

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
Прикладные вопросы дискретной математики

Кафедра дискретной математики и информатики  
факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа  
**02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии**

Профиль подготовки  
Информационные технологии

Уровень высшего образования  
**магистратура**

Форма обучения  
**очная**

Статус дисциплины: входит в обязательную часть ОПОП

Махачкала, 2021

Рабочая программа дисциплины «Прикладные вопросы дискретной математики» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии. Приказ №811 Минобрнауки России от 23 августа 2017 г.

Разработчик: проф. по специальности 01.01.09 - «Дискретная математика и математическая кибернетика», докт. физ.-мат. наук. Магомедов Абдулкарим Магомедович

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры дискретной математики и информатики от «30» мая 2021 г., протокол № 9.

Зав. кафедрой Мв Магомедов А.М.  
(подпись)

и

на заседании Методической комиссии ФМиКН от

«23» июня 2021г., протокол № 6.

Председатель В.Д. Бейбалаев  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «09» 07 2021 г.

Начальник УМУ Гасангаджиева А.Г.  
(подпись)

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Прикладные вопросы дискретной математики» входит в обязательную часть образовательной программы магистратуры по направлению 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук кафедрой дискретной математики и информатики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, относящихся к прикладным аспектам теории графов (поиск кратчайших путей, составление и оптимизация расписаний и др.).

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций выпускника:

общефессиональных - ОПК-1, профессиональных - ПК-1, ПК 4.

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости: в форме разработки 4 компьютерных программ с их защитой (+ экзамен).

Объем дисциплины – 5 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет), экзамен	
	в том числе								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем				КСР	СРС		
		Всего	из них						
	Лекции		Лабораторные занятия	Прак. занятия					
1	180	26	12	14	0		36	118	экзамен

## 1. Цели изучения дисциплины

Цели изучения дисциплины:

освоение базовых методов применения дискретной математики в решении прикладных задач,

изучение структур для представления графов в памяти,

умение различать вычислительные сложности задач дискретной математики с текстуально близкими формулировками (эйлеровы и гамильтоновы циклы, кратчайшие и самые длинные пути и др.),

изучение связей проблем вычисления паросочетаний и построения расписаний, реберных интервальных раскрасок и оптимизации мультипроцессорных расписаний;

Целями изучения дисциплины являются также:

- практическое овладение графическими средствами языков программирования;
- освоение методов отображения и интерактивной перестройки графов заданного типа (двудольных, полных и др.).

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина входит в обязательную часть образовательной программы магистратуры по направлению 02.04.02 и изучается в соответствии с графиком учебного процесса в 1 семестре 1-го года обучения в магистратуре.

Успешному изучению дисциплины способствуют знания, полученные по дисциплине «Языки программирования» и «Дискретная математика», а также при изучении фундаментальных и общематематических дисциплин.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки.

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты	Процедура освоения
ОПК-1. Способность находить, формулировать и решать актуальные проблемы прикладной математики, фундаментальной и	<b>ОПК-1.1.</b> <i>Обладает фундаментальными знаниями в области математических и естественных наук, теории коммуникаций.</i> <b>ОПК-1.2.</b> <i>Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические</i>	Знать: основные подходы к распознаванию NP-полноты прикладных задач дискретной математики.  Уметь: применять метод доказательства NP-полноты задачи класса NP путем	Изучение принципиальных различий между задачами о кратчайшем пути и задачами о максимальном пути. Изучение примеров полиномиального сведения задач

информационных технологий	<p>объекты. <b>ОПК-1.3.</b> <i>Имеет практический опыт работы с решением математических задач и применяет его в профессиональной деятельности.</i></p>	<p>полиномиального сведения к ней известной NP-полной задачи.</p> <p>Владеть: начальными навыками полиномиального сведения задач из NP</p>	<p>класса NP по монографии [4]</p>
<p>ПК-1. Способность понимать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, основные законы естествознания, современные языки программирования и программное обеспечение; операционные системы и сетевые технологии</p>	<p><b>. ПК-1.1.</b> <i>Знает основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания.</i></p> <p><b>ПК-1.2.</b> <i>Умеет вести корректную дискуссию в области информационных технологий, задавать вопросы и отвечать на поставленные вопросы по теме научной работы.</i></p> <p><b>ПК-1.3.</b> <i>Имеет практический опыт владения существующими методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов, использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического разыскания и описания, опыт работы с научными источниками.</i></p>	<p>Знать: различие вычислительной сложности задач теории графов с близкими текстами формулировок.</p> <p>Уметь: реализовать алгоритмы с обхода графов.</p> <p>Владеть: навыками составления соответствующих программ</p>	<p>Изучение и сравнение различных алгоритмов решения задач теории графов</p> <p>Лабораторные занятия по составлению программ решения задач прикладной математики с реальными исходными данными</p>
<p>ПК-4. Способность применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии</p>	<p><b>ПК-4.1.</b> <i>Знает современные языки программирования и методы параллельной обработки данных.</i></p> <p><b>ПК-4.2.</b> <i>Умеет реализовывать численные методы решения прикладных задач в профессиональной сфере деятельности, пакеты программного обеспечения, операционные системы, электронные библиотеки, сетевые технологии.</i></p> <p><b>ПК-4.3.</b> <i>Имеет практический опыт разработки интеграции информационных систем.</i></p>	<p>Знать: связи с темами дисциплины «Основы программирования» и средства современных языков программирования для представления графов различного вида.</p> <p>Уметь: применять самостоятельно современные языки программирования для воплощения алгоритмов теории графов</p> <p>Владеть: основами разработки программ на языках C# или Del-</p>	<p>Изучение классов языка высокого уровня, предназначенных для обработки графической информации</p> <p>Составление программ для обработки графов</p>

		phi для целей обработки графов	
--	--	--------------------------------	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины по очной форме составляет 5 зачетных единиц, 180 аудиторных часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы контроля успеваемости
			Всего	Лек	Лаб.	Сам.	
Модуль 1. Основные понятия теории графов							
1	Тема 1.1. Основные виды графов.	1	18		2	16	
2	Тема 1.2. Представление графов в памяти.	2	18	2	2	14	сост/защ.пр.
	Итого по модулю 1		<b>36</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	
Модуль 2. Паросочетания							
3	Тема 2.1. Паросочетания в двудольных графах.	3	18	2	2	14	
4	Тема 2.2. Максимальные паросочетания.	4	18	2	2	14	сост/защ.пр.
	Итого по модулю 2		<b>36</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>28</b>	
Модуль 3. Кратчайшие пути							
5	Тема 3.1. Алгоритмы Дейкстры и Флойда.	5	18	2	2	14	
6	Тема 3.2. Вычислительная сложность задач о кратчайшем и самом длинном пути.	6	18	2	2	14	сост/защ.пр.
	Итого по модулю 3		<b>36</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>28</b>	
Модуль 4. Интервальные раскраски (и.р.) графов							

7	Тема 4.1. Интервальные раскраски и безоконные расписания. Вопросы вычислительной сложности задачи об и.р.	7	18	2	2	16	
8	Тема 4.2. Жадный алгоритм проверки существования и.р.	8	18		0	16	сост/защ.пр.
	Итого по модулю 4		<b>36</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>32</b>	
	Модуль 5. Подготовка к экзамену		<b>36</b>			<b>36</b>	экз.
	ИТОГО		180	12	14	154	

Очно-заочной и заочной форм обучения в магистратуре по направлению ФИИТ нет.

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

### 4.2.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Модуль 1. Основные понятия теории графов

##### Тема 1.1. Основные виды графов.

Ориентированные и неориентированные графы. Псевдографы, мультиграфы. Связность. Изоморфизм. Цепи и циклы. Двудольные графы, критерий (теорема Кенига).

##### Тема 1.2. Представление графов в памяти.

Представление графов в памяти. Матрица смежности, матрица инцидентий, списки смежности, массив дуг. Обходы графа. Поиск в глубину и ширину.

#### Модуль 2. Паросочетания

##### Тема 2.1. Паросочетания в двудольных графах.

Паросочетания. Задача о свадьбах. Паросочетания в двудольных графах. Полные паросочетания. Теорема Холла о н. и д. условиях существования полного паросочетания в двудольном графе.

##### Тема 2.2. Максимальные паросочетания.

Максимальные паросочетания. Теорема Кенига о максимальном паросочетании.

#### Модуль 3. Кратчайшие пути

##### Тема 3.1. Алгоритмы Дейкстры и Флойда.

Трансверсаль. Теорема Кенига-Эгервари. Паросочетания графов общего вида. Кратчайшие пути. Алгоритмы Дейкстры и Флойда.

##### Тема 3.2. Вычислительная сложность задач о путях.

Вычислительная сложность задач о кратчайшем и самом длинном пути. Совершенные паросочетания. Задача построения расписания.

#### Модуль 4. Интервальные раскраски (и.р.) графов

Тема 4.1. Интервальные раскраски и безоконные расписания. Вопросы вычислительной сложности задачи об и.р.

Тема 4.2. Вычислительная сложность задачи об и.р.

NP-полнота задачи об интервальной раскраске двудольного графа. И.р. двудольных графов малого порядка. Жадный алгоритм проверки существования и.р. Открытые задачи.

4.2.2. Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Примечание. Указаны темы проектов, обязательных для выполнения на лабораторных занятиях.

Модуль 1. Основные понятия теории графов

Тема 1.1. Основные виды графов.

Составление программ вывода ориентированных и неориентированных графов. Связные графы. Изоморфизм. Построение эйлеровых циклов. Составление программ вывода изображений двудольных графов.

Тема 1.2. Представление графов в памяти.

Отображение графов по заданной в файлах информации о матрице смежности и инцидентий, списках смежности. Построение программ поиска в глубину и ширину.

Модуль 2. Паросочетания

Тема 2.1. Паросочетания в двудольных графах.

Паросочетания в двудольных графах. Теорема Холла о н. и д. условиях существования полного паросочетания в двудольном графе.

Тема 2.2. Максимальные паросочетания.

Построение максимальных паросочетаний. Теорема Кенига о максимальном паросочетании.

Модуль 3. Кратчайшие пути.

Тема 3.1. Алгоритмы Дейкстры и Флойда.

Составление программ построения кратчайшего пути по алгоритмам Дейкстры и Флойда. Прикладные аспекты алгоритма Дейкстры.

Тема 3.2. Вычислительная сложность задач о путях.

Вычислительная сложность задач о кратчайшем и самом длинном пути. Задача построения расписания.

Модуль 4. Интервальные раскраски (и.р.) графов.

Тема 4.1. Интервальные раскраски и безоконные расписания. NP-полнота задачи об и.р.

Тема 4.2. Вычислительная сложность задачи об и.р. двудольного графа.

И.р. двудольных графов малого порядка. Жадный алгоритм проверки существования и.р. и его реализация.



## 5. Образовательные технологии

Материал каждой лекции сопровождается компьютерной презентацией и демонстрацией решения задач в интерактивном режиме с использованием мультимедийного оборудования.

Предусмотрено регулярное общение студентов с лектором по электронной почте.

Все компьютерные программы на лабораторных занятиях должны быть разработаны с использованием языков высокого уровня. Студенту предоставляется право выбора одной из двух сред программирования – Delphi (версия 7.0 и выше) и Visual Studio (язык C#); в компьютерном классе установлены обе эти среды программирования. Рекомендуется изучение и использование функций систем компьютерной математики, которые прямо относятся к разделу теории графов; для этих целей в компьютерном классе установлена система “Mathematica”.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### 6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение конспектов лекций и презентационных материалов (предоставляются электронные материалы).
2. Выполнение на языке C# (варианты: Delphi) проектов, запланированных для лабораторных занятий
4. Подготовка к текущему и промежуточному контролю
5. Поиск материала на интернет-форумах
6. Подготовка к экзамену

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоёмкость, а.ч.
<b>Текущая СРС</b>	
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	20
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	10
самостоятельное изучение разделов дисциплины	14
подготовка к лабораторным занятиям	14
подготовка к построению/защите комп. программ	14
подготовка к экзамену	14
<b>Творческая проблемно-ориентированная СРС</b>	
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	18
исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах	14
<b>Итого СРС:</b>	<b>118</b>

6.2. Порядок контроля: 1. опрос на лабораторных занятиях, 2. Отчеты по проектам, 3. Экзамен.

Раздел (модуль)	Вид самостоятельной работы и практическое содержание	Контрольные сроки (в	Уч.-мет. обеспечение
-----------------	--	----------------------	----------------------

тема)		неделях.) и вид контроля	(указаны источники из списка основной литературы)
1.1	Составление программ вывода ориентированных и неориентированных графов.	1 проверка программы	[1]-[2], [5]
1.1	Построение эйлеровых циклов.	2 проверка программы	[1]-[2], [5]
1.1	Составление программ вывода изображений двудольных графов.	3 проверка программы	[6]
1.2	Построение программ поиска в глубину и ширину	4 сост/защ.пр.1	[2], [8]
3.1	Составление программ построения кратчайшего пути по алгоритму Дейкстры	5 сост/защ.пр.2	[2], [8]
3.1	Составление программ построения кратчайшего пути по алгоритму Флойда.	6 письменный опрос	[2], [8]
4.1	Составление программы проверки правильности реберной раскраски, ее непрерывности и интервальности	7 сост/защ.пр.3	[4]
4.2	Жадный алгоритм проверки существования и.р. и его реализация.	8 проверка программы	[5]
4.2	Открытые задачи и.р.	сост/защ.пр.4	
	Темы 1.1-4.2 (подготовка к экзамену)	Экзамен	[1]-[8]

#### **Текущий контроль:**

1. Проверка программ на языке C# (Delphi) по обязательным проектам.
2. Промежуточная аттестация с представлением материалов аттестации в электронной форме.

**Текущий контроль** включает проверку знаний по текущему материалу и проверку выполнения соответствующих компьютерных программ. Подразумевается обмен по электронной почте.

**Промежуточный контроль** проводится в виде письменной работы, материалы выполнения (письменный ответ и проекты на языке высокого уровня) принимаются в электронном виде.

**Итоговый контроль** проводится в виде письменной работы с обязательным устным собеседованием по результатам предварительной проверки.

#### **Критерии выставления оценок:**

«отлично» - уверенное владение теоретическим материалом, отчет по всем проектам на C#,  
«хорошо» -- уверенное владение теоретическим материалом, отчет по 75% проектов,

«удовлетворительно» -- знакомство с основными темами, отчет по 50% проектов, посещение 80% занятий.

Практические задания для самостоятельной работы

Задание 1. Составьте программу для построения графа по матрице инцидентий, заданной в файле.

Задание 2. Прочитайте из файла списки смежности графа. Составьте программу рисования графа, допускающего перестройку в интерактивном режиме путем перетаскивания верши мышью.

Задание 3. Составьте программу для построения эйлера цикла в заданном связном графе с вершинами четной степени.

Задание 4. Составьте программу поиска кратчайшего пути между двумя заданными вершинами связного графа.

Задание 5. Составьте функцию на C# для проверки, является ли заданная реберная раскраска двудольного графа интервальным.

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

7.1. Типовые контрольные задания

**7.1.1. Темы рефератов и курсовых работ:**

Построение интерактивного графа.

Эйлеровы и гамильтоновы циклы.

Кратчайшие пути.

Правильная раскраска графа.

Интервальные раскраски двудольных графов.

NP-полнота задач раскраски графов.

**7.1.2. Типовые задания для текущего контроля**

Доказать, что в любом нетривиальном графе существуют вершины с равными степенями.

Доказать, что в любом графе число нечетных вершин четно.

Составьте программу построения произвольного двудольного графа.

Найдите кратчайший путь в заданном графе между двумя вершинами.

**7.1.3. Типовые вопросы для промежуточного контроля**

Определение графа. Мультиграф, псевдограф.

Полный граф.

Двудольный граф.

Матрица инцидентий.

Матрица смежности.

Списки смежности.

Деревья.

Эйлеровы графы.

Гамильтоновы графы.

Циклы и пути.

Алгоритм Дейкстры.

Алгоритм Флойда.

Поиск в ширину.

Поиск в глубину.

Использование структуры (стек) языка C# для реализации алгоритма поиска в глубину.

Использование структуры (очередь) языка C# для реализации алгоритма поиска в ширину.

Двудольный граф. Характеризация.

Паросочетания в двудольных графах.

Теорема Холла о н. и д. условиях существования полного паросочетания в двудольном графе.

Максимальные паросочетания.

Теорема Кенига о максимальном паросочетании.

Теорема Кенига-Эгервари.

Вычислительная сложность задач о кратчайшем и самом длинном пути.

Совершенные паросочетания.

Задача построения расписания.

Правильные раскраски.

Интервальные раскраски и безоконные расписания.

Вопросы вычислительной сложности задачи об и.р.

NP-полнота задачи об интервальной раскраске двудольного графа.

И.р. двудольных графов малого порядка.

#### **7.1.4. Билеты к экзамену (итоговый контроль)**

Билет 1

1. Двудольный граф. Характеризация.

2. Правильные раскраски.

---

Билет 2

Матрица смежности.

И.р. двудольных графов малого порядка.

---

Билет 3

Поиск в глубину.

NP-полнота задачи об интервальной раскраске двудольного графа.

---

Билет 4

Поиск в ширину.

Теорема Кенига о максимальном паросочетании.

---

Билет 5

Эйлеровы графы.

Теорема Холла о н. и д. условиях существования полного паросочетания в двудольном графе.

---

Билет 6

Гамильтоновы графы.

Интервальные раскраски и безоконные расписания.

---

Билет 7

Вычислительная сложность задач о кратчайшем и самом длинном пути.

Задача построения расписания.

---

Билет 8

Матрица инцидентий.

Паросочетания в двудольных графах.

---

Билет 9

Теорема Кенига-Эгервари.

Вопросы вычислительной сложности задачи об и.р.

---

Билет 10

Алгоритм Дейкстры.

Совершенные паросочетания.

---

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

Общий результат складывается из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

-- посещение занятий – 40%

- выполнение текущих лабораторных заданий – 30 %

- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ – 30 %.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 50 %,

- выполнение проектов на C# или Delphi – 50 %.

## **8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

а) адрес сайта

<http://cathedra.dgu.ru/EducationalProcess.aspx?Value=18&id=6>

б) Основная литература:

1. Свами М., Тхуласираман К.. Графы, сети и алгоритмы: Пер. с англ.— М.: Мир, 1984.— 455 с,
2. Рогова Н.В. Дискретная математика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Рогова Н.В.— Электрон. текстовые данные. - Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017.— 143 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75372.html>. - ЭБС «IPRbooks».
3. Ф.А. Новиков. Дискретная математика для программистов. – СПб.: Питер, 2007. – 304 с.

Примечание: предоставляется электронный вариант.

в) Дополнительная литература:

4. М.Гэри, Д.Джонсон. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. – М.: Мир, 1982. – 416 с. Примечание: предоставляется электронный вариант.
5. Магомедов А.М. Алгоритм раскраски ребер простого графа // ДЭМИ, Дагестанский научный центр РАН, 2016, Вып. № 6, с. 25 -30.
6. Биллиг В.А. Основы программирования на С# [Электронный ресурс]/ Биллиг В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.— 574 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73695.html>.— ЭБС «IPRbooks».
7. Эндрю Троелсен. Язык программирования С# 5.0 и платформа .NET 4.5 (6-е издание). Издательство: Вильямс, 2013.
8. Джозеф Албахари, Бен Албахари. С# 5.0. Справочник. Полное описание языка (5-е издание). Издательство: Вильямс, 2013. - 1054 стр.

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», способствующих освоению дисциплины**

- 1) eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999 – . Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 01.6.2019). – Яз. рус., англ.
- 2) Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 01.6.2019).
- 3) Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 01.6.2019).

## **10. Методические указания для обучающихся по улучшению освоения дисциплины**

- 1) Рекомендуется скопировать на кафедре электронные материалы по лекциям.
- 2) Часть тем (например, «Обход графов») рекомендуется изучать параллельно по двум учебникам – [1] и [3].
- 3) Для успешного выполнения заданий лабораторных занятий необходимо основательно повторить материал по языкам программирования, относящийся к графическим средствам.
- 4) Поскольку дисциплина изучается в первом семестре, где предусмотрена также и научно-исследовательская практика магистрантов, то рекомендуется уплотненное размещение лекционных занятий в расписании с тем, чтобы не прерывать компактный курс из 7 лекций.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении**

**образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для проведения занятий используются среда Visual Studio (прежде всего - язык C#) и среда Delphi (версия 7.0 и выше), система компьютерной математики Mathematica и операционная система Microsoft Windows, для общения со студентами активно используется электронная почта.

Магистрантам предоставляются электронные варианты пособий [1], [3] и [5].

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

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах с современным аппаратным и программным обеспечением – классы 3-66 и 3-67 оснащены современными ПК (ОП – 4Gb), ноутбуком и мультимедиа-проектором, установлено необходимое программное обеспечение. На каждой лекции используется стационарное мультимедийное презентационное оборудование.