

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. Талорский Д.А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Дискретная математика Б1.В.ОД.8

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Корнеева Н.Н.

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 817215818

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) доцент, к.н. Корнеева Н.Н. Кафедра алгебры и математической логики отделение математики , Natalia.Korneeva@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины 'Дискретная математика' является знакомство с основными понятиями дискретной математики и получение базовых знаний по основным разделам дискретной математики таким, как теория графов, теория автоматов, теория булевых функций; обучение студентов методам решения задач дискретной математики и соответствующему мышлению; обучение рациональному и эффективному использованию полученных знаний при решении типовых задач; формирование у студентов представления о дискретной математике как о методах изучения широкого круга объектов и процессов, характеризующихся отсутствием свойства непрерывности; формирование логической и математической культуры студента.

Целями освоения дисциплины 'Дискретная математика' является знакомство с основными понятиями дискретной математики и получение базовых знаний по основным разделам дискретной математики таким, как теория графов, теория автоматов, теория булевых функций; обучение студентов методам решения задач дискретной математики и соответствующему мышлению; обучение рациональному и эффективному использованию полученных знаний при решении типовых задач; формирование у студентов представления о дискретной математике как о методах изучения широкого круга объектов и процессов, характеризующихся отсутствием свойства непрерывности; формирование логической и математической культуры студента.

Целями освоения дисциплины 'Дискретная математика' является знакомство с основными понятиями дискретной математики и получение базовых знаний по основным разделам дискретной математики таким, как теория графов, теория автоматов, теория булевых функций; обучение студентов методам решения задач дискретной математики и соответствующему мышлению; обучение рациональному и эффективному использованию полученных знаний при решении типовых задач; формирование у студентов представления о дискретной математике как о методах изучения широкого круга объектов и процессов, характеризующихся отсутствием свойства непрерывности; формирование логической и математической культуры студента.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.8 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.03 Механика и математическое моделирование и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Для успешного освоения дискретной математики необходимы знания и умения в объеме школьной программы по математике, общие понятия и факты из математического анализа, алгебры.

Освоение дискретной математики необходимо для эффективного использования возможностей современной вычислительной техники, изучения программирования и информатики.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики и механики

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия дискретной математики, 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, доказывать утверждения, строить модели объектов и понятий.

3. должен владеть:

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

4. должен демонстрировать способность и готовность:

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

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 1 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	
	Тема 1. Основные понятия теории неориентированных графов. Деревья. 1. Остовы наименьшего веса. Двудольные						

графы и паросочетания. Теорема Холла.

1

6

6

0

Письменное
домашнее
задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Основные понятия теории ориентированных графов. Потоки в сетях. Нахождение максимального потока и минимального разреза в сети.	1		4	4	0	Контрольная работа
3.	Тема 3. Конечные автоматы. Критерий распознаваемости языка конечным автоматом.	1		4	4	0	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Основные понятия теории булевых функций. Дизъюнктивные и конъюнктивные нормальные формы. Многочлен Жегалкина.	1		4	4	0	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	Зачет
	Итого			18	18	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия теории неориентированных графов. Деревья. Осто́вы наименьшего веса. Двудольные графы и паросочетания. Теорема Холла.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Вводятся основные определения и понятия теории неориентированных графов, в том числе изоморфизм графов, понятие связного графа и компоненты связности. Рассматриваются свойства степеней вершин, в том числе доказывается лемма о рукопожатии. Вводится понятие дерева и доказывается теорема об основных характеристических свойствах деревьев. Формулируется задача о нахождении осто́ва наименьшего веса в нагруженном графе. Дается описание и теоретическое обоснование алгоритма Краскала для нахождения осто́ва наименьшего веса. Формулируется ряд задач, эквивалентных задаче о существовании совершенного паросочетания в двудольном графе. Доказывается теорема Холла о необходимых и достаточных условиях разрешимости задачи о свадьбах. Определяется перманент $(0,1)$ -матрицы, доказывается теорема Фробениуса-Кёнига.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Решение задач по теме 1. Задачи на изоморфизм графов, связность, основные свойства деревьев, применение алгоритма Краскала нахождения остовного дерева наименьшего веса, задачи на нахождение совершенного паросочетания в двудольном графе.

Тема 2. Основные понятия теории ориентированных графов. Потoki в сетях. Нахождение максимального потока и минимального разреза в сети.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Вводятся основные понятия и определения теории ориентированных графов, в том числе понятие изоморфизма ориентированных графов. Определяется матрица смежности ориентированного графа, доказываются ее свойства. Вводятся понятия сети, потока и величины потока, разреза и пропускной способности разреза. Доказываются свойства величины потока и его связь с пропускной способностью разрезов. Излагается задача о нахождении максимального потока и минимального разреза в сети. Доказывается теорема Форда-Фалкерсона о максимальном потоке и минимальном разрезе, дается описание и теоретическое обоснование алгоритма решения задачи.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Решение задач по теме 2. Задачи на изоморфизм орграфов, на сильную связность, построение конденсации орграфа, нахождение максимального потока и минимального разреза в сети алгоритмом Форда-Фалкерсона.

Тема 3. Конечные автоматы. Критерий распознаваемости языка конечным автоматом.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Вводятся основные понятия теории конечных детерминированных автоматов, описываются основные способы задания конечных автоматов. Определяется понятие распознаваемости языка конечным настроенным детерминированным автоматом. Приводится пример языка, не распознаваемого никаким конечным автоматом. Вводятся отношения различимости и неразличимости слов относительно заданного языка и ранга языка, доказываются теорема Майхилла-Нероуда о языках, распознаваемых конечными автоматами. Излагается метод построения базиса отношения неразличимости слов относительно языка конечного ранга и построения конечного автомата, распознающего данный язык.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Решение задач по теме 3. Задачи на построение минимального автомата, распознающего заданный язык по теореме Майхилла-Нероуда, нахождение базиса и ранга языка.

Тема 4. Основные понятия теории булевых функций. Дизъюнктивные и конъюнктивные нормальные формы. Многочлен Жегалкина.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Вводятся основные понятия теории булевых функций, в том числе элементарные булевы функции, таблицы истинности, понятие существенной и несущественной переменной функции. Выводятся базовые эквивалентности, позволяющие приводить булевы функции к более простому виду, а также дается практическое приложение таких преобразований применительно к задаче упрощения релейно-контактных схем. Излагаются классические результаты о канонических формах булевых функций: совершенной дизъюнктивной нормальной форме, совершенной конъюнктивной нормальной форме, полиноме Жегалкина.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Решение задач по теме 4. Задачи на построение таблиц истинности булевых функции, построение с.д.н.ф., с.к.н.ф. и полинома Жегалкина для заданной функции, упрощение булевых функций.

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. Основные понятия теории неориентированных графов. Деревья. Осто́вы наименьшего веса. Двудольные графы и паросочетания. Теорема Холла.	1		подготовка домашнего задания	12	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Основные понятия теории ориентированных графов. Потоки в сетях. Нахождение максимального потока и минимального разреза в сети.	1		подготовка к контрольной работе	8	Контрольная работа
3.	Тема 3. Конечные автоматы. Критерий распознаваемости языка конечным автоматом.	1		подготовка домашнего задания	8	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Основные понятия теории булевых функций. Дизъюнктивные и конъюнктивные нормальные формы. Многочлен Жегалкина.	1		подготовка к контрольной работе	8	Контрольная работа
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы: лекции, практические занятия, контрольные работы, зачеты, экзамены. При чтении лекций используется мультимедийное оборудование.

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

Тема 1. Основные понятия теории неориентированных графов. Деревья. Осто́вы наименьшего веса. Двудольные графы и паросочетания. Теорема Холла.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

1. Построить неориентированный граф, заданный матрицей смежности: $(-1010100/-010100/---11000/----0011/-----010/-----00/-----1)$.
2. Построить с точностью до изоморфизма все простые графы на 4 вершинах, указать среди них пустые, полные, связные графы, леса и деревья.
3. Построить все простые графы с 4 и 5 вершинами, которые изоморфны своему дополнению.
4. Построить с точностью до изоморфизма все деревья с 5 вершинами.
5. Доказать, что сумма степеней вершин в графе равна удвоенному числу ребер.
6. Доказать, что в связном графе $m \geq n-1$, где n - число вершин, m - число ребер.
7. Доказать, что в любом дереве, с числом вершин >1 , существует висячая вершина.
8. Найти наименьший остов во взвешенном графе, заданном матрицей: $(05671/50452/64033/75302/12320)$.
9. Найти перманент $(0,1)$ -матрицы размера (m,n) , где $m < n$: $(111 \dots 11/111 \dots 11/111 \dots 11/ \dots /111 \dots 11)$.
10. Привести пример дерева, которое в качестве двудольного графа $G(V_1, V_2)$ не обладает совершенным паросочетанием ни из V_1 в V_2 , ни обратно.

Тема 2. Основные понятия теории ориентированных графов. Потоки в сетях. Нахождение максимального потока и минимального разреза в сети.

Контрольная работа , примерные вопросы:

1. Построить с точностью до изоморфизма все простые ориентированные графы с 3 вершинами, указать, какие из них являются сильно связными.
2. Доказать, что (i,j) элемент k -ой степени матрицы смежности ориентированного графа равен количеству (i,j) - путей длины k в ориентированном графе.
3. Задан ориентированный граф матрицей смежности: $(1001/0010/0101/0011)$. Найти количество $(1,4)$ - путей длины 6.
4. Описать орграфы, квадрат матрицы смежности которых равен нулевой матрице.
5. Доказать, что сильно связный орграф с $n > 1$ вершинами содержит не менее n дуг.
6. Доказать, что связный граф обладает сильно связной ориентацией тогда и только тогда, когда он не содержит мостов.
7. Свести к стандартному случаю задачу о нахождении максимального потока, если некоторые дуги являются рёбрами; имеется несколько источников и несколько стоков; некоторые вершины имеют пропускные способности.
8. Определить на языке графов, чему равна максимальная величина потока в сети, если пропускные способности всех дуг равны 1.
9. Доказать теорему Холла о свадьбах с помощью теоремы Форда-Фалкерсона о потоках.
10. С помощью алгоритма Форда-Фалкерсона, найти максимальный поток и минимальный разрез в сети, заданной матрицей: $(-2234/0-123/03-45/065-3/0000-)$.

Тема 3. Конечные автоматы. Критерий распознаваемости языка конечным автоматом.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

1. Построить минимальный автомат, распознающий язык $\{ab, b, abb, bb\}$.
2. Построить классы неразличимости для языка $\{ab, ba, abab, abb, bab, ababb, abab, baab, ababab\}$.
3. Найти ранг языка $\{aab, baa, aabab, baaab\}$.
4. Построить произведение автоматов: $q_0, a \rightarrow q_0, q_0, b \rightarrow q_1, q_1, a \rightarrow q_0, q_1, b \rightarrow q_1, F = \{q_1\}$ и $q_0, a \rightarrow q_1, q_0, b \rightarrow q_2, q_1, a \rightarrow q_1, q_1, b \rightarrow q_2, q_2, a \rightarrow q_2, q_2, b \rightarrow q_0, F = \{q_0, q_2\}$. Провести настройку для объединения и пересечения языков.
5. Построить автомат, распознающий дополнение языка, заданного автоматом: $q_0, a \rightarrow q_2, q_0, b \rightarrow q_1, q_1, a \rightarrow q_1, q_1, b \rightarrow q_2, q_2, a \rightarrow q_0, q_2, b \rightarrow q_2, F = \{q_0, q_2\}$.
6. Доказать, что любой конечный язык распознаётся конечным автоматом.
7. Доказать, что язык, составленный из слов-палиндромов, не распознаётся конечным автоматом.
8. Опишите все языки ранга 1.
9. Опишите все языки ранга 2 над двухбуквенным алфавитом.
10. Докажите, что если автомат с n состояниями распознаёт конечный язык, то длина любого слова этого языка не больше, чем $n - 1$.

Тема 4. Основные понятия теории булевых функций. Дизъюнктивные и конъюнктивные нормальные формы. Многочлен Жегалкина.

Контрольная работа , примерные вопросы:

1. Построить таблицу истинности функции, заданной формулой: $((A \text{ или не } B) \text{ и не } ((\text{не } C \text{ или } A) \text{ и } ((A \text{ или } C) \text{ влечет } B)))$.
2. Определить существенные и несущественные переменные функции: (0101 1100 0101 1100).
3. Определить существенные и несущественные переменные функции, заданной формулой: $((A \text{ и не } C) + (\text{не } B \text{ и } C)) \text{ влечет } ((\text{не } A \text{ и } C) \text{ или } (B \text{ и не } C))$.
4. Построить совершенную дизъюнктивную и совершенную конъюнктивную нормальные формы функции: (1110001100101010).
5. Построить совершенную дизъюнктивную и совершенную конъюнктивную нормальные формы функции, заданной формулой: $((A \text{ эквивалентно не } B) + (C \text{ или } A \text{ и не } B))$.
6. Построить многочлен Жегалкина функции: (10010110).
7. Построить многочлен Жегалкина функции, заданной формулой: $((A \text{ влечет не } B) \text{ эквивалентно } (\text{не } C + A))$.
8. Упростить функцию, заданную формулой: $((A + \text{не } B) \text{ и } (A \text{ влечет не } C \text{ и не } B))$.
9. Построить релейно-контактную схему с 3 контактами, реализующую функцию, заданную формулой $((C \text{ влечет не } A) \text{ влечет не } (C \text{ влечет } B))$.
10. Посчитать, число булевых функций от n переменных.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету:

1. Неориентированные графы. Элементы графа. Подграфы. Способы задания графов. Степени вершин и лемма о рукопожатиях.
2. Маршрут. Цепь. Цикл. Связанные вершины. Существование цепи для связанных вершин. Компоненты связности.
3. Изоморфизм графов. Пример изоморфных и не изоморфных графов с одинаковым набором степеней вершин.
4. Леса и деревья. Мосты. Связь мостов и циклов.
5. Деревья. Теорема об эквивалентных свойствах деревьев.
6. Остова наименьшего веса. Алгоритм Краскала для нахождения остова наименьшего веса.
7. Двудольные графы и паросочетания. Теорема Холла.
8. Перманент $(0,1)$ -матрицы и теорема Фробениуса-Кёнига.
9. Ориентированные графы. Матрица смежности и ее свойства.
10. Путь. Контур. Связанные вершины. Сильносвязные графы. Конденсация орграфа.
11. Сети и потоки. Величина потока и его свойства (сумма потоков из источника = сумме потоков в сток).
12. Задача о нахождении максимального потока. Разрезы в сетях. Величина разреза. Величина потока не превосходит величины разреза. Максимальный поток, минимальный разрез.
13. Теорема Форда-Фалкерсона о максимальном потоке.
14. Конечные автоматы и способы их задания. Распознаваемость языков конечными автоматами.
15. Примеры языков, распознаваемых и не распознаваемых конечными автоматами.
16. Отношение различимости слов заданным языком. Ранг языка.
17. Теорема Майхилла-Нероуда.
18. Определение булевых функций. Табличное задание булевых функций. Существенные и несущественные переменные. Элементарные булевы функции. Связь с релейно-контактными схемами.
19. Дизъюнктивные и конъюнктивные нормальные формы. Теорема о совершенной ДНФ и совершенной КНФ.
20. Многочлены Жегалкина. Теорема о существовании и единственности многочлена Жегалкина.

7.1. Основная литература:

1. Асанов, М.О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.О. Асанов, В.А. Баранский, В.В. Расин. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2010. - 368 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/536>
2. Гаврилов, Г.П. Задачи и упражнения по дискретной математике. [Электронный ресурс] / Г.П. Гаврилов, А.А. Сапоженко. - Электрон. дан. - М. : Физматлит, 2009. - 416 с. - URL: <http://e.lanbook.com/book/2157>
3. Микони, С.В. Дискретная математика для бакалавра: множества, отношения, функции, графы. [Электронный ресурс] / С.В. Микони. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2012. - 192 с. - URL: <http://e.lanbook.com/book/4316>

7.2. Дополнительная литература:

1. Алексеев, В.Б. Лекции по дискретной математике: Учебное пособие / В.Б. Алексеев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 90 с. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=278874>
2. Вороненко, А.А. Дискретная математика. Задачи и упражнения с решениями: Учебно-методическое пособие / А.А. Вороненко, В.С. Федорова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 104 с. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=424101>
3. Мальцев, И.А. Дискретная математика. [Электронный ресурс] / И.А. Мальцев. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2011. - 304 с. - URL: <http://e.lanbook.com/book/638>
4. Гладков, Л.А. Дискретная математика. [Электронный ресурс] / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. - Электрон. дан. - М. : Физматлит, 2014. - 496 с. - URL: <http://e.lanbook.com/book/71976>

7.3. Интернет-ресурсы:

- Альпин Ю.А., Ильин С.Н. Дискретная математика: графы и автоматы - <http://libweb.kpfu.ru/ebooks/publicat/0-761515.pdf>
- Альпин Ю.А., Ильин С.Н. Задачи по дискретной математике - http://kpfu.ru/docs/F1178179133/DM_zadachi.pdf
- Национальный Открытый Университет - <https://www.intuit.ru/studies/courses/101/101/info>
- Национальный Открытый Университет - <http://www.intuit.ru/studies/courses/1084/192/info>
- Национальный Открытый Университет - <http://www.intuit.ru/studies/courses/1033/241/info>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Дискретная математика" 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 "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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.03 "Механика и математическое моделирование" и профилю подготовки Общий профиль .

Автор(ы):

Корнеева Н.Н. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Альпин Ю.А. _____

"__" _____ 201__ г.