

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

Т. А. Хагуров

подпись

« 31 »

2024 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.ДВ.06.01 АЛГОРИТМЫ НА ОРИЕНТИРОВАННЫХ  
ГРАФАХ**

Направление подготовки/специальность	02.03.01 Математика и компьютерные науки
Направленность (профиль) / специализация	Современная алгебра и криптография
Форма обучения	Очная
Квалификация	Бакалавр

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.06.01 Алгоритмы на ориентированных графах составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки

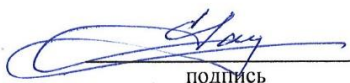
Программу составил(и):

И.В. Сухан, ст. препод. кафедры вычислительной математики и информатики

  
подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.06.01 Алгоритмы на ориентированных графах утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики  
протокол № 16 «7» мая 2024 г.  
Заведующий кафедрой вычислительной математики и информатики

Гайденко С.В.  
фамилия, инициалы

  
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Математики и компьютерных наук  
протокол № 3 «14» мая 2024 г.  
Председатель УМК факультета

Шмалько С.П.  
фамилия, инициалы

  
подпись

Рецензенты:

Уртенев М.Х., д.-р. физ.-мат.н., профессор, заведующий кафедрой прикладной математики Кубанского государственного университета

Луценко Е.В., д.-р. э.н., канд. тех.н., профессор кафедры компьютерных технологий и систем Кубанского государственного аграрного университета

## **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.

Кроме того, студенты должны уметь реализовать эти алгоритмы на персональном компьютере в виде программ.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

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

Курс опирается на знания, полученные студентами в рамках дисциплин «Языки и технологии программирования», «Дискретная математика», «Комбинаторные алгоритмы» или «Теория графов».

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

В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 4 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

### **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 (УК/ОПК/ПК):

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики	
ИПК-3.3 Демонстрирует навыки исследования вычислительной устойчивости решений алгебраических систем и дискретных аналогов дифференциальных задач	Знает основные типы объектов и структур, изучаемых теорией графов
	Умеет решать задачи теоретического и прикладного характера из различных разделов комбинаторных алгоритмов
	Владеет математическим аппаратом комбинаторных алгоритмов
ПК-5 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования	
ИПК-5.1 Анализирует поставленные задачи и выбирает эффективные математические методы при создании алгоритмов и вычислительных программ для решения современных задач математики и механики	Знает основные понятия теории графов, типовые методы, используемые при работе с графами, орграфами,
	Умеет осуществлять подбор эффективных алгоритмов для решения задач теоретического и прикладного характера из различных сфер применения теории графов
	Владеет математическим аппаратом теории графов
ИПК-5.2 Описывает математические модели,	Знает различные свойства графов и связанных с ними

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
формулирует, теоретически обосновывает и реализует программно численные методы для решения поставленных задач	объектов Знает формулировки основополагающих утверждений, возможные сферы их приложений
	Умеет разработать программную реализацию выбранного алгоритма, произвести отладку программы и интерпретировать результаты ее работы
	Владеет методами произведения отладки программы и интерпретации результатов ее работы
ИПК-5.3 Применяет в профессиональной деятельности методику исследования и создания новых моделей, методов и технологий в математике, механике и естественных науках	Знает постановки классических задач теории графов, возможные сферы их приложений, основы построения компьютерных моделей
	Умеет строить модели объектов и понятий на основе теории графов.
	Владеет навыками алгоритмизации основных задач теории графов
ИПК-5.4 Обладает навыками математического и алгоритмического моделирования социальных процессов	Знает основные понятия теории графов и комбинаторных алгоритмов, определения и свойства математических объектов, используемых в этой области; постановки оптимизационных задач и методы их решения; формулировки основных утверждений
	Знает типовые методы, используемые при работе с графами, орграфами, мультиграфами и сетями, постановки наиболее известных задач на графах и сетях и эффективные алгоритмы их решения
	Умеет осуществлять подбор эффективных алгоритмов для решения задач на графах
	Умеет разработать программную реализацию выбранного алгоритма, произвести отладку программы и интерпретировать результаты ее работы
	Умеет формулировать прикладные и теоретические задачи на языке графов и сетей
Владеет навыками разработки программной реализации выбранного алгоритма и отладки программы и интерпретации результатов ее работы	

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
		7 семестр (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>44,3</b>	<b>44,3</b>
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
занятия лекционного типа	14	14
лабораторные занятия	26	26
<b>Иная контактная работа:</b>	<b>4,3</b>	<b>4,3</b>
Контроль самостоятельной работы	4	4

(КСР)		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>37</b>	<b>37</b>
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.)	20	20
Подготовка к текущему контролю	15	15
<b>Контроль:</b>	<b>26,7</b>	<b>26,7</b>
Подготовка к экзамену	26,7	26,7
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>44,3</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>3</b>

## 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	
1	Основные понятия, связанные с ориентированными графами. Достижимость и компоненты	8	2	2	4
2	Матрицы, ассоциированные с орграфами	8	2	2	4
3	Контурные в графах. База и ядро	8	2	2	4
4	Упорядочивание дуг и вершин орграфа	8	2	2	4
5	Экстремальные пути на графах	14	2	6	6
6	Потоки в сетях	14	2	6	6
7	Приложения задачи о максимальном потоке	17	2	6	9
	<b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>	<b>77</b>	<b>14</b>	<b>26</b>	<b>37</b>
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4			
	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.

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	Основные понятия, связанные с ориентированными графами. Достижимость и компоненты.	Основные определения. Полустепени исхода и захода. Исток и сток. Маршруты, пути, цепи. Связность. Конденсация.	Опрос
2	Матрицы, ассоциированные с орграфами	Матричное представление графов. Матрицы смежности, инцидентности, достижимости, контрдостижимости. Сильные компоненты в орграфе	Опрос
3	Контурные в графах. База и ядро.	Эйлеровы и гамильтоновы контурные в орграфе. Понятия базы и ядра в орграфе.	Опрос

4	Упорядочивание дуг и вершин орграфа	Упорядочивание элементов орграфов. Особенности алгоритмов теории графов	Опрос
5	Экстремальные пути на графах	Выявление маршрутов с заданным количеством ребер. Определение экстремальных путей. Метод Шимбелла. Нахождение кратчайших путей. Алгоритм Дейкстры. Алгоритм Беллмана-Мура. Алгоритм нахождения максимального пути.	Опрос
6	Потоки в сетях	Теорема Форда-Фалкерсона. Поток минимальной стоимости. Элементы сетевого планирования. Сетевые и линейные графики.	Опрос
7	Приложения задачи о максимальном потоке	Транспортная задача по критерию времени. Задача об оптимальном назначении.	Опрос

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

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Основные понятия, связанные с ориентированными графами. Достижимость и компоненты.	Достижимость и компоненты. Сильные компоненты в орграфе Матричное представление графов.	ЛР
2.	Матрицы, ассоциированные с орграфами	Матрицы смежности, инцидентности, достижимости, контр-достижимости	ЛР
3.	Контурные в графах. База и ядро.	Эйлеровы и гамильтоновы контуры в орграфе. Понятия базы и ядра в орграфе	ЛР
4.	Упорядочивание дуг и вершин орграфа	Упорядочивание элементов орграфов. Выявление маршрутов с заданным количеством ребер	ЛР
5.	Экстремальные пути на графах	Определение экстремальных путей. Метод Шимбелла.	ЛР
6.		Нахождение кратчайших путей. Алгоритм Дейкстры	ЛР
7.		Нахождение кратчайших путей. Алгоритм Беллмана-Мура.	ЛР
8.	Потоки в сетях	Потоки в сетях. Теорема Форда-Фалкерсона.	ЛР
9.		Поток минимальной стоимости.	ЛР
10.		Алгоритм нахождения максимального пути.	ЛР
11.	Приложения задачи о максимальном потоке	Транспортная задача по критерию времени.	ЛР
12.		Задача об оптимальном назначении.	ЛР
13.		Контрольная работа	

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	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 14 от 14.06.2017 г.

	электронных источников информации по заданной проблеме	
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 «Алгоритмы на ориентированных графах».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме перечня вопросов для устного опроса, типовых заданий к контрольной 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-3.3 Демонстрирует навыки исследования вычислительной устойчивости решений алгебраических систем и дискретных аналогов дифференциальных задач	Знает основные типы объектов и структур, изучаемых теорией графов Умеет решать задачи теоретического и прикладного характера из различных разделов комбинаторных алгоритмов Владеет математическим аппаратом комбинаторных алгоритмов	Вопросы для устного (письменного) опроса по теме, разделу Контрольная работа	Вопросы и задания к экзамену
2	ИПК-5.1 Анализирует поставленные задачи и выбирает эффективные математические методы при создании алгоритмов и вычислительных программ для решения современных задач математики и механики	Знает основные понятия теории графов, типовые методы, используемые при работе с графами, орграфами, Умеет осуществлять подбор эффективных алгоритмов для решения задач теоретического и прикладного характера из различных сфер применения теории графов Владеет математическим аппаратом теории графов		



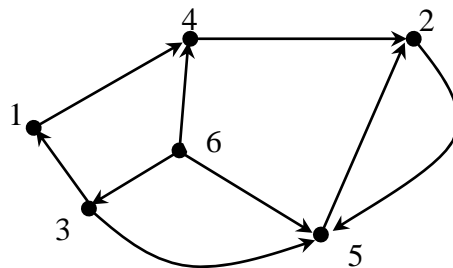
3	ИПК-5.2 Описывает математические модели, формулирует, теоретически обосновывает и реализует программно численные методы для решения поставленных задач	Знает различные свойства графов и связанных с ними объектов, формулировки основополагающих утверждений, возможные сферы их приложений Умеет разработать программную реализацию выбранного алгоритма, произвести отладку программы и интерпретировать результаты ее работы Владеет методами произведения отладки программы и интерпретации результатов ее работы		
4	ИПК-5.3 Применяет в профессиональной деятельности методику исследования и создания новых моделей, методов и технологий в математике, механике и естественных науках	Знает постановки классических задач теории графов, возможные сферы их приложений, основы построения компьютерных моделей Умеет строить модели объектов и понятий на основе теории графов. Владеет навыками алгоритмизации основных задач теории графов		
5	ИПК-5.4 Обладает навыками математического и алгоритмического моделирования социальных процессов	Знает основные понятия теории графов и комбинаторных алгоритмов, определения и свойства математических объектов, используемых в этой области; постановки оптимизационных задач и методы их решения; формулировки основных утверждений Знает типовые методы, используемые при работе с графами, орграфами, мультиграфами и сетями, постановки наиболее известных задач на графах и сетях и эффективные алгоритмы их решения Умеет осуществлять подбор эффективных алгоритмов для решения задач на графах Умеет разработать программную реализацию выбранного алгоритма, произвести отладку программы и интерпретировать результаты ее работы Умеет формулировать прикладные и теоретиче-		

		ские задачи на языке графов и сетей Владеет навыками разработки программной реализации выбранного алгоритма и отладки программы и интерпретации результатов ее работы		
--	--	--	--	--

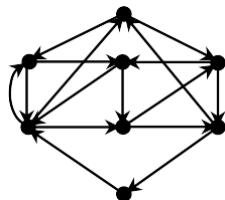
**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### Типовые задания для самостоятельных (контрольных) работ

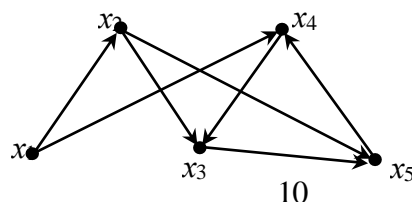
1. Опишите строение орграфа порядка  $n$  без параллельных дуг, удовлетворяющих для каждой вершины одному из следующих условий: а)  $d^+(v) = 0$ ; б)  $d^-(v) = 0$ ; в)  $d^+(v) = n$ ; г)  $d^-(v) = n$ .
2. Покажите, что в любом бесконтурном орграфе есть и вершина с нулевой полустепенью захода, и вершина с нулевой полустепенью исхода.
3. Орграф задан рисунком, представить граф матрицей смежности вершин, смежности дуг, инцидентности, матрицы достижимости, контрдостижимости. Найдите сильные компоненты графа



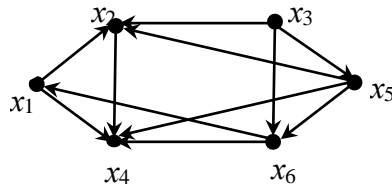
4. В орграфе, изображенном на рисунке, найдите контуры длиной 2, 3, 4, 5, 6; циклическую эйлерову цепь; гамильтонов контур.



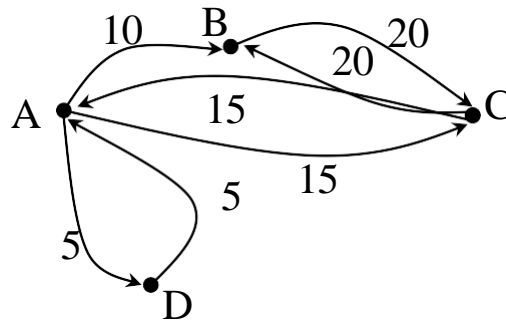
5. Укажите орграф наименьшего порядка без петель, который не содержит ядра.
6. Найти матрицы сильных компонент и маршрутов длины три для графа



7. Упорядочьте, если это возможно, вершины и дуги орграфов графическим и матричным способом. Постройте наглядные изображения изоморфных графов



8. Найдите кратчайшие и максимальные пути длины 2 и 3 в графе  $G$



9. По заданной матрице весов графа  $G$  найти величину минимального (а затем максимального) пути и сам путь от вершины  $x_1$  до вершины  $x_6$  или  $x_7$  по алгоритму Дейкстры.

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$
$x_1$	—	4	5	10	11	$\infty$
$x_2$	$\infty$	—	11	3	5	$\infty$
$x_3$	$\infty$	$\infty$	—	6	7	8
$x_4$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	—	6	$\infty$
$x_5$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	—	8
$x_6$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	—

10. По заданной матрице весов графа  $G$  найти величину минимального (а затем максимального) пути и сам путь от вершины  $x_1$  до вершины  $x_6$  или  $x_7$  по алгоритму Беллмана – Мура.

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$
$x_1$	—	7	5	$\infty$	9	$\infty$
$x_2$	$\infty$	—	-8	4	$\infty$	$\infty$
$x_3$	$\infty$	$\infty$	—	3	6	$\infty$
$x_4$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	—	$\infty$	8
$x_5$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	-4	—	6
$x_6$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	—

11. Граф задан матрицей весов. Найти длину максимального пути из вершины  $x_1$  в  $x_6$  и сам этот путь.

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$
$x_1$	—	6	11	5	$\infty$	$\infty$
$x_2$	$\infty$	—	$\infty$	6	7	6
$x_3$	$\infty$	-5	—	$\infty$	6	$\infty$
$x_4$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	—	-4	5
$x_5$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	—	7
$x_6$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	—

12. По данной матрице пропускных способностей дуг орграфа найти максимальный поток от вершины  $s = x_1$  до  $t = x_7$  и указать минимальный разрез, отделяющий  $s$  от  $t$

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$
$x_1$	—	—	15	12	—	11	—
$x_2$	—	—	—	17	12	—	14
$x_3$	—	—	—	—	17	15	21
$x_4$	—	—	—	—	16	25	—
$x_5$	—	—	—	—	—	13	—
$x_6$	—	13	—	—	—	—	10
$x_7$	—	—	—	—	—	—	—

13. В таблице указаны запасы  $a_i$  некоторого однородного груза, находящегося у поставщиков  $A_i$ . Этот груз необходимо доставить за минимальное время получателям  $B_j$ , потребности  $b_j$  которых известны. В таблице приведены и продолжительности  $t_{ij}$  доставки груза (независимо от объема поставки) каждым поставщиком  $A_i$  каждому потребителю  $B_j$ . Составьте реализуемый за минимальное время план перевозок, при котором спрос потребителей удовлетворяется полностью.

$a_i \backslash b_j$	13	5	2
9	3	10	6
7	4	2	5
4	7	4	8

14. Найдите оптимальное распределение работ между исполнителями с учетом их возможностей, оцениваемых элементами данной матрицы, и исходя из указанного начального распределения

	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$
$P_1$	1	0	1	0
$P_2$	0	1	1	1
$P_3$	1	0	0	1
$P_4$	1	0	0	1

Работы  $P_1, P_2, P_3$  первоначально закреплены за исполнителями  $I_1, I_2, I_4$  соответственно.

**Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:**

ПК-3, ПК-5

### Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации

#### Вопросы для подготовки к экзамену

1. Основные определения. Полуостепени исхода и захода. Исток и сток.
2. Маршруты, пути, цепи.
3. Связность. Конденсация.
4. Матричное представление графов. Матрицы смежности, инцидентности, достижимости, контрдостижимости.
5. Сильные компоненты в орграфе.
6. Эйлеровы и гамильтоновы контуры в орграфе.
7. Понятия базы и ядра в орграфе.
8. Упорядочивание элементов орграфов. Особенности алгоритмов теории графов
9. Выявление маршрутов с заданным количеством ребер.
10. Определение экстремальных путей. Метод Шимбелла.
11. Нахождение кратчайших путей. Алгоритм Дейкстры.
12. Алгоритм Беллмана-Мура.
13. Алгоритм нахождения максимального пути.
14. Теорема Форда-Фалкерсона. Поток минимальной стоимости.
15. Элементы сетевого планирования. Сетевые и линейные графики.
16. Транспортная задача по критерию времени.
17. Задача об оптимальном назначении.

## Билеты к экзамену

Кубанский государственный университет  
Факультет математики и компьютерных наук

### БИЛЕТ №1

по дисциплине «Алгоритмы на ориентированных графах»

1. Основные определения. Полустепени исхода и захода. Исток и сток.
2. Задача об оптимальном назначении.
3. Задача.

Заведующий кафедрой  
вычислительной математики  
и информатики

Гайденко С.В.

Кубанский государственный университет  
Факультет математики и компьютерных наук

### БИЛЕТ №2

по дисциплине «Алгоритмы на ориентированных графах»

1. Маршруты, пути, цепи.
2. Транспортная задача по критерию времени.
3. Задача.

Заведующий кафедрой  
вычислительной математики  
и информатики

Гайденко С.В.

Кубанский государственный университет  
Факультет математики и компьютерных наук

БИЛЕТ №3

по дисциплине «Алгоритмы на ориентированных графах»

1. Связность. Конденсация.
2. Элементы сетевого планирования. Сетевые и линейные графики.
3. Задача.

Заведующий кафедрой  
вычислительной математики  
и информатики

Гайденко С.В.

Кубанский государственный университет  
Факультет математики и компьютерных наук

БИЛЕТ №4

по дисциплине «Алгоритмы на ориентированных графах»

1. Матричное представление графов. Матрицы смежности, инцидентности, достижимости, контрдостижимости.
2. Теорема Форда-Фалкерсона. Поток минимальной стоимости.
3. Задача.

Заведующий кафедрой  
вычислительной математики  
и информатики

Гайденко С.В.

Кубанский государственный университет  
Факультет математики и компьютерных наук

БИЛЕТ №5

по дисциплине «Алгоритмы на ориентированных графах»

1. Сильные компоненты в орграфе.
2. Алгоритм Беллмана-Мура.
3. Задача.

Заведующий кафедрой  
вычислительной математики  
и информатики

Гайденко С.В.

Кубанский государственный университет  
Факультет математики и компьютерных наук

БИЛЕТ №6

по дисциплине «Алгоритмы на ориентированных графах»

1. Эйлеровы и гамильтоновы контуры в орграфе.
2. Нахождение кратчайших путей. Алгоритм Дейкстры.
3. Задача.

Заведующий кафедрой  
вычислительной математики  
и информатики

Гайденко С.В.



Кубанский государственный университет  
Факультет математики и компьютерных наук

БИЛЕТ №7

по дисциплине «Алгоритмы на ориентированных графах»

1. Понятия базы и ядра в орграфе.
2. Определение экстремальных путей. Метод Шимбелла.
3. Задача.

Заведующий кафедрой  
вычислительной математики  
и информатики

Гайденко С.В.

Кубанский государственный университет  
Факультет математики и компьютерных наук

БИЛЕТ №8

по дисциплине «Алгоритмы на ориентированных графах»

1. Упорядочивание элементов орграфов. Особенности алгоритмов теории графов
2. Выявление маршрутов с заданным количеством ребер.
3. Задача.

Заведующий кафедрой  
вычислительной математики  
и информатики

Гайденко С.В.

**Образцы задач для экзамена**

**1.** Упорядочьте, если это возможно, вершины и дуги орграфов, заданных матрицами смежности вершин, графическим и матричным способом. Постройте наглядные изображения изоморфных графов

**2.** По заданной матрице весов графа  $G$  найти величину минимального (а затем максимального) пути и сам путь от вершины  $x_1$  до вершины  $x_6$  или  $x_7$  по алгоритму Дейкстры.

**3.** По заданной матрице весов графа  $G$  найти величину минимального (а затем максимального) пути и сам путь от вершины  $x_1$  до вершины  $x_6$  или  $x_7$  по алгоритму Беллмана – Мура.

4. На сети с истоком  $I$  и стоком  $S$  построить поток максимальной мощности. Выписать ребра, образующие разрез минимальной пропускной способности. Для удобства на рисунке пропускные способности указаны в скобках в одну и другую сторону

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

##### 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 зачете;
- 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. Болотюк, В. А. Практикум и индивидуальные задания по элементам теории графов (типовые расчеты) : учебное пособие для вузов / В. А. Болотюк, Л. А. Болотюк. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-8761-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/200357> (дата обращения: 22.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Дзержинский, Р. И. Теория графов : учебное пособие / Р. И. Дзержинский, Б. А. Крынецкий. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 104 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/311000> (дата обращения: 22.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Игнатъев, А. В. Теория графов. Лабораторные работы : учебное пособие / А. В. Игнатъев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 64 с. — ISBN 978-5-8114-9603-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/230342> (дата обращения: 22.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Карпов, Д. В. Теория графов : учебное пособие / Д. В. Карпов. — Москва : МЦНМО, 2022. — 555 с. — ISBN 978-5-4439-3690-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/305501> (дата обращения: 22.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. 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

6. Сухан И. В. Ориентированные графы: учебное пособие / И. В. Сухан. — изд. 2-е, испр. — Краснодар, КубГУ, 2019. — 124 с.

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

	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)	
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 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.