

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.
« 29 » мая 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.04.02 ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ НА ГРАФАХ

Направление подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки
Направленность (профиль) Вычислительная математика
Форма обучения очная
Квалификация
(степень) выпускника магистр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.04.02 Экстремальные задачи на графах составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Программу составила:

О.В. Иванисова, канд. физ.-мат. наук, доцент

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики

протокол № 10 « 15 » апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчик) Гайденко С.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики

протокол № 10 « 15 » апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Гайденко С.В.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук

протокол № 2 « 30 » апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета Шмалько С.П.

Рецензенты:

Заведующий кафедрой прикладной математики Кубанского государственного университета доктор физико-математических наук профессор Уртенев М.Х.

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.

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 (для конкретных конфигураций компьютеров); 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. Кроме того, студенты должны уметь реализовать эти алгоритмы на персональном компьютере в виде программ.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Экстремальные задачи на графах» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Знания, полученные в этом курсе, используются в распознавании образов, лингвистических основах информатики, интеллектуальных системах и др.

Курс опирается на знания, полученные студентами в рамках дисциплин «Языки и технологии программирования», «Дискретная математика», «Комбинаторные алгоритмы», «Алгоритмы на ориентированных графах».

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 общекультурных/общепрофессиональных/профессиональных компетенций (ОК/ОПК/ПК):

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	умеет	владеет
1.	ПК-2 Способность проводить научные исследования, на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	основные понятия комбинаторных алгоритмов, определения и свойства математических объектов, используемых в этой области, формулировки утверждений, методы их доказательства, основы построения компьютерных моделей; основные проблемы своей предметной области, требующие использования в	решать задачи теоретического и прикладного характера из различных разделов комбинаторных алгоритмов, доказывать утверждения, строить модели объектов и понятий; выделять основные методы исследования, обсуждать способы эффективного решения задач; применять методы разработки и применения	математическим аппаратом комбинаторных алгоритмов, методами доказательства утверждений в этих областях, навыками алгоритмизации основных задач; способностью ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения; навыками выбора и использования

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	умеет	владеет
		математических формулировках современных научных методов исследования; методы разработки и применения алгоритмических и программных решений в различных областях, возможные сферы приложений результатов теории графов; методы и средства теоретических научных исследований, позволяющие решать конкретные проблемы данной предметной области	алгоритмических и программных решений; анализировать и синтезировать находящуюся распоряжении информацию и принимать на этой основе адекватные решения; ставить и решать прикладные исследовательские задачи; оценивать результаты исследований	математических средств научных исследований; методами построения моделей конкретных задач и оценки их адекватности; методами анализа и синтеза научной информации; навыками разработки алгоритмических и программных решений

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)
		В
Контактная работа, в том числе:	22,3	22,3
Аудиторные занятия (всего):	22	22
Занятия лекционного типа	10	10
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-
Лабораторные занятия	12	12
Иная контактная работа:		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:	50	50
Проработка учебного (теоретического) материала	20	20
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, выполнение расчетного задания)	20	20
Подготовка к текущему контролю	10	10
Контроль:		
Подготовка к экзамену	35,7	35,7

Общая трудоемкость	час	108	108
	в том числе контактная работа	22,3	22,3
	зач. ед.	3	3

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

№	Наименование разделов	Количество часов			
		Всего	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа
			Л	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6
1	Задача полного обхода графа	6	1	1	4
2	Задача вершинного обхода графа	6	1	1	4
3	Задача определения числа компонент связности	6	1	1	4
4	Задача минимального покрытия графа цепями	6	1	1	4
5	Задача нахождения совершенного паросочетания в двудольном графе	6	1	1	4
6	Задача определения центра в графе	6	1	1	4
7	Задача определения внутренней устойчивости графа	6	1	1	4
8	Задача определения внешней устойчивости графа	6	1	1	4
9	Задача построения максимального потока в сети	11	1	2	8
10	Сетевое планирование	13	1	2	10
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	72	10	12	50
	Контроль самостоятельной работы (КСР)				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3			
	Подготовка к экзамену	35,7			
	Общая трудоемкость по дисциплине	108			

2.3 Содержание разделов дисциплины.

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Задача полного об-	Представление графов. Гамильтоновы графы.	Индивидуаль-

	хода графа	Фундаментальные циклы. Регулярные графы.	ное сообщение
2	Задача вершинного обхода графа	Эйлеровы графы. Алгоритм Флёрри. Задача коммивояжера.	Индивидуальное сообщение
3	Задача определения числа компонент связности	Подграфы, операции над графами. Связность. Вершинная связность и реберная связность. Двусвязные графы. Теорема Менгера.	Индивидуальное сообщение
4	Задача минимального покрытия графа цепями	Независимые множества и покрытия. Клика.	Индивидуальное сообщение
5	Задача нахождения совершенного паросочетания в двудольном графе	Двудольные графы. Паросочетания. Паросочетания в двудольном графе.	Индивидуальное сообщение
6	Задача определения центра в графе	Метрические характеристики графа. Расстояния, радиус, диаметр, центр, периферия.	Индивидуальное сообщение
7	Задача определения внутренней устойчивости графа	Характеристики внутренней и внешней устойчивости графа.	Индивидуальное сообщение
8	Задача определения внешней устойчивости графа	Характеристики внутренней и внешней устойчивости графа.	Индивидуальное сообщение
9	Задача построения максимального потока в сети	Основные определения. Обходы. Пути. База и ядро. Упорядочение элементов ориентированного графа. Алгоритм Фалкерсона. Выявление маршрутов с заданным количеством ребер. Нахождение кратчайших путей в ориентированных графах. Алгоритмы Дейкстры, Беллмана – Мура. Алгоритм нахождения максимального пути. Поток в сетях, теорема Форда – Фалкерсона. Алгоритм решения задачи о максимальном потоке. Поток минимальной стоимости.	Индивидуальное сообщение
10	Сетевое планирование	Сетевое планирование, критические пути, работы, резервы. Сетевые и линейные графики.	Индивидуальное сообщение

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.	Задача полного обхода графа	Отчет по лабораторной работе
2.	Задача определения числа компонент связности	Отчет по лабораторной работе
3.	Задача определения центра в графе. Задача нахождения совершенного паросочетания в двудольном графе	Отчет по лабораторной работе
4.	Задача определения устойчивости графа	Отчет по лабораторной работе
5.	Задача построения максимального потока в сети	Отчет по лабораторной работе

6.	Сетевое планирование	Отчет по лабораторной работе
----	----------------------	------------------------------

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

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.
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.
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.

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 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:

Лекции, лабораторные занятия, контрольные работы, экзамен. В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому лабораторному занятию.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

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 «Экстремальные задачи на графах».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме перечня вопросов для устного опроса, типовых заданий к самостоятельной работе, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету/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	Задача полного обхода графа	ПК-2	Вопросы №1–11 для устного опроса по теме, самостоятельная работа по теме.	Вопрос №1 для подготовки к экзамену.
2	Задача вершинного обхода графа	ПК-2	Вопросы №12–21 для устного опроса по теме, самостоятельная работа по теме.	Вопрос №2 для подготовки к экзамену.
3	Задача определения числа компонент связности	ПК-2	Вопросы №22–25 для устного опроса по теме, самостоя-	Вопрос №3 для подготовки к экзамену.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
			тельная работа по теме.	
4	Задача минимального покрытия графа цепями	ПК-2	Вопросы №26-32 для устного опроса по теме, самостоятельная работа по теме.	Вопрос №4 для подготовки к экзамену.
5	Задача нахождения совершенного паросочетания в двудольном графе	ПК-2	Вопросы №33-42 для устного опроса по теме, самостоятельная работа по теме.	Вопрос №5 для подготовки к экзамену.
6	Задача определения центра в графе	ПК-2	Вопросы № 43-47 для устного опроса по теме, самостоятельная работа по теме.	Вопрос №6 для подготовки к экзамену.
7	Задача определения внутренней устойчивости графа	ПК-2	Вопросы №48- 50 для устного опроса по теме, самостоятельная работа по теме.	Вопрос №7 для подготовки к экзамену.
8	Задача определения внешней устойчивости графа	ПК-2	Вопросы №48- 50 для устного опроса по теме, самостоятельная работа по теме.	Вопрос №8 для подготовки к экзамену.
9	Задача построения максимального потока в сети	ПК-2	Вопросы №51-для устного опроса по теме, самостоятельная работа по теме.	Вопрос №9 для подготовки к экзамену.
10	Сетевое планирование	ПК-2	Вопросы №58-60 для устного опроса по теме, самостоятельная работа по теме.	Вопрос №10 для подготовки к экзамену.

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-2 Способность проводить научные исследования, на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	<p>З: основные понятия комбинаторных алгоритмов, определения и свойства математических объектов, используемых в этих областях, постановки основных экстремальных задач; основные проблемы своей предметной области, требующие использования в математических формулировках современных научных методов исследования; возможные сферы приложений результатов теории графов</p>	<p>З: основные понятия комбинаторных алгоритмов, определения и свойства математических объектов, используемых в этих областях, постановки типовых экстремальных задач и алгоритмы их решения; основные проблемы своей предметной области, требующие использования в математических формулировках современных научных методов исследования; методы разработки и применения алгоритмических и программных решений в различных областях, возможные сферы приложений результатов теории графов;</p>	<p>З: основные понятия комбинаторных алгоритмов, определения и свойства математических объектов, используемых в этих областях, постановки типовых экстремальных задач и алгоритмы их решения, оценки эффективности алгоритмов на графах; основные проблемы своей предметной области, требующие использования в математических формулировках современных научных методов исследования; методы разработки и применения алгоритмических и программных решений в различных областях, возможные сферы приложений результатов теории графов; методы и средства теоретических научных исследований, позволяющие решать конкретные проблемы данной предметной области;</p>
	<p>У: формализовать поставленную задачу, строить модели объектов и понятий;</p>	<p>У: формализовать поставленную задачу, строить модели объектов и понятий;</p>	<p>У: формализовать поставленную задачу, строить модели объектов и понятий;</p>

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
	<p>выделять основные методы исследования, обсуждать способы эффективного решения задач; применять методы разработки и применения алгоритмических и программных решений;</p>	<p>выбирать адекватный алгоритм решения; выделять основные методы исследования, обсуждать способы эффективного решения задач; применять методы разработки и применения алгоритмических и программных решений; анализировать и синтезировать находящуюся в распоряжении информацию и принимать на этой основе адекватные решения</p>	<p>выбирать адекватный алгоритм решения и оценивать его эффективность; выделять основные методы исследования, обсуждать способы эффективного решения задач; применять методы разработки и применения алгоритмических и программных решений; анализировать и синтезировать находящуюся в распоряжении информацию и принимать на этой основе адекватные решения; ставить и решать прикладные исследовательские задачи; оценивать результаты исследований.</p>
	<p>В: математическим аппаратом комбинаторных алгоритмов, навыками алгоритмизации основных задач; способностью ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения; навыками выбора и использования математических средств научных исследований; навыками разработки алгоритмических и программных решений</p>	<p>В: математическим аппаратом комбинаторных алгоритмов, навыками алгоритмизации основных задач, навыками применения основных алгоритмов к решению практических задач; способностью ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения; навыками выбора и использования математических средств науч-</p>	<p>В: математическим аппаратом комбинаторных алгоритмов, навыками алгоритмизации основных задач, методами доказательства утверждений, применения алгоритмов к решению практических задач и оценки эффективности этих алгоритмов; способностью ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения; навыками</p>

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
		ных исследований; методами построения моделей конкретных задач и оценки их адекватности; навыками разработки алгоритмических и программных решений	выбора и использования математических средств научных исследований; методами построения моделей конкретных задач и оценки их адекватности; методами анализа и синтеза научной информации; навыками разработки алгоритмических и программных решений

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

Вопросы для устного опроса

1. Сформулируйте определение графа. Как задается граф?
2. Сформулируйте лемму о рукопожатиях.
3. Сформулируйте и докажите утверждения о степенях вершин в графе.
4. Что означает изоморфизм графов? Почему это понятие важно для теории графов?
5. Докажите, что отношение изоморфизма является отношением эквивалентности.
6. Что такое помеченный и абстрактный граф?
7. Сформулируйте гипотезу реконструируемости.
8. Перечислите локальные и алгебраические операции над графами.
9. Докажите, что отношение гомеоморфизма является отношением эквивалентности.
10. Как определяются n-мерные кубы?
11. Опишите два способа обхода вершин графа (поиск в ширину и глубину).
12. Сформулируйте алгоритм установления двудольности графа.
13. Сформулируйте определение дерева.
14. Сформулируйте признаки дерева.
15. Перечислите свойства центральных вершин графа.
16. Назовите способы обхода вершин в графе.
17. Назовите способы поиска остова в графе.
18. Сформулируйте теорему Кирхгофа.
19. Сформулируйте и докажите теорему Кэли.
20. Как построить матрицу фундаментальных циклов?
21. Укажите отличия алгоритмов Краскала и Прима поиска минимальных остовов.

22. Что называют разрезающим множеством, разрезающим ребром, разрезающей вершиной?
23. Перечислите свойства двусвязных графов.
24. Перечислите критерии двусвязности графа.
25. Что называют блоками графа?
26. Для каких графов справедлива формула Эйлера о числе вершин, ребер и граней?
27. Что такое сегмент? Какие виды сегментов участвуют в алгоритме?
28. Какие вершины называют контактными?
29. Опишите шаги работы гамма-алгоритма.
30. Как применить гамма-алгоритм к графу с точками сочленения или мостами?
31. Как ставится задача обхода графа?
32. Сформулируйте критерий существования в графе эйлерова цикла.
33. Сформулируйте алгоритм Флери.
34. Как определить количество цепей, покрывающих граф?
35. Приведите примеры гамильтоновых графов.
36. Сформулируйте достаточные условия гамильтоновости графа.
37. Сформулируйте задачу коммивояжера.
38. Какие существуют подходы к решению задачи коммивояжера?
39. В чем заключается проблема четырех красок?
40. Что называют правильной вершинной k -раскраской?
41. Чем различаются понятия k -раскрашиваемого и k -хроматического графа?
42. Что называют хроматическим числом графа?
43. Приведите различные алгоритмы раскрашивания вершин графа.
44. Сформулируйте теоремы, используемые при конструировании хроматического полинома.
45. Покажите, что раскраска карты сводится к раскраске вершин двойственного графа.
46. Что называют числом независимости графа, числом паросочетания, числом доминирования, ядром графа, числом вершинного и реберного покрытия?
47. Что характеризуют понятия плотности и неплотности графа?
48. Что такое кликовое число и число кликового покрытия?
49. Как строится матрица клик?
50. Как строится граф клик?
51. Упорядочивание элементов орграфов. Особенности алгоритмов теории графов
52. Выявление маршрутов с заданным количеством ребер.
53. Определение экстремальных путей. Метод Шимбелла.
54. Нахождение кратчайших путей. Алгоритм Дейкстры.
55. Алгоритм Беллмана-Мура.
56. Алгоритм нахождения максимального пути.
57. Теорема Форда-Фалкерсона. Поток минимальной стоимости.
58. Элементы сетевого планирования. Сетевые и линейные графики.
59. Транспортная задача по критерию времени.
60. Задача об оптимальном назначении.

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ПК-2.

Задачи для самостоятельных работ

В общем виде постановка типичной экстремальной задачи такова: задан граф с некоторыми известными значениями каких-либо параметров (например, известно число вершин и ребер в графе). Спрашивается, в каком диапазоне может лежать некоторый другой параметр этого графа (например, хроматическое или кликовое число и т. д.). Например, сколь велико

может быть число рёбер в графе, у которого n вершин, а размер максимальной клики равен k ? Задачу оценки чисел Рамсея тоже можно переформулировать подобным образом: «как много вершин может быть в графе с числом независимости p и кликовым числом q ?».

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ПК-2.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

Вопросы к экзамену

1. Задача полного обхода графа
2. Задача вершинного обхода графа
3. Задача определения числа компонент связности
4. Задача минимального покрытия графа цепями
5. Задача нахождения совершенного паросочетания в двудольном графе
6. Задача определения центра в графе
7. Задача определения внутренней устойчивости графа
8. Задача определения внешней устойчивости графа
9. Задача построения максимального потока в сети
10. Задача сетевого планирования

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ПК-2.

Билеты для экзамена

БИЛЕТ №1

по дисциплине **ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ НА ГРАФАХ**
для направления подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки

1. Задача полного обхода графа
2. Задача определения центра в графе

Заведующий КВМИ

Гайденко С.В.

БИЛЕТ №2

по дисциплине **ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ НА ГРАФАХ**
для направления подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки

1. Задача вершинного обхода графа
2. Задача определения внутренней устойчивости графа

Заведующий КВМИ

Гайденко С.В.

БИЛЕТ №3

по дисциплине **ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ НА ГРАФАХ**
для направления подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки

1. Задача определения числа компонент связности
2. Задача определения внешней устойчивости графа

Заведующий КВМИ

Гайденко С.В.

БИЛЕТ №4

по дисциплине **ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ НА ГРАФАХ**
для направления подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки

1. Задача минимального покрытия графа цепями
2. Задача построения максимального потока в сети

Заведующий КВМИ

Гайденко С.В.

БИЛЕТ №5

по дисциплине **ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ НА ГРАФАХ**
для направления подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки

1. Задача нахождения совершенного паросочетания в двудольном графе
2. Задача сетевого планирования

Заведующий КВМИ

Гайденко С.В.

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ПК-2.

**Критерии оценивания результатов обучения в соответствии
с уровнем освоения дисциплины.**

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины:

- пороговый (оценка «удовлетворительно»)
- стандартный (оценка «хорошо»)
- эталонный (оценка «отлично»)

Критерий	В рамках формируемых компетенций студент демонстрирует
пороговый	Знание и понимание теоретического содержания курса с незначительными пробелами; отсутствие некоторых практических умений при решении задач.
стандартный	Полное знание и понимание теоретического содержания курса, без пробелов; недостаточную сформированность некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях; достаточное качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий.
эталонный	Полное знание и понимание теоретического содержания курса, без пробелов; сформированность необходимых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях; высокое качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных 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 (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 тестиро-

ванию : учебное пособие / Бабичева, Ирина Владимировна ; И. В. Бабичева. - Изд. 2-е, испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2013. - 159 с.

Бабичева, И.В. Дискретная математика. Контролирующие материалы к тестированию [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 160 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/30193>

2. Микони, Станислав Витальевич. Дискретная математика для бакалавра: множества, отношения, функции, графы : учебное пособие для студентов инженерных специальностей и направлений вузов / Микони, Станислав Витальевич ; С. В. Микони. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2012. - 186 с.

Микони, С.В. Дискретная математика для бакалавра: множества, отношения, функции, графы [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 192 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4316>

3. Кирсанов, М.Н. Графы в Maple. Задачи, алгоритмы, программы [Электронный ресурс] : справ. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2006. — 168 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2738>

4. Сухан И.В. Ориентированные графы: уч. пос./ И.В.Сухан. – Краснодар: КубГУ, 2016.– 124 с.

5. Шевелев Ю. П. Сборник задач по дискретной математике (для практических занятий в группах) : учебное пособие для студентов / Шевелев, Юрий Павлович, Писаренко, Людмила Анатольевна, Шевелев, Михаил Юрьевич ; Ю. П. Шевелев, Л. А. Писаренко, М. Ю. Шевелев. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2013. - 523 с.

Шевелев, Ю.П. Сборник задач по дискретной математике (для практических занятий в группах) [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.П. Шевелев, Л.А. Писаренко, М.Ю. Шевелев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 528 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5251>

5.2 Дополнительная литература:

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

2. Андерсон, Джеймс А. Дискретная математика и комбинаторика / Андерсон, Джеймс А. ; Д. А. Андерсон ; [пер. с англ. М. М. Беловой ; под ред. С. С. Шкильняка, С. Р. Саит-Аметова]. - М. : Вильямс, 2004. - 957 с.

3. Бабичева, Ирина Владимировна. Дискретная математика. Контролирующие материалы к тестированию : учебное пособие / Бабичева, Ирина Владимировна ; И. В. Бабичева. - Изд. 2-е, испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2013.

4. Виленкин Н.Я. Комбинаторика. — М.: Наука, 1969. — 328 с.

5. Касьянов, Виктор Николаевич. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение / Касьянов, Виктор Николаевич, В. А. Евстигнеев ; В. Н. Касьянов, В. А. Евстигнеев. - СПб. : БХВ-Петербург , 2003. - 1104 с.

6.Кравченко Г.Г., Иванисова О.В., Сухан И.В., Завалей Е.Г. Теория графов. – Краснодар: КубГУ, 2011.–105 с.

7. Кузнецов, Олег Петрович. Дискретная математика для инженера : [учебник] / Кузнецов, Олег Петрович ; О. П. Кузнецов. - Изд. 5-е, стер. - СПб. [и др.] : Лань , 2007. - 395 с.

8. 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 : [Кубанский государственный университет], 2013

9. Новиков, Федор Алексеевич. Дискретная математика для программистов : : учебное пособие для студентов вузов / / Новиков, Федор Алексеевич. ; Ф. А. Новиков. - 2-е изд. - СПб. [и др.] : ПИТЕР , 2006. - 363 с.

10. Редькин Н.П. Дискретная математика. — СПб.: Издательство «Лань», 2003. — 96 с.
11. Шевелев, Юрий Павлович. Сборник задач по дискретной математике (для практических занятий в группах) : учебное пособие для студентов / Шевелев, Юрий Павлович, Писаренко, Людмила Анатольевна, Шевелев, Михаил Юрьевич ; Ю. П. Шевелев, Л. А. Писаренко, М. Ю. Шевелев. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2013.
12. Иванов, Борис Николаевич. Дискретная математика : алгоритмы и программы : полный курс / Иванов, Борис Николаевич ; Б. Н. Иванов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 405 с.
13. Макоха, Анатолий Николаевич. Дискретная математика : учебное пособие для студентов / Макоха, Анатолий Николаевич, П. А. Сахнюк, Н. И. Червяков ; А. Н. Макоха, П. А. Сахнюк, Н. И. Червяков. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 368 с.
14. Шапорев С.Д. Дискретная математика. Курс лекций и практических занятий. — СПб.: БХВ-Петербург, 2009. — 400 с.

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 промежуточному и итоговому контролям, подготовке к выполнению лабораторных работ 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, поиске и анализе литературы и электронных источников информации по заданной проблеме;
- изучение теоретического материала к лабораторным занятиям;
- подготовке к промежуточному контролю.

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

Формы контроля со стороны преподавателя включают:

- проверочные работы по результатам изучения некоторых разделов курса;
- отчет по лабораторным занятиям;
- экзамен.

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.

Для подготовки к экзамену необходимо использовать указания и рекомендации, данные преподавателем в ходе занятий. Если студент испытывает какие-либо затруднения с пониманием материала, он всегда может получить консультацию преподавателя.

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