

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

подпись

«28» мая 2021 г.



Харунов Г.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.04.02 ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ НА ГРАФАХ

Направление 02.04.01 Математика и компьютерные науки
подготовки/специальность

Направленность (профиль) / Вычислительная математика
специализация

Форма обучения Очная

Квалификация Магистр

Краснодар 2021

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».

В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 2 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных/общепрофессиональных/профессиональных компетенций (ОК/ОПК/ПК):

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способность проводить научные исследования, на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	
ИПК-2.1 Демонстрирует практические навыки в проведении научно-исследовательской работы в профессиональной области	Знает 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
	Умеет решать задачи теоретического и прикладного характера из различных разделов комбинаторных алгоритмов, доказывать утверждения, строить модели объектов и понятий
	Владеет математическим аппаратом комбинаторных алгоритмов, методами доказательства утверждений в этих областях, навыками алгоритмизации основных задач; методами построения моделей конкретных задач и оценки их адекватности;
ИПК-2.2 Составляет план решения, ставит в ходе решения промежуточные цели для достижения основной, критикует предложен-	Знает основные понятия комбинаторных алгоритмов, определения и свойства математических объектов, используемых в этой области, формулировки утверждений

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ный путь решения задачи и прогнозирует возможный результат	Умеет решать задачи теоретического и прикладного характера из различных разделов комбинаторных алгоритмов
	Владеет способностью ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения
ИПК-2.3 Анализирует поставленные задачи и выбирает эффективные математические методы при разработке алгоритмов и вычислительных программ для решения современных задач естествознания	Знает методы и средства теоретических научных исследований, позволяющие решать конкретные проблемы данной предметной области
	Умеет обсуждать способы эффективного решения задач; анализировать и синтезировать находящуюся в распоряжении информацию и принимать на этой основе адекватные решения; ставить и решать прикладные исследовательские задачи; оценивать результаты исследований
	Владеет способностью ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения; навыками выбора и использования математических средств научных исследований
ИПК-2.4 Демонстрирует навыки логичного и последовательного изложения материала научного исследования в устной и письменной форме	Знает основные понятия комбинаторных алгоритмов, определения и свойства математических объектов, используемых в этой области, формулировки утверждений, методы их доказательства,
	Умеет выделять основные методы исследования
	Владеет методами анализа и синтеза научной информации
ИПК-2.5 Применяет в профессиональной деятельности методику разработки и реализации алгоритмов на базе языков высокого уровня и пакетов прикладных программ моделирования	Знает основы программирования, основы построения компьютерных моделей
	Умеет применять методы разработки и применения алгоритмических и программных решений
	Владеет навыками разработки алгоритмических и программных решений

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

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

Виды работ	Всего часов	Форма обучения
		очная
		3 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:	20,3	
Аудиторные занятия (всего):	20	20
занятия лекционного типа	10	10
лабораторные занятия	10	10
Иная контактная работа:		
Контроль самостоятельной работы (КСР)		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3

Самостоятельная работа, в том числе:		52	52
Контрольная работа		2	2
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и т.д.)		30	30
Подготовка к текущему контролю		20	20
Контроль:		35,7	35,7
Подготовка к экзамену		35,7	35,7
Общая трудоемкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	20,3	20,3
	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	Задача полного обхода графа Задача вершинного обхода графа Задача определения числа компонент связности	14	2	2	10
2	Задача минимального покрытия графа цепями Задача нахождения совершенного паросочетания в двудольном графе Задача определения центра в графе	14	2	2	10
3	Задача определения внутренней устойчивости графа Задача определения внешней устойчивости графа	14	2	2	10
4	Задача построения максимального потока в сети	14	2	2	10
5	Сетевое планирование	16	2	2	12
	ИТОГО по разделам дисциплины	72	10	10	52
	Контроль самостоятельной работы (КСР)				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3			
	Подготовка к экзамену	35,7			
	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.

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	Задача полного обхода графа Задача вершинного обхода графа Задача определения числа компонент связ-	Представление графов. Гамильтоновы графы. Фундаментальные циклы. Регулярные графы. Эйлеровы графы. Алгоритм Флёрри. Задача коммивояжера. Подграфы, операции над графами. Связность. Вершинная связность и реберная связность. Двусвязные графы. Тео-	Опрос

	ности	рема Менгера.	
2	Задача минимального покрытия графа цепями Задача нахождения совершенного паросочетания в двудольном графе Задача определения центра в графе	Независимые множества и покрытия. Клика. Двудольные графы. Паросочетания. Паросочетания в двудольном графе. Метрические характеристики графа. Расстояния, радиус, диаметр, центр, периферия.	Опрос
3	Задача определения внутренней устойчивости графа Задача определения внешней устойчивости графа	Характеристики внутренней и внешней устойчивости графа. Характеристики внутренней и внешней устойчивости графа.	Опрос
4	Задача построения максимального потока в сети	Основные определения. Обходы. Пути. База и ядро. Упорядочение элементов ориентированного графа. Алгоритм Фалкersona. Выявление маршрутов с заданным количеством ребер. Нахождение кратчайших путей в ориентированных графах. Алгоритмы Дейкстры, Беллмана – Мура. Алгоритм нахождения максимального пути. Потoki в сетях, теорема Форда – Фалкersona. Алгоритм решения задачи о максимальном потоке. Поток минимальной стоимости.	Опрос
5	Сетевое планирование	Сетевое планирование, критические пути, работы, резервы. Сетевые и линейные графики.	Опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1	Задача полного обхода графа Задача вершинного обхода графа Задача определения числа компонент связности	Алгоритм решения задачи полного обхода графа Алгоритм решения задачи определения числа компонент связности	ЛР
2	Задача минимального покрытия графа цепями Задача нахождения совершенного паросочетания в двудольном графе Задача определения центра в графе	Алгоритм решения задачи минимального покрытия графа цепями Алгоритм решения задачи нахождения совершенного паросочетания в двудольном графе Алгоритм решения задачи определения центра в графе	ЛР
3	Задача определения внутренней устойчивости графа Задача определения внешней устойчивости графа	Алгоритм решения задачи определения внутренней и внешней устойчивости графа	ЛР
4	Задача построения максимального потока в сети	Алгоритм решения задачи построения максимального потока в сети	ЛР
5	Сетевое планирование	Алгоритм решения задачи сетевого планирования	ЛР

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.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

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	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, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные занятия, проблемное обучение, модульная технология, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование ОСМДО КубГУ; использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. 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	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-2.1 Демонстрирует практические навыки в проведении научно-исследовательской работы в профессиональной области	Знает 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 Умеет решать задачи теоретического и прикладного характера из различных разделов	Вопросы для устного (письменного) опроса по теме, разделу Контрольная работа	Вопросы и задания к экзамену

		комбинаторных алгоритмов, доказывать утверждения, строить модели объектов и понятий Владеет математическим аппаратом комбинаторных алгоритмов, методами доказательства утверждений в этих областях, навыками алгоритмизации основных задач; методами построения моделей конкретных задач и оценки их адекватности		
2	ИПК-2.2 Составляет план решения, ставит в ходе решения промежуточные цели для достижения основной, критикует предложенный путь решения задачи и прогнозирует возможный результат	Знает основные понятия комбинаторных алгоритмов, определения и свойства математических объектов, используемых в этой области, формулировки утверждений Умеет решать задачи теоретического и прикладного характера из различных разделов комбинаторных алгоритмов Владеет способностью ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения		
3	ИПК-2.3 Анализирует поставленные задачи и выбирает эффективные математические методы при разработке алгоритмов и вычислительных программ для решения современных задач естествознания	Знает методы и средства теоретических научных исследований, позволяющие решать конкретные проблемы данной предметной области Умеет обсуждать способы эффективного решения задач; анализировать и синтезировать находящуюся распоряжении информацию и принимать на этой основе адекватные решения; ставить и решать прикладные исследовательские задачи; оценивать результаты исследований Владеет способностью ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения; навыками выбора и использования		

		математических средств научных исследований		
4	ИПК-2.4 Демонстрирует навыки логичного и последовательного изложения материала научного исследования в устной и письменной форме	Знает основные понятия комбинаторных алгоритмов, определения и свойства математических объектов, используемых в этой области, формулировки утверждений, методы их доказательства, Умеет выделять основные методы исследования Владеет методами анализа и синтеза научной информации		
5	ИПК-2.5 Применяет в профессиональной деятельности методику разработки и реализации алгоритмов на базе языков высокого уровня и пакетов прикладных программ моделирования	Знает основы программирования, основы построения компьютерных моделей Умеет применять методы разработки и применения алгоритмических и программных решений Владеет 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.

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 ?».

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

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

Гайденок 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.

**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 учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

1. Бабичева И. В. Дискретная математика. Контролирующие материалы к тестированию : 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: множе-

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

4. 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>

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

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:
Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>

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. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	1. Microsoft Windows 10 2. Microsoft Office PowerPoint Professional Plus.
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель	
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ.	Мебель: учебная мебель	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	1. Microsoft Windows 10 2. Microsoft Office PowerPoint Professional Plus.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное обо-	1. Microsoft Windows 10 2. Microsoft Office PowerPoint Professional Plus.

	рудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
--	---	--