (профессиональные компетенции)	умением самостоятельно увидеть следствия сформулированного результата
ПК-7 (профессиональные компетенции)	умением грамотно пользоваться языком предметной области
ПК-8 (профессиональные компетенции)	умением ориентироваться в постановках задач

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-9 (профессиональные компетенции)	знанием корректных постановок классических задач

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия дискретной математики и математической логики, определения и свойства математических объектов, используемых в этой области, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений.

2. должен уметь:

решать задачи теоретического и прикладного характера из различных разделов дискретной математики и математической логики, доказывать утверждения, строить модели объектов и понятий.

3. должен владеть:

математическим аппаратом дискретной математики и математической логики, методами доказательства утверждений в этой области, навыками алгоритмизации основных задач.

4. должен продемонстрировать способность и готовность:

решать задачи теоретического и прикладного характера из различных разделов дискретной математики и математической логики, доказывать утверждения, строить модели объектов и понятий.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) 216 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 семестре; зачет в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Неориентированные графы.	2	1-4	8	8	0	
2.	Тема 2. Ориентированные графы.	2	5-8	8	8	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Конечные автоматы.	2	9-12	9	9	0	
4.	Тема 4. Функции алгебры логики.	2	13-17	9	9	0	
5.	Тема 5. Синтаксис и семантика логики предикатов.	4	1-4	4	8	0	
6.	Тема 6. Исчисление предикатов.	4	5-8	4	8	0	
7.	Тема 7. Теорема Гёделя.	4	9-12	4	8	0	
8.	Тема 8. Теория моделей.	4	13-17	4	8	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	Зачет
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	Зачет
	Итого			50	66	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Неориентированные графы.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Основные определения и примеры, типы графов, операции над графами; компоненты связности, связные графы; эйлеровы и гамильтоновы графы, теоремы Эйлера и Дирака; основные свойства деревьев, (теорема Кэли о числе деревьев на нумерованных вершинах)*, алгоритм Краскала нахождения остовного дерева наименьшего веса; укладка графа в трехмерном пространстве; планарность, теорема Понтрягина-Куратовского; формула Эйлера для плоских графов. совершенные паросочетания в двудольном графе, трансверсали, теорема Холла, теорема Фробениуса-Кёнига, ранг покрытия и граничный ранг (0-1)-матрицы.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Вычисление компонент связности. Проверка эйлеровости и гамильтоновости графа. Применение алгоритма Краскала нахождения остовного дерева наименьшего веса.

Тема 2. Ориентированные графы.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Ориентированные графы: сильная связность, компоненты, конденсация, свойства матрицы смежности; потоки в сетях, теорема Форда-Фалкерсона о максимальном потоке, алгоритм нахождения максимального потока, приложения теоремы о потоках.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Нахождение максимального потока в сети по методу Форда-Фалкерсона. Приложения метода Форда-Фалкерсона к различным оптимизационным задачам.

Тема 3. Конечные автоматы.

лекционное занятие (9 часа(ов)):

Конечные автоматы и способы их задания, примеры; формальные языки; языки, распознаваемые конечными автоматами; теорема Майхилла-Нероуда о распознаваемости языков; эквивалентные состояния, минимизация автомата, распознающего данный язык; алгебра языков, распознаваемых конечными автоматами; регулярные языки, теорема Клини, пример нерегулярного языка.

практическое занятие (9 часа(ов)):

Построение автомата, распознающего заданный язык. Вычисление эквивалентных состояний автомата и минимизация автомата, распознающего данный язык.

Тема 4. Функции алгебры логики.

лекционное занятие (9 часа(ов)):

Функции алгебры логики; табличный способ задания; существенные и несущественные переменные; формулы; эквивалентность формул; элементарные эквивалентности; разложение функций по переменным, совершенная дизъюнктивная нормальная форма (с.д.н.ф.) и совершенная конъюнктивная нормальная форма (с.к.н.ф.). Полиномы Жегалкина. Проблема полноты системы функций, примеры полных систем. Классы Поста и теорема Поста о полноте систем функций; предполные классы.

практическое занятие (9 часа(ов)):

Построение таблиц истинности для логических функций. Проверка эквивалентности формул. Вычисление с.д.н.ф. и с.к.н.ф. и полинома Жегалкина для данной логической функции. Проверка полноты системы функций.

Тема 5. Синтаксис и семантика логики предикатов.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Предмет математической логики. Вопросы оснований математики. Логика предикатов. Предикаты. Кванторы. Языки первого порядка: термы, формулы, подформулы. Модели (алгебраические системы, интерпретации) для данного языка первого порядка. Истинность замкнутой формулы в данной модели. Предикаты, выражимые в данной модели.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Решение задач по интерпретации формул первого порядка в различных математических моделях.

Тема 6. Исчисление предикатов.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Исчисление предикатов. Аксиомы и правила вывода исчисления предикатов. Выводимость в теории. Теорема о дедукции для исчисления предикатов. Правила введения и удаления логических символов.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Решение задач по доказательству формул в исчислении предикатов.

Тема 7. Теорема Гёделя.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Модель для данного множества замкнутых формул. Теорема Гёделя о существовании модели. Теорема Гёделя о полноте исчисления предикатов. Теорема Мальцева о компактности для логики предикатов.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Решение задач по приложениям исчисления предикатов в теории моделей.

Тема 8. Теория моделей.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Элементарная теория данной модели. Элементарная эквивалентность моделей, элементарная подмодель. Теорема Лёвенгейма-Сколема. Разрешимость теории плотных линейно упорядоченных множеств без первого и последнего элемента. Другие примеры полных эффективно аксиоматизируемых теорий (без доказательств).

практическое занятие (8 часа(ов)):

Решение задач по заданию полных аксиоматических систем

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Неориентированные графы.	2	1-4	подготовка домашнего задания	18	домашнее задание
2.	Тема 2. Ориентированные графы.	2	5-8	подготовка к контрольной работе	20	контрольная работа
3.	Тема 3. Конечные автоматы.	2	9-12	подготовка домашнего задания	18	домашнее задание
4.	Тема 4. Функции алгебры логики.	2	13-17	подготовка к контрольной работе	20	контрольная работа
5.	Тема 5. Синтаксис и семантика логики предикатов.	4	1-4	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
6.	Тема 6. Исчисление предикатов.	4	5-8	подготовка к контрольной работе	6	Контрольная работа
7.	Тема 7. Теорема Гёделя.	4	9-12	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
8.	Тема 8. Теория моделей.	4	13-17	подготовка к контрольной работе	6	Контрольная работа
	Итого				100	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

активные и интерактивные формы: лекции, практические занятия, контрольные работы, экзамены.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Неориентированные графы.

домашнее задание , примерные вопросы:

Проверить на изоморфизм два заданных графа.

Тема 2. Ориентированные графы.

контрольная работа, примерные вопросы:

Найти конденсацию орграфа

Тема 3. Конечные автоматы.

домашнее задание, примерные вопросы:

Построить конечный автомат, распознающий заданный язык.

Тема 4. Функции алгебры логики.

контрольная работа, примерные вопросы:

Привести функцию к СДНФ.

Тема 5. Синтаксис и семантика логики предикатов.

домашнее задание, примерные вопросы:

Проверить истинность формул в заданных интерпретациях.

Тема 6. Исчисление предикатов.

Контрольная работа, примерные вопросы:

По заданным формулам определить, будет ли одна из них выводиться из другой. Проверить формулы на эквивалентность.

Тема 7. Теорема Гёделя.

домашнее задание, примерные вопросы:

Проверить, является ли одна из заданных формул логическим следствием другой.

Тема 8. Теория моделей.

Контрольная работа, примерные вопросы:

Проверить независимость заданной формулы в аксиоматической системе

Тема . Итоговая форма контроля

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

1. Маршруты, цепи, циклы, простые цепи и циклы. Связные графы, компоненты. Теорема о числе рёбер связного графа (количество рёбер не меньше, чем количество вершин минус единица).
2. Эйлеровы графы и теорема Эйлера.
3. Гамильтоновы графы и теорема Дирака.
4. Понятие дерева и теорема об эквивалентных свойствах деревьев.
5. Алгоритм Краскала построения минимального остовного дерева графа (с обоснованием).
6. Задача о свадьбах. Теорема Холла. Интерпретация на языке двудольных графов.
7. Теорема Фробениуса-Кёнига о $(0,1)$ -матрицах и её связь с задачей о свадьбах. Граничный ранг и ранг покрытия $(0,1)$ -матрицы. Теорема Кенига - Эгервари.
8. Ориентированные графы. Пути, простые пути, контуры и простые контуры. Сильно связные графы, компоненты и конденсация орграфа.
9. Матрица смежности графа и её свойства в ориентированном и неориентированном случаях.
10. Понятия сети и потока в сети. Лемма о потоках через разрезы и определение величины потока.
11. Алгоритм Форда - Фалкерсона. Теорема о максимальном потоке и минимальном разрезе.
12. Автоматы, настроенные автоматы и понятие распознаваемости языка. Пример языка, не распознаваемого конечным автоматом.
13. Отношение неразличимости (эквивалентности) слов относительно языка и его свойства. Ранг языка. Критерий Майхилла - Нероуда распознаваемости языка конечным автоматом.
14. Понятие базиса слов относительно языка и теорема о базисе. Табличный метод построения распознающего автомата по данному языку.
15. Теоремы о замкнутости класса конечно распознаваемых языков относительно дополнения, объединения и пересечения.
16. Логические функции. Табличный способ задания. Формулы, эквивалентность формул, основные эквивалентности. СДНФ, СКНФ и полиномы Жегалкина.
17. Определение классов Поста логических функций и доказательство их замкнутости.
18. Теорема Поста о полноте системы функций.

7.1. Основная литература:

- 1) Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы: учебное пособие / М. О. Асанов, В. А. Баранский, В. В. Расин. Издание 2-е, исправленное и дополненное. Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010. 362 с.
- 2) Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы: учебное пособие / М. О. Асанов, В. А. Баранский, В. В. Расин. Издание 2-е, исправленное и дополненное. Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010. 368с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=536
- 3) Математическая логика: Учебное пособие / В.И. Игошин. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 399 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=242738>

7.2. Дополнительная литература:

- 1) Гаврилов, Г.П. Задачи и упражнения по дискретной математике. [Электронный ресурс] / Г.П. Гаврилов, А.А. Сапоженко. М. : Физматлит, 2009. - 416 с. - URL: <http://e.lanbook.com/book/2157>
- 2) Верещагин Н.К., Шень А. Лекции по математической логике и теории алгоритмов. Часть 1. Начала теории множеств. - М: МЦНМО, 2008. 128 с. // <http://e.lanbook.com/view/book/9306/>
- 3) Верещагин Н.К., Шень А. Лекции по математической логике и теории алгоритмов. Часть 2. Языки и исчисления. - М: МЦНМО, 2008. 288 с. // <http://e.lanbook.com/view/book/9307/>
- 4) Верещагин Н.К., Шень А. Лекции по математической логике и теории алгоритмов. Часть 3. Вычислимые функции. - М: МЦНМО, 2008. 192 с. // <http://e.lanbook.com/view/book/9308/>
- 5) Дискретная математика: графы и автоматы: учеб. пособие / Ю.А. Альпин, С.Н. Ильин; Казан. гос. ун-т. Казань: [Казан.гос. ун-т], 2007. 77, [1] с.

7.3. Интернет-ресурсы:

- Асанов, М.О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы. [Электронный ресурс] / М.О. Асанов, В.А. Баранский, В.В. Расин. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2010. ? 368 с. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=536
- Лихтарников Л.М., Сукачева Т.Г. Математическая логика. Курс лекций. Задачник-практикум и решения. М.: Лань, 2009. - 288 с. - <http://e.lanbook.com/view/book/231/>
- Ржевский С.В. Исследование операций [Электронный ресурс] / С.В. Ржевский. - Санкт-Петербург: Лань. - 2013. - 480 с. - <http://e.lanbook.com/view/book/231/>
- Ржевский С.В. Исследование операций [Электронный ресурс] / С.В. Ржевский. - Санкт-Петербург: Лань. - 2013. - 480 с. - <http://e.lanbook.com/view/book/231/>
- Шевелев Ю.П. Дискретная математика: учебное пособие [Электронный ресурс]: СПб.: Лань, 2016. - 592 с. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=437
- Элементы математической логики - <https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwjPv7LO5JLWAhVRnF>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Дискретная математика, математическая логика и их приложения в информатике и компьютерных науках" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Аудитории для лекций и практических занятий. Рекомендованная для освоения курса литература, компьютеры, ксерокс, проектор.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" и профилю подготовки Математическое и компьютерное моделирование .

Автор(ы):

Калимуллин И.Ш. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Альпин Ю.А. _____

"__" _____ 201__ г.