Министерство науки и высшего образования российской федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____Хагуров Т.А.
«31» мая 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.06 ТЕОРИЯ ГРАФОВ

Направление подготовки	02.03.01 Математика и компьютерные науки
Направленность (профиль)	Вычислительные, программные, информационные системы и компьютерные технологии; Алгебра, теория чисел и дискретный анализ; Математическое и компьютерное моделирование
Форма обучения	очная
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины Б1.В.06 Теория графов в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Программу составила:
И.В. Сухан, старший преподаватель


подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики
протокол № 13 « 18 » апреля 2019 г.
Заведующий кафедрой (разработчика) Гайденко С.В.


подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики
протокол № 13 « 18 » апреля 2019 г.
Заведующий кафедрой (выпускающей) Гайденко С.В.


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук
протокол № 2 « 24 » апреля 2019 г.
Председатель УМК факультета Титов Г.Н.


подпись

Рецензенты:

Профессор кафедры прикладной математики Кубанского государственного университета кандидат физико-математических наук доцент Кармазин В.Н.

Доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных технологий и систем КубГАУ Луценко Е.В.

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Курс посвящен изучению классических алгоритмов решения оптимизационных задач на графах и сетях с применением различных приемов программирования; построению новых и модификации и комбинации известных алгоритмов для решения конкретных задач; оценке эффективности указанных алгоритмов.

1.2 Задачи дисциплины.

Задачи дисциплины — дать навыки постановки и решения задач оптимизации на графах; научить выбору адекватных алгоритмов для решения вышеуказанных задач; отработать умения по программной реализации алгоритмов на персональном компьютере.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны овладеть навыками постановки и решения задач оптимизации на графах, предусматривающими знание адекватных алгоритмов.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Теория графов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Курс опирается на знания, полученные студентами в рамках дисциплины «Дискретная математика».

Знания, полученные в этом курсе, используются в распознавании образов, лингвистических основах информатики, интеллектуальных системах, при оценке сложности комбинаторных вычислений, при изучении алгоритмов и структур данных и др.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций: ПК-6.

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	**умеет**	**владеет**
1.	ПК-6 Способен использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач.	основные понятия теории графов, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений, основы построения компьютерных моделей.	решать задачи теоретического и прикладного характера из различных сфер применения, доказывать утверждения, строить модели объектов и понятий.	математическим аппаратом теории графов, методами доказательства утверждений, навыками алгоритмизации основных задач.

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, (108 часа), их рас-

пределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			6-й
Контактная работа, в том числе:		**70,3**	**70,3**
Аудиторные занятия (всего):		**68**	**68**
Занятия лекционного типа		34	34
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-
Лабораторные занятия		34	34
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		**11**	**11**
Проработка учебного (теоретического) материала		3	3
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, выполнение расчетного задания)		6	6
Подготовка к текущему контролю		2	2
Контроль:			
Подготовка к экзамену		26,7	26,7
Общая трудоемкость	**час**	**108**	**108**
	в том числе контактная работа	**70,3**	**70,3**
	зач. ед.	**3**	**3**

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов			
		Всего	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа
			Л	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6
1	Основы теории графов	7	4	2	1
2	Операции с графами	9	4	4	1
3	Маршруты, цепи, циклы	5	2	2	1
4	Деревья	11	6	4	1
5	Связность	5	2	2	1
6	Планарность	12	4	6	2
7	Обходы в графах	7	2	4	1
8	Раскраски	14	6	6	2
9	Независимость и покрытия	9	4	4	1
	Итого по разделам дисциплины	79	34	34	11
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2			
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3			
	Подготовка к экзамену	26,7			
	Общая трудоемкость по дисциплине	108			

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.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Основы теории графов	Теория графов: основные определения, изоморфизм графов, матричное представление графов. Подграфы, операции над графами. Маршруты, цепи, циклы. Связность. Степени вершин графа. Регулярные графы. Двудольные графы. Поиск в ширину. Метрические характеристики графа.	Индивидуальное расчетное задание
2	Операции с графами	Удаление ребер и вершин, добавление ребер и вершин, отождествление вершин, расщепление вершин. Объединение, пересечение, произведение графов. Гомеоморфные графы.	Индивидуальное расчетное задание
3	Маршруты, цепи, циклы	Выявление маршрутов с заданным количеством ребер. Признаки двудольности графа.	Индивидуальное расчетное задание
4	Деревья	Деревья. Матричная теорема Кирхгофа. Теорема Кэли. Остов минимального веса. Алгоритмы Краскала и Прима.	Индивидуальное расчетное задание
5	Связность	Числа вершинной и реберной связности. Теорема о точках сочленения. Алгоритм поиска точек сочленения. Свойства двусвязных графов.	Индивидуальное расчетное задание
6	Планарность	Плоские и планарные графы. Грани плоского графа. Формула Эйлера. Плоские триангуляции. Критерии планарности. Алгоритм укладки графа на плоскости. Характеристики непланарных графов.	Индивидуальное расчетное задание
7	Обходы, степенные последовательности	Эйлеровы графы. Алгоритм Флёри. Гамильтоновы графы. Фундаментальные циклы.	Индивидуальное расчетное задание
8	Раскраски	Раскраски. Правильная раскраска. Оценки хроматического числа. Хроматический полином. Раскраска ребер. Раскраска планарных графов. Проблема четырех красок.	Индивидуальное расчетное задание
9	Независимость и покрытия	Независимые множества и покрытия. Клика. Паросочетания. Паросочетания в двудольном графе. Вершинная связность и реберная связность. Двусвязные графы. Теорема Менгера.	Индивидуальное расчетное задание

2.3.2 Занятия семинарского типа.
Занятия семинарского типа не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
1.	Теория графов: основные определения, матричное представле-	Отчет по

	ние графов.	лабораторной работе
2.	Изоморфизм графов.	Отчет по лабораторной работе
3.	Подграфы, операции над графами. Маршруты, цепи, циклы. Связность. Степени вершин графа. Регулярные графы. Двудольные графы. Поиск в ширину. Метрические характеристики графа.	Отчет по лабораторной работе
4.	Деревья. Матричная теорема Кирхгофа.	Отчет по лабораторной работе
5.	Деревья. Теорема Кэли.	Отчет по лабораторной работе
6.	Остов минимального веса. Алгоритмы Краскала и Прима.	Отчет по лабораторной работе
7.	Плоские и планарные графы. Грани плоского графа. Формула Эйлера. Критерии планарности.	Отчет по лабораторной работе
8.	Алгоритм укладки графа на плоскости. Характеристики непланарных графов.	Отчет по лабораторной работе
9.	Эйлеровы графы. Алгоритм Флёри.	Отчет по лабораторной работе
10.	Гамильтоновы графы.	Отчет по лабораторной работе
11.	Раскраски. Правильная раскраска.	Отчет по лабораторной работе
12.	Оценки хроматического числа. Хроматический полином.	Отчет по лабораторной работе
13.	Раскраска планарных графов. Проблема четырех красок.	Отчет по лабораторной работе
14.	Независимые множества и покрытия. Клика.	Отчет по лабораторной работе
15.	Паросочетания. Паросочетания в двудольном графе.	Отчет по лабораторной работе
16.	Вершинная связность и реберная связность. Двусвязные графы. Теорема Менгера.	Отчет по лабораторной работе
17.	Контрольная работа	Отчет по Контрольной работе

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов).

Курсовые работы не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Работа с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 14 от 14.06.2017 г. Методические указания по дисциплине «Комбинаторные алгоритмы», утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 11 от 01.03.16 г.
2	Изучение теоретического материала к лабораторным занятиям	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 14 от 14.06.2017 г. Методические указания по дисциплине «Комбинаторные алгоритмы», утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 11 от 01.03.16 г.
3	Подготовка к зачету/экзамену	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 14 от 14.06.2017 г. Методические указания по дисциплине «Комбинаторные алгоритмы», утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 11 от 01.03.16 г.

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	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
6	Лабораторные занятия	Тренинг «Теория графов: основные определения, матричное представление графов.»	2
		Тренинг «Изоморфизм графов.»	2
		Тренинг «Метрические характеристики графа.»	2
		Тренинг «Деревья. Матричная теорема	2

		Кирхгофа.»	
		Тренинг «Деревья. Теорема Кэли.»	2
		Тренинг «Алгоритмы Краскала и Прима.»	2
		Тренинг «Плоские и планарные графы. Формула Эйлера. Критерии планарности.»	2
		Тренинг «Алгоритм укладки графа на плоскости. Характеристики непланарных графов.»	2
		Тренинг «Эйлеровы и гамильтоновы графы.»	4
		Тренинг «Раскраски графа.»	2
		Тренинг «Оценки хроматического числа. Хроматический полином.»	2
		Тренинг «Раскраска планарных графов. Проблема четырех красок.»	2
		Тренинг «Независимые множества и покрытия. Клика.»	2
		Тренинг «Паросочетания. Паросочетания в двудольном графе.»	2
		Тренинг «Вершинная связность и реберная связность. Двусвязные графы. Теорема Менгера.»	2
		Тренинг «Применение аппарата теории графов к решению практических задач в различных областях»	2
Итого:			34

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций со студентом при помощи электронной информационно-образовательной среды ВУЗа.

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 «Теория графов».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме перечня вопросов для устного опроса, типов заданий к контрольной работе, примерного перечня тем рефератов, индивидуального расчетного задания и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену.

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	Основные понятия	ПК-6	Самостоятельная работа по разделу. Вопросы для устного опроса №1–6. Реферат.	Вопрос на экзамене № 1
2	Операции с графами	ПК-6	Самостоятельная работа по разделу. Вопросы для устного опроса №7–10. Реферат.	Вопрос на экзамене № 2
3	Маршруты, цепи, циклы	ПК-6	Самостоятельная работа по разделу. Вопросы для устного опроса №11–12. Реферат.	Вопрос на экзамене № 3
4	Деревья	ПК-6	Самостоятельная работа по разделу. Вопросы для устного опроса №13–21. Реферат.	Вопрос на экзамене № 4
5	Связность	ПК-6	Самостоятельная работа по разделу. Вопросы для устного опроса №22–25. Реферат.	Вопрос на экзамене № 5
6	Планарные графы	ПК-6	Самостоятельная работа по разделу. Вопросы для устного опроса №26–30. Реферат.	Вопрос на экзамене № 6
7	Обходы в графах	ПК-6	Самостоятельная работа по разделу. Вопросы для устного опроса №31–38. Реферат.	Вопрос на экзамене № 7

8	Раскраски	ПК-6	Самостоятельная работа по разделу. Вопросы для устного опроса №39–45. Реферат.	Вопрос на экзамене № 8
9	Независимость и покрытия	ПК-6	Самостоятельная работа по разделу. Вопросы для устного опроса №46–50. Реферат.	Вопрос на экзамене № 9

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
ПК-6: Способен использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач.	**З:** основные определения теории графов, основные алгоритмы на графах	**З:** основные определения и формулировки основных утверждений теории графов, основные алгоритмы на графах, возможные сферы их приложений,	**З:** основные определения и формулировки основных утверждений теории графов и их доказательства, основные алгоритмы на графах в различных модификациях
	У: рещать задачи прикладного характера репродуктивного уровня; воспроизводить доказательства стандартных результатов теории графов	**У:** решать задачи теоретического и репродуктивного и реконструктивного уровней, строить модели объектов и понятий, воспроизводить основную структуру доказательств теорем из курса	**У:** решать задачи теоретического и прикладного характера репродуктивного, реконструктивного и вариативного уровней, строить модели объектов и понятий, оценивать строгость математических текстов; обосновывать и оценивать логические ходы в математических рассуждениях и конструкциях
	В: навыками решения некоторых практических задач дискретной математики и теории графов; навыками воспроизведения освоенного учебного материала	**В:** навыками решения основных практических задач дискретной математики и теории графов; навыками самостоятельного изучения отдельных разделов	**В:** навыками решения практических задач дискретной математики и теории графов с видоизмененным условием; навыками критического анализа учеб-

		учебной литературы и обсуждения освоенного материала	ной информации

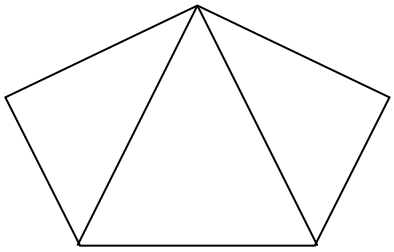
Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примеры задач для контрольных работ

1. Граф G задан множествами вершин и ребер, представить граф G рисунком, матрицей смежности и матрицей инцидентности.

G = ({1; 2; 3; 4; 5; 6}, {{1; 2}; {2; 3}; {3; 4}; {4; 5}; {5; 6}; {1; 3}; {1; 4}; {1; 5}; {2; 6}; {3; 5}}).

2. Граф G задан рисунком, представить граф G множествами вершин и ребер, матрицей смежности и матрицей инцидентности.



3. Граф G задан матрицей смежности, представить граф G рисунком, множествами вершин и ребер, и матрицей инцидентности.

4. Граф G задан матрицей инцидентности, представить граф G рисунком, множествами вершин и ребер, и матрицей смежности.

1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	1	0
0	1	1	1	0	1	0	0	0
0	0	0	1	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	1	0	1	0	0	0	1

5. Построить несколько остовных подграфов графа G1 = ({1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8}, {{1; 2}; {1; 7}; {2; 3}; {2; 8}; {3; 4}; {3; 5}; {3; 6}; {3; 8}; {4; 5}; {5; 6};{7; 8}}).

6. Построить подграф, порожденный подмножеством вершин VH= {2; 4; 5;7;9} графа G2 = ({1; 2; 3; 4; 5; 6;7;8;9;10}, {{1; 2}; {1; 8}; {2; 3}; {2; 8}; {3; 4}; {3; 8}; {4; 5}; {5; 6}; {5; 10}; {6; 7};{6; 9}; {7; 9}; {9; 10}}).

7. Построить подграф, порожденный подмножеством ребер

EH = {{1; 2};{2; 8}; {3; 4}; {4; 5}; {5; 6}; {6; 8}; {7;9}; {8;10}} графа
G3 = ({1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10}, {{1; 2}; {1; 7}; {2; 3}; {2; 8}; {2; 9}; {3; 4};
{3; 8}; {4; 5}; {4; 10}; {5; 6}; {6; 7}; {6; 8}; {7; 8}; {7;9}; {8;9}; {8;10}}).

8. Построить граф полученный удалением ребер {1; 2};{2; 3};{3; 4}; {4; 5};{5; 6}; {6; 7}; {8;10} графа G3.

9. Построить граф полученный удалением вершин 5 и 8 графа G3.

10. Построить граф полученный отождествлением вершин 8 и 9 графа G3.

11. Построить граф полученный стягиванием ребер {2; 8} и {6; 9} графа G2.

12. Построить граф полученный расщеплением вершины 8 графа G3.

13. Построить объединение графов G1 и G2.

14. Построить произведение графов G1 = ({1; 2; 3},{1; 2}; {2; 3}) и G2 = ({a; b; c}, {{a;b}; {b; c}).

15. Найти несколько маршрутов соединяющих вершины 1 и 6 графа G1 = ({1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8}, {{1; 2}; {1; 7}; {2; 3}; {2; 8}; {3; 4}; {3; 5}; {3; 6};
{3; 8}; {4; 5}; {5; 6};{7; 8}}), а также найти длины этих маршрутов.

16. Найти несколько цепей и простых цепей графа G2 = ({1; 2; 3; 4; 5; 6;7;8;9;10}, {{1; 2}; {1; 8}; {2; 3};{2; 8}; {3; 4}; {3; 8}; {4; 5}; {5; 6}; {5; 10}; {6; 7};{6; 9}; {7; 9}; {9; 10}}), а также найти длины этих цепей.

17. Найти несколько циклов и простых циклов графа G3 = ({1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10}, {{1; 2}; {1; 7}; {2; 3}; {2; 8}; {2; 9}; {3; 4};
{3; 8}; {4; 5}; {4; 10}; {5; 6}; {6; 7}; {6; 8}; {7; 8}; {7;9}; {8;9}; {8;10}}), а также найти длины этих циклов.

18. Найти обхват графа G3 = ({1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10}, {{1; 2}; {1; 7}; {2; 3}; {2; 8}; {2; 9}; {3; 4}; {3; 8}; {4; 5}; {4; 10}; {5; 6}; {6; 7}; {6; 8}; {7; 8}; {7;9}; {8;9}; {8;10}})..

19. Построить дополнение графа G2 = ({1; 2; 3; 4; 5; 6;7;8;9;10}, {{1; 2};{1; 8}; {2; 3};{2; 8}; {3; 4}; {3; 8}; {4; 5}; {5; 6}; {5; 10}; {6; 7};{6; 9}; {7; 9}; {9; 10}}).

20. Найти степени вершин графа и выяснить, является ли этот граф регулярным G2 = ({1; 2; 3; 4; 5; 6;7;8;9;10},{{1; 2};{1; 8}; {2; 3}; {2; 8}; {3; 4}; {3; 8}; {4; 5}; {5; 6}; {5; 10}; {6; 7};{6; 9};{7; 9}; {9; 10}}).

21. Поиском в ширину проверить, является ли граф G4 = ({1; 2; 3; 4; 5; 6;7;8;9},{{1; 2};{1; 6}; {1; 8}; {2; 3}; {2; 9}; {3; 4}; {3; 8}; {4; 5}; {5; 6}; {6; 7};{7;8};{7; 9}}).двудольным.

22. Найти расстояние между вершинами 1 и 6, 7 и 5, 2 и 7, 1 и 4 в графе G1 = ({1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8}, {{1; 2}; {1; 7}; {2; 3}; {2; 8}; {3; 4}; {3; 5}; {3; 6};
{3; 8}; {4; 5}; {5; 6}; {7; 8}}).

Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством:

ПК-6

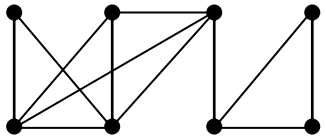
Образец вопросов для обсуждения на занятиях

Сформулируйте определение дерева.
Сформулируйте признаки дерева.
Перечислите свойства центральных вершин графа.
Назовите способы обхода вершин в графе.
Назовите способы поиска остова в графе.
Сформулируйте теорему Кирхгофа.
Сформулируйте и докажите теорему Кэли.
Как построить матрицу фундаментальных циклов?
Укажите отличия алгоритмов Краскала и Прима поиска минимальных остовов.

Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством:

ПК-6

Образец индивидуального расчетного задания



1. Пометьте вершины графа числами 1, …, 8. Найдите степени всех вершин графа. Проверьте справедливость леммы о рукопожатиях для данного графа. Является ли граф регулярным? Полным? Обоснуйте.
2. Сколько ребер содержит дополнение графа? Нарисуйте его. Является ли граф самодополнительным? Приведите пример графа, изоморфного данному.
3. Постройте матрицу смежности графа и матрицу инцидентности. Как по ним определить степени вершин? Покажите связь между этими матрицами.
4. Приведите пример графа, гомеоморфного данному. Постройте граф, производными от которого являются эти графы.
5. Есть ли в графе циклы? Приведите три примера. Чему равен обхват графа?
6. Является ли граф двудольным? (Воспользуйтесь поиском в ширину и теоремой Кенига).
7. Постройте матрицу расстояний графа. Найдите эксцентриситеты всех вершин графа, его радиус, диаметр, центр, периферию и медианы.
8. Постройте подграф, порожденный вершинами {1, 2, 3, 4}. Найдите в нем все маршруты длины 3. Сколько их? Какие из них являются цепями? Простыми цепями? Какие из них являются циклами?
9. Чему равно цикломатическое число графа?
10. Сколько остовов имеет граф? Нарисуйте один из них, построив его при помощи обхода в ширину, или глубину, или разрушая циклы.
11. Постройте для остова из п.10 код Прюфера, затем переведите этот код обратно в дерево. (Убедитесь, что это одно и то же дерево).
12. Постройте матрицу фундаментальных циклов данного графа относительно выбранного остова.
13. Найдите число вершинной связности и число реберной связности графа. Есть ли в графе точки сочленения и мосты? Является ли граф двусвязным? Укажите блоки графа. Постройте граф блоков $b(G)$, граф блоков – точек сочленения $bc(G)$.
14. Является ли граф планарным? Воспользовавшись алгоритмом γ, постройте его плоскую укладку или докажите, что граф не планарный.
15. Проверьте справедливость формулы Эйлера для плоской укладки из п.14. Триангулируйте полученный плоский граф. Сколько у него ребер и граней?
16. Найдите род, толщину, число скрещиваний, искаженность графа.
17. Является ли граф эйлеровым, гамильтоновым? Если нет, то проверьте, имеет ли он эйлерову или гамильтонову цепь.

18. Постройте правильную раскраску графа, воспользовавшись каким-либо алгоритмом раскраски. Является ли она минимальной? Оцените и определите хроматическое число графа.

19. Постройте хроматический полином данного графа. Убедитесь с его помощью, что хроматическое число графа в п.18 было найдено верно.

20. Найдите независимые подмножества вершин графа, максимальные независимые подмножества вершин графа, наибольшие независимые подмножества вершин графа. Определите число независимости графа.

21. Найдите доминирующие подмножества вершин графа, минимальные доминирующие подмножества вершин графа, наименьшие доминирующие подмножества вершин графа. Найдите число доминирования.

22. Найдите ядро графа.

23. Найдите вершинные покрытия графа, минимальные вершинные покрытия графа, наименьшие вершинные покрытия графа. Найдите число вершинного покрытия.

24. Найдите реберные покрытия графа, минимальные реберные покрытия графа, наименьшие реберные покрытия графа. Найдите число реберного покрытия.

25. Найдите клики графа, максимальные клики графа, наибольшие клики графа. Нарисуйте подграфы, порожденные максимальными кликами. Найдите плотность графа. Найдите число кликового покрытия. Постройте матрицу клик, граф клик.

26. Найдите паросочетания графа, максимальные паросочетания, наибольшие паросочетания графа. Найдите число паросочетания.

Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством:

ПК-6

Темы рефератов

1. Обзор задач теории графов.
2. Представление графов в компьютере.
3. Применение теории графов в различных сферах деятельности.
4. Свойства реберного графа.
5. Автоморфизм.
6. Степенные последовательности.
7. Вершинная и реберная реконструируемость графов.
8. Центроид дерева.
9. Пространство фундаментальных циклов.
10. Лабиринты и графы.
11. Задача коммивояжера.
12. Метод ветвей и границ.
13. Укладка графов на различных поверхностях.
14. Абстрактно двойственные графы.
15. Доказательство теоремы Брукса.
16. *k*-критические графы.
17. Реберная раскраска графа.
18. Проблема четырех красок.

19. Перечисление графов.
20. Решение комбинаторных задач с помощью теоремы Пойа.
21. Последние достижения теории графов.

Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством:

ПК-6

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Вопросы к экзамену

1. Основные понятия
   1.1 Лемма о рукопожатиях
   1.2 Теорема о вершинах с одинаковой степенью
   1.3 Теорема о вершинах степени 0 или *n*-1
   1.4 Изоморфизм графов
   1.5 Матричное представление графов

2. Операции с графами
   2.1 Удаление ребер и вершин, добавление ребер и вершин, отождествление вершин, расщепление вершин
   2.2 Объединение, пересечение, произведение графов
   2.3 Гомеоморфные графы
   2.4 *n*-мерные кубы как особый класс графов. Коды Грея

3. Маршруты, цепи, циклы
   3.1 Выявление маршрутов с заданным количеством ребер
   3.2 Теорема о связи количества ребер, вершин и компонент связности в графе
   3.3 Теорема о связности дополнения графа
   3.4 Теорема о простом цикле
   3.5 Признаки двудольности графа
   3.6 Распознавание двудольности поиском в ширину

4. Деревья
   4.1. Признаки дерева
   4.2. Три способа построения остова. Алгоритм построения остова обходом графа в ширину
   4.3. Три способа построения остова. Алгоритм построения остова обходом графа в глубину
   4.4. Фундаментальные циклы
   4.5. Теорема о центре дерева
   4.6. Теорема Кирхгофа о числе остовов
   4.7. Теорема Кэли о числе помеченных деревьев. Алгоритм перевода дерева в последовательность
   4.8. Теорема Кэли о числе помеченных деревьев. Алгоритм перевода последовательности в дерево
   4.9. Поиск остова минимального веса. Алгоритм Краскала
   4.10. Поиск остова минимального веса. Алгоритм Прима
   4.11. Поиск остова минимального веса. Матричный алгоритм Прима
5. Связность

5.1. Числа вершинной и реберной связности. Теорема о точках сочленения
5.2. Алгоритм поиска точек сочленения
5.3. Теорема о связи чисел вершинной и реберной связности
5.4. Свойства двусвязных графов
5.5. Теоремы о блоках графа

6. Планарные графы
6.1 Теорема Эйлера о связи чисел вершин, ребер и граней
6.2 Непланарность графов K_5 и $K_{3,3}$
6.3 Критерии планарности
6.4 Триангуляция графа. Теорема Фари
6.5 Гамма-алгоритм укладки графа на плоскости

7. Обходы в графах
7.1 Уникурсальные графы. Теорема Эйлера
7.2 Алгоритм Флёри построения эйлерова цикла
7.3 Эйлеров путь в графе
7.4 Лабиринты
7.5 Признаки гамильтонова графа

8. Раскраски
8.1 Оценки хроматического числа
8.2 Конструирование хроматического полинома
8.3 Теорема Кёнига о бихроматических графах
8.4 Алгоритм построения правильной раскраски
8.5 Теорема Хивуда о раскраске планарных графов
8.6 Раскраска карт
8.7 Теоремы Шеннона и Визинга о хроматическом классе

9. Независимость и покрытия
9.1 Оценки числа независимости
9.2 Построение независимого множества вершин
9.3 Оценки числа покрытия
9.4 Задача о наименьшем покрытии
9.5 Оценки кликового числа
9.6 Алгоритм выделения клик в графе
9.7 Теорема о наибольшем паросочетании
9.8 Алгоритм поиска максимального паросочетания
9.9 Матричный алгоритм поиска максимального паросочетания
9.10 Теорема о связи чисел
9.11 Теорема Холла о совершенном паросочетании

Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством:

ПК-6

Образец экзаменационного билета

Кубанский государственный университет
Факультет математики и компьютерных наук

БИЛЕТ №1

по дисциплине «Комбинаторные алгоритмы»

1. Основные понятия. Лемма о рукопожатиях.
2. Фундаментальные циклы.
3. Теорема Хивуда о раскраске планарных графов.
4. Задача.

Заведующий кафедрой
вычислительной математики
и информатики Гайденко С.В.

Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством:

ПК-6

Образец задач для экзамена

1) Докажите, что сумма степеней всех вершин любого графа есть число четное, равное удвоенному числу ребер.

2) Докажите, что в любом графе число вершин нечетной степени четно.

3) Докажите, что в любом нетривиальном графе всегда найдутся по крайней мере две вершины с одинаковыми степенями.

4) Докажите, что если в нетривиальном графе порядка n имеются в точности две вершины с одинаковыми степенями, то в этом графе всегда найдется либо в точности одна вершина степени 0, либо в точности одна вершина степени $n - 1$.

5) Для каких n и d существует регулярный граф порядка n и степени d.

6) Докажите, что всякий цикл содержит простой цикл.

Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством:

ПК-6

Критерии оценивания результатов обучения в соответствии с уровнем освоения дисциплины

Пороговый уровень (оценка *удовлетворительно*): знание и понимание теоретического содержания курса с незначительными пробелами; отсутствие некоторых практических умений при решении задач; недостаточное качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий; владение приемами решения почти всех типов практических заданий; знание формулировок основных определений и утверждений дисциплины, проявление способности к восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения в ходе решения практических заданий; владение и использование основной профессиональной логико-математической лексики.

Базовый уровень (оценка *хорошо*): достаточное знание и понимание теоретического содержания курса, без пробелов; недостаточная сформированность некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях; достаточное качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий; владение приемами решения всех типовых практических заданий; знание формулировок всех определений и основных

утверждений дисциплины, умение доказывать некоторые из них, применяя методы обобщения и анализа, проявление способности к восприятию информации, постановке цели и определению путей ее достижения; достаточное владение и использование профессиональной логико-математической лексики.

Продвинутый уровень (оценка *отлично*): полное знание и понимание теоретического содержания курса, без пробелов; полная сформированность необходимых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях; высокое качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий; свободное владение приемами решения всех типовых практических заданий; знание формулировок всех определений и утверждений курса, владение методами доказательств основных утверждений, в ходе которых проявляется способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения; владение и свободное использование профессиональной логико-математической лексики.

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.

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

5.1. Основная литература:

1. Бабичева, И.В. Дискретная математика. Контролирующие материалы к тестированию: учеб. пособие — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 160 с. https://e.lanbook.com/book/30193

2. Микони, С.В. Дискретная математика для бакалавра: множества, отношения, функции, графы : учеб. пособие — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 192 с. —: https://e.lanbook.com/book/4316

3. Кирсанов, М.Н. Графы в Maple. Задачи, алгоритмы, программы: справ. — Москва : Физматлит, 2006. — 168 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2738

4. Сухан, Ирина Владимировна (КубГУ). Графы: учебное пособие / И. В. Сухан, О.

В. Иванисова, Г. Г. Кравченко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Краснодар :2015. - 172 с. : ил. - Библиогр.: с. 168. - ISBN 978-5-8209-1125-5

5. Шевелев, Ю.П. Сборник задач по дискретной математике : учеб. пособие / Ю.П. Шевелев, Л.А. Писаренко, М.Ю. Шевелев.— Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 528 с. https://e.lanbook.com/book/5251

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань», «Юрайт» и «Университетская библиотека ONLINE».

5.2 Дополнительная литература:

1. Акимов, Олег Евгеньевич. Дискретная математика : логика, группы, графы / О. Е. Акимов. - Изд. 2-е, доп. - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2001. - 376 с. : ил.ISBN 5932080256

2. Редькин, Н.П. Дискретная математика: учебник / Н.П. Редькин. — Москва : Физматлит, 2009. — 264 с. https://e.lanbook.com/book/2293.

3. Иванов, Борис Николаевич. Дискретная математика : алгоритмы и программы : полный курс / Иванов, Борис Николаевич ; Б. Н. Иванов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 405 с.

4. Макоха, А.Н. Дискретная математика : учеб. пособие / А.Н. Макоха, П.А. Сахнюк, Н.И. Червяков. — Москва : Физматлит, 2005. — 368 с. https://e.lanbook.com/book/2256

5. Миков, Александр Иванович. Вычислимость и сложность алгоритмов : учебное пособие / Миков, Александр Иванович, Лапина, Ольга Николаевна ; А. И. Миков, О. Н. Лапина ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т, Каф. вычислительных технологий. - Краснодар : 2013

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

Текущая самостоятельная работа студента, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений, осуществляется при проработке материалов лекций и соответствующей литературы, подготовке к рубежному и итоговому контролям, подготовке к выполнению лабораторных работ, их выполнению и написанию отчетов.

Для улучшения качества и эффективности самостоятельной работы студентов предлагаются методические указания к лабораторным работам, списки основной и дополнительной литературы. Все методические материалы предоставляются как в печатном, так и в электронном видах.

Текущая и опережающая СРС, заключается в:

- работе студентов с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме;
- изучение теоретического материала к лабораторным занятиям;
- подготовке к зачету /экзамену.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа, направленная на развитие интеллектуальных умений, комплекса профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов заключается в

- поиске и анализе научных публикаций по каждому разделу курса их структурированию и представлении материала для презентации на рубежном контроле;

– участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

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.

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

1. Microsoft Windows 10
2. Microsoft Office PowerPoint Professional Plus.

7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru)/
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (http://e.lanbook.com).
3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» (www.biblioclub.ru)

8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, специально оборудованная мультимедийными демонстрационными комплексами, учебной мебелью
2.	Лабораторные занятия	Помещение для проведения лабораторных занятий оснащенное учебной мебелью, доской маркером или мелом
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, учебной мебелью, доской маркером или мелом
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, оснащенное учебной мебелью.
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

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины (модуля)

КОМБИНАТОРНЫЕ АЛГОРИТМЫ

по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Профиль: Алгебра, теория чисел и дискретный анализ; Вычислительные, программные, информационные системы и компьютерные технологии; Математическое и компьютерное моделирование; квалификация выпускника – бакалавр,
подготовленную старшим преподавателем кафедры вычислительной математики и информатики КубГУ Сухан И.В.

Рабочая программа по дисциплине «КОМБИНАТОРНЫЕ АЛГОРИТМЫ» разработана в соответствии с установленным образовательным стандартом и охватывает все базовые вопросы дискретной математики.

Рабочая программа содержит следующие разделы: цели и задачи освоения дисциплины, место дисциплины в структуре ООП ВО, требования к результатам освоения дисциплины, структура и содержание дисциплины, распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины, содержание разделов дисциплины, содержание самостоятельной работы студентов, образовательные технологии, оценочные средства для контроля успеваемости, учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

Содержание рабочей программы соответствует уровню подготовленности студентов к изучению данной дисциплины. Успешность изучения обеспечивается предшествующей подготовкой студентов по ряду математических дисциплин профессионального цикла.

Для осмысления разделов и тем предусмотрено выполнение практических работ, что позволяет не только закрепить теоретические знания, но и обеспечить возможность проведения промежуточного контроля знаний по теоретической и практической части дисциплины.

Преподавателем разработан список рекомендуемой основной и дополнительной литературы, который способствует более глубокому изучению дисциплины.

В целом, программа может быть использована при изучении вышеуказанной дисциплины.

Доктор экономических наук, кандидат технических наук,
профессор кафедры компьютерных технологий
и систем КубГАУ Луценко Е.В.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины (модуля)
КОМБИНАТОРНЫЕ АЛГОРИТМЫ
по направлению подготовки 02.03.01 «Математика и компьютерные науки»,
профиль: Алгебра, теория чисел и дискретный анализ; Вычислительные,
программные, информационные системы и компьютерные технологии;
Математическое и компьютерное моделирование, (квалификация «бакалавр»),
подготовленную старшим преподавателем кафедры вычислительной
математики и информатики КубГУ Сухан И. В.

Рабочая программа дисциплины «КОМБИНАТОРНЫЕ АЛГОРИТМЫ» предназначена для студентов ФГБОУ ВО «КубГУ» по направлению подготовки 02.03.01 «Математика и компьютерные науки» (квалификация «бакалавр») и содержит следующие разделы: цели и задачи освоения дисциплины, место дисциплины в структуре ООП ВО, компетенции обучающихся, формируемые в результате освоения дисциплины, структуру и содержание дисциплины, образовательные технологии, оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, учебно-методическое и информационное обеспечение, программное обеспечение и материально-техническое обеспечение.

Дисциплина входит в профессиональный цикл дисциплин. Название и содержание рабочей программы дисциплины соответствует учебному плану по направлению подготовки 02.03.01 «Математика и компьютерные науки» (квалификация «бакалавр»), а также ФГОС ВО по этому направлению. Программа составлена в соответствии с установленным образовательным стандартом по дисциплине, отвечает потребностям подготовки современных бакалавров и позволит реализовать формирование соответствующих компетенций (согласно ФГОС и ООП).

Считаю, что рабочая программа соответствует государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению подготовки 02.03.01 «Математика и компьютерные науки» (квалификация «бакалавр») и может быть рекомендована для высших учебных заведений.

Профессор кафедры прикладной математики Кубанского
государственного университета кандидат
физико-математических наук доцент Кармазин В.Н.