

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:
Директор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор _____ Хагуров Т.А.
«05» _____ 2019 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.О.05 «ГИПЕРГРАФОВЫЕ МОДЕЛИ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ»

Направление

подготовки/специальность 02.04.02 Фундаментальная информатика и
информационные технологии

Направленность (профиль) / специализация _____

Интеллектуальные системы и технологии

Форма обучения _____ очная _____

Квалификация _____ магистр _____

Краснодар
2019

Рабочая программа Б1.О.05 «ГИПЕРГРАФОВЫЕ МОДЕЛИ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

Программу составила:

Е.Е. Полупанова, доцент кафедры вычислительных технологий, кандидат технических наук

подпись



Рабочая программа дисциплины «ГИПЕРГРАФОВЫЕ МОДЕЛИ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ» утверждена на заседании кафедры вычислительных технологий протокол № 7 «26» апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Вишняков Ю.М.

фамилия, инициалы

подпись

Рабочая программа дисциплины «ГИПЕРГРАФОВЫЕ МОДЕЛИ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ» обсуждена на заседании кафедры вычислительных технологий протокол № 7 «26» апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Вишняков Ю.М.

фамилия, инициалы

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 1 «15» мая 2019 г.

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.

фамилия, инициалы

подпись

Рецензенты:

Схаляхо Ч.А., доцент КВВУ им. С.М. Штеменко, кандидат физико-математических наук, доцент

Гаркуша О.В. доцент КИТ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», кандидат физико-математических наук, доцент

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Гиперграфовые модели и их приложения» является освоение студентами математического аппарата, получившего широкое распространение в фундаментальной информатике (компьютерных науках) и служащим основой для решения ряда задач в современной геометрии, математической логике и комбинаторике, в системах искусственного интеллекта.

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи освоения дисциплины: студент должен знать основные понятия, методы, алгоритмы и средства теории гиперграфов, а также основные области их применения; уметь применять методы, алгоритмы теории гиперграфов при построении математических моделей в заданных предметных областях; владеть понятиями и алгоритмами теории гиперграфов для решения теоретических проблем фундаментальной информатики и практических задач информационных технологий.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Гиперграфовые модели и их приложения» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Для изучения дисциплины необходимо знание дисциплин «Генетические алгоритмы и иммунные системы», «Интеллектуальные информационные системы и технологии». Знания, получаемые при изучении вычислительной геометрии, используются при изучении таких дисциплин учебного плана магистратуры, как «Основы компьютерной графики», «Алгоритмы цифровой обработки мультимедиа», «Основы компьютерного моделирования», «Оценка сложности алгоритмов, при работе над квалификационной выпускной работой, а также в ходе возможного дальнейшего обучения в магистратуре по соответствующему направлению.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся универсальных/ общепрофессиональных/ профессиональных компетенций (УК/ОПК/ПК)

№ п.п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		
		знает	умеет	владеет
1	ОПК-1 Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий	проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий	Делать вывод о возможности (или нецелесообразности) применения гиперграфовых подходов к решению задач фундаментальной информатики и информационных технологий	Способностью применять фундаментальные знания, полученные в области гиперграфовых моделей и использовать их в прикладной математике, фундаментальной информатике и информационных технологиях

2	ОПК-3 Способен проводить анализ математических моделей, создавать инновационные методы решения прикладных задач профессиональной деятельности в области информатики и математического моделирования	Основные математические модели, инновационные методы в области применения гиперграфов, матроидов и трансверсалей	Проводить анализ математических моделей, создавать инновационные методы, синтезировать гиперграфовые модели для решения прикладных задач в области информационных технологий	Способностью создавать инновационные методы решения прикладных задач профессиональной деятельности, навыками компьютерной реализации алгоритмов решения основных задач в области информатики и математического моделирования на гиперграфовых структурах
---	--	--	--	--

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа)), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			В	—		
Контактная работа, в том числе:		54,2	54,2			
Аудиторные занятия (всего):		54,2	54,2			
Занятия лекционного типа		18	18	-	-	-
Лабораторные занятия		36	36	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		-	-			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		89,8	89,8			
Курсовая работа		-	-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		60	60	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		28	28	-	-	-
Реферат		-	-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		1,8	1,8	-	-	-
Контроль:		зачет	зачет			
Подготовка к экзамену		-	-	-	-	-
Общая трудоемкость	час.	144	144	-	-	-
	в том числе контактная работа	54,2	54,2			
	зач. ед	4	4			

1.5 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре (очная форма)

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Гиперграфы	48	7	–	12	29
2	Матроиды и трансверсали	49	7	–	12	30
3	Приложения гиперграфов	45	4	–	11	30
4	Обзор изученного материала и приём зачёта	1,8		–	1	0,8
5	ИКР	0,2				
	Итого по дисциплине:	144	18	–	36	89,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Гиперграфы	Определение гиперграфа. Двойственный гиперграф. Граф инцидентий. Понятие подгиперграфа. Основные классы гиперграфов. Основные операции на гиперграфах. Отношение связности для гиперграфа. Циклы в гиперграфе. Трансверсальное множество гиперграфа. Независимые множества вершин гиперграфа. Антицепь. Реализация гиперграфа. Реберный граф гиперграфа. Условие Хелли. Гипердеревья и хордовые гиперграфы. Алгоритмы на гипердеревьях. Раскраски в гиперграфах. Основные классические раскраски. «Жадные» алгоритмы решения задач раскраски. Нераскрашиваемые гиперграфы. Хроматический спектр гиперграфа. Раскраска планарных гиперграфов.	Л, ЛР

2	Матроиды и трансверсали	Определение матроида. База матроида. Ранговая функция. Циклы. Двойственный матроид. Взвешенный матроид. Некоторые примеры матроидов. Изоморфизм матроидов. Представление матроида. Бинарные матроиды. Понятие трансверсали. Теоремы Холла и Радо. «Жадный» алгоритм в применении к матроидам. Объединение и пересечение матроидов. Базис матроида. Алгоритмы построения базиса минимального веса.	Л, ЛР
3	Приложения гиперграфов	Вычислительные задачи линейной алгебры. Проектирование интегральных микросхем. Автоматическое доказательство теорем и задачи формальной верификации. Кластеризация простых графов. Задачи параллельного матричного умножения. Задачи соответствия гиперграфов. Задачи сопоставления массивов ключевых точек изображений. Моделирование сетей сотовой связи. Классификация многотемных документов. Лингвистическая трансляция. Семантические гиперграфы.	Л, ЛР, КРС, РГЗ

2.3.2. Занятия семинарского типа

Учебным планом не предусмотрены.

2.3.3. Лабораторные занятия

№ работы	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	1	Способы представления и основные классы гиперграфов	ЛР
2	1	Пути, циклы и паросочетания	ЛР
3	1	Раскраски. Покрытия	ЛР
4	1	Сбалансированные и унимодальные гиперграфы	ЛР
4	2	Ранг матроида. Матричные матроиды	ЛР
5	2	Бинарные матроиды. Минимальная трансверсаль гиперграфа.	ЛР
6	3	Проектирование интегральных микросхем	ЛР
7	3	Представление гиперграфа в реляционной СУБД	ЛР
8	3	Моделирование сетей сотовой связи гиперграфами	ЛР
9	3	Моделирование социальных сетей гиперграфами	ЛР
10	3	Представление знаний с помощью гиперграфов	ЛР

2.3.4. Расчетно-графические задания

По дисциплине студентом выполняется одно индивидуальное расчетно-графическое задание – разработка компьютерной программы. Темы заданий для каждого студента различны. Задача РГЗ состоит в проверке умений студента и проверки эффективности его самостоятельной работы.

Темы заданий ежегодно обновляются. Общая тематика соответствует тематике лабораторных работ по третьему разделу «Приложения гиперграфов».

2.3.5 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Учебным планом не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
2	Раздел 1. Клики в гиперграфах. Стохастические функции. Покрытие гиперграфа.	Миков А.И. Графы и грамматики. Учебное пособие. – Краснодар. Изд-во КубГУ, 2014. (15 экз. в библиотеке КубГУ).
3	Раздел 2. Образ матроида. Число трансверсали.	Миков А.И. Графы и грамматики. Учебное пособие. – Краснодар. Изд-во КубГУ, 2014. (15 экз. в библиотеке КубГУ).
	Раздел 3. Руководства по языку программирования C++ и визуальной среде разработки приложений Visual Studio. Электронные информационные ресурсы, посвященные приложениям гиперграфов.	Основная литература [2-3] Дополнительная литература [1-4]

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
3	Л	Компьютерные презентации и обсуждение	18
	ЛР	Разбор конкретных ситуаций (задач), тренинги по решению задач, компьютерные симуляции (программирование алгоритмов)	36
Итого:			54

4. Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля выполнения заданий, лабораторных работ, средств для итоговой аттестации (зачета в 3 семестре).

Оценка успеваемости осуществляется по результатам:

- выполнения лабораторных работ;
- выполнения индивидуальных расчетно-графических заданий – разработки компьютерных программ;
- выполнения контролируемой самостоятельной работы (КСР).

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1.	Гиперграфы	ОПК-1, ОПК-3	ЛР	Зачет
2.	Матроиды и трансверсали	ОПК-1, ОПК-3	ЛР	Зачет
3.	Приложения гиперграфов	ОПК-1, ОПК-3	ЛР	Зачет

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенции	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично/зачтено
ОПК-1 Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий	<i>Знает</i> – Основные проблемы прикладной математики	<i>Знает</i> – Основные проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики	<i>Знает</i> – Проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий
	<i>Умеет</i> – Применять гиперграфы на практике к решению некоторых задач фундаментальной информатики	<i>Умеет</i> – Применять гиперграфовые модели к решению задач фундаментальной информатики	<i>Умеет</i> – Делать вывод о возможности (или нецелесообразности) применения гиперграфовых подходов к решению задач фундаментальной информатики и информационных технологий
	<i>Владеет</i> – Способностью применять в прикладной деятельности некоторые гиперграфовые модели	<i>Владеет</i> – Способностью применять знание гиперграфов в фундаментальной информатике	<i>Владеет</i> – Способностью применять фундаментальные знания, полученные в области гиперграфовых моделей и использовать их в прикладной математике, фундаментальной информатике и информационных технологиях
ОПК-3 Способен проводить анализ математических моделей, создавать инновационные методы решения прикладных задач профессиональной деятельности в области	<i>Знает</i> – Некоторые математические модели в области применения гиперграфов	<i>Знает</i> – Математические модели в области применения гиперграфов и матроидов	<i>Знает</i> – Основные математические модели, инновационные методы в области применения гиперграфов, матроидов и трансверсали
	<i>Умеет</i> – Создавать некоторые методы решения прикладных	<i>Умеет</i> – Проводить анализ математических моделей, синтезировать	<i>Умеет</i> – Проводить анализ математических моделей, создавать инновационные методы, синтезировать гиперграфовые модели для

информатики и математического моделирования	задач на гиперграфах	гиперграфовые модели для решения прикладных задач профессиональной деятельности	решения прикладных задач в области информационных технологий
	<i>Владеет</i> – Способностью проводить некоторые исследования на основе существующих методов в области фундаментальной информатики	<i>Владеет</i> – Способностью создавать методы решения прикладных задач в области информатики и математического моделирования на гиперграфовых структурах	<i>Владеет</i> – Способностью создавать инновационные методы решения прикладных задач профессиональной деятельности, навыками компьютерной реализации алгоритмов решения основных задач в области информатики и математического моделирования на гиперграфовых структурах

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерный перечень тем мультимедийных компьютерных презентаций

1. Основные определения и свойства гиперграфов.
2. Независимые множества гиперграфа.
3. Раскраски гиперграфа.
4. Реализации гиперграфа.
5. Изоморфизм матроидов.
6. Трансверсали. Теоремы Холла и Радо.
7. Применение гиперграфов в вычислительных задачах линейной алгебры.
8. Автоматическое доказательство теорем и задачи формальной верификации.
9. Кластеризация простых графов.
10. Классификация многотемных документов.

Примеры тем задач для разбора

1. Показать, что реализация гиперграфа H планарным графом существует, если кенигово представление $K(H)$ этого гиперграфа является планарным графом.
2. Показать, что из существования реализации гиперграфа H планарным графом не следует существование таких реализаций всех его порожденных подгиперграфов.
3. Показать, что для того, чтобы гиперграф H был k -раскрашиваемым, необходимо и достаточно, чтобы существовала реализация гиперграфа H , являющаяся k -раскрашиваемым графом.
4. Показать, что с точностью до изоморфизма число матроидов порядка n не превосходит 2^{2^n} .
5. Показать, что матроид, двойственный к трансверсальному не обязательно является трансверсальным.

Образец РГЗ – задания на разработку алгоритма и компьютерной программы

Разработать: Программу на языке C++, реализующую строчно-параллельный алгоритм

умножения разреженной матрицы на вектор. Для представления матрицы использовать гиперграфовую модель.

Разработанная программа должна удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать ввод матрицы и вектора из файла, определяемого пользователем;
- обеспечивать вывод результата перемножения в файл и проверку результатов путем вычисления невязки с традиционным подходом;

Примерный перечень тем вопросов для коллоквиума, направленного на оценку усвоения материала в ходе выполнения КРС

1. Графические способы представления гиперграфов.
2. Субгиперграф. Индуцированный субгиперграф. Общий субгиперграф двух гиперграфов.
3. Сопоставление двух гиперграфов с коррекцией ошибок.
4. Алгоритмы сопоставления гиперграфов (алгоритмы Ульмана, алгоритм случайных шагов).

Перечень вопросов, которые выносятся на зачет в 3 семестре

1. Определение гиперграфа. Двойственный гиперграф.
2. Граф инцидентий. Подгиперграф.
3. Основные классы гиперграфов. Основные операции на гиперграфах.
4. Отношение связности для гиперграфа.
5. Циклы в гиперграфе.
6. Трансверсальное множество гиперграфа.
7. Независимые множества вершин гиперграфа.
8. Реализация гиперграфа.
9. Гипердеревья и хордовые гиперграфы.
10. Раскраски в гиперграфах. Основные классические раскраски.
11. «Жадные» алгоритмы решения задач раскраски.
12. Нераскрашиваемые гиперграфы. Хроматический спектр гиперграфа.
13. Определение матроида. База матроида.
14. Двойственный матроид. Взвешенный матроид.
15. Изоморфизм матроидов. Представление матроида.
16. Бинарные матроиды.
17. Теоремы Холла и Радо.
18. «Жадный» алгоритм в применении к матроидам.
19. Объединение и пересечение матроидов.
20. Базис матроида. Алгоритмы построения базиса минимального веса.

-

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

4.2.1 Методические рекомендации к сдаче зачета

Для успешной сдачи зачета необходимо освоить теорию в рамках перечисленных выше вопросов к зачету, успешно выполнить лабораторные работы и справиться с расчетно-графическим заданием, пример которого представлен выше.

4.2.2 Критерии оценивания к зачету

"Зачет" - изложенный материал фактически верен, наличие глубоких исчерпывающих знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с поставленными программой курса целями и задачами обучения; правильные, уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой;

- наличие твердых и достаточно полных знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с целями обучения, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала, допускаются отдельные логические и стилистические погрешности.

Практические задания выполнены на 60-100%.

"Не зачет"- баллов (оценка неудовлетворительно) - ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы». **Выполнено менее 60% практических заданий.**

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Миков А.И. Графы и грамматики. Учебное пособие. – Краснодар. Изд-во КубГУ, 2014. (15 экз. в библиотеке КубГУ).
2. Костюкова, Н. Графы и их применение / Н. Костюкова. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 148 с. : ил. - ISBN 978-5-9556-0069-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429066>
3. Литвиненко, В.А. Программирование на С++ задач на **графах** : учебное пособие / В.А. Литвиненко ; Министерство образования и науки РФ, Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. - Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2016. - 83 с. : схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9275-2311-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493220>

5.2. Дополнительная литература:

1. Таланов, А.В. Графы и алгоритмы / А.В. Таланов, В.Е. Алексеев. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 154 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 5-9556-0066-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428827>
2. Годунова, Е.К. Введение в **теорию графов**. Индивидуальные задания / Е.К. Годунова ; Министерство образования и науки Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский педагогический государственный университет». - Москва : Прометей, 2012. - 44 с. - ISBN 978- 5-4263-0104-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=211739>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, лабораторных работ, контрольной работы, зачета.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине с использованием указанных литературных источников и методических указаний автора курса.

Виды и формы СР, сроки выполнения, формы контроля приведены выше в данном документе.

Для лучшего освоения дисциплины при защите ЛР студент должен ответить на несколько вопросов из лекционной части курса.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий

- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении лекций и практических занятий.

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

1. OS Windows,
2. MS Office,
3. MS Visual Studio.

7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ (<http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>).
2. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" (www.biblioclub.ru).
3. Электронная библиотечная система издательства "Лань" (<https://e.lanbook.com>).
4. Электронная библиотечная система "Юрайт" (<http://www.biblio-online.ru>).

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) PowerPoint. ауд. 129, 131, А305.
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированными техническими средствами обучения – компьютерный класс, с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (лаб. 102-106.).
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, (кабинет) – компьютерный класс
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, приспособленная для письменного ответа при промежуточной аттестации.
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.