



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

Дискретная математика и математическая кибернетика

Абрамов А.Л.

(подпись) (Ф.И.О)

« 9 » июля 2020 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
математических методов в экономике

Величко А.С.

(подпись) (Ф.И.О.)

« 9 » июля 2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дискретная математика и математическая кибернетика**

Направление подготовки 01.06.01 Математика и механика

Профиль «Дискретная математика и математическая кибернетика»

Форма подготовки (очная)

курс  2  семестр  4

лекции  18  час.

практические занятия  18  час.

лабораторные работы  не предусмотрены.

с использованием МАО лек.   /пр.   /лаб.   час.

всего часов контактной работы  36  час.

в том числе с использованием МАО   час., в электронной форме   час.

самостоятельная работа  72  час.

в том числе на подготовку к экзамену  18  час.

курсовая работа / курсовой проект   семестр

зачет   семестр

экзамен  4  семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 30.07.2014 № 866

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математических методов в экономике, протокол № 12 от «7» июля 2020 г.

Заведующий (ая) кафедрой математических методов в экономике канд.тех.наук,  
А.С.Величко

Составитель (ли): канд.тех.наук, профессор кафедры математических методов в экономике  
А.Л. Абрамов

**Оборотная сторона титульного листа**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры / академического департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой / директор академического департамента

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры (академического департамента):**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой / директор академического департамента

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

## **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Дискретная математика и математическая кибернетика»**

Дисциплина «Дискретная математика и математическая кибернетика» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе направления подготовки – 01.06.01 Математика и механика, профиль «Дискретная математика и математическая кибернетика», форма подготовки очная и входит в вариативную часть, обязательные дисциплины учебного плана: Б1.В.ОД

Трудоемкость – 5 з.е. (180 часов). Дисциплина включает в себя 18 часов лекций (из них 9 в интерактивной форме), 36 часов практических занятий (из них 9 в интерактивной форме) и 126 часа самостоятельной работы, из которых 18 часов отводится на экзамен. Обучение осуществляется в 4 семестре. Форма промежуточной аттестации: экзамен (4 семестр).

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 года № 866 и учебным планом подготовки аспирантов по профилю «Дискретная математика и математическая кибернетика».

**Цель** изучения дисциплины – развитие способности и готовности формулировать, равновесные и экстремальные задачи на сетях и графах, разрабатывать и реализовывать алгоритмы решения задач с помощью современных программных систем, оценивать работоспособность и эффективность алгоритмов, обосновывать адекватность используемых моделей, самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

### **Задачи:**

– освоить понятия, гипотезы, теоремы, физико-математические модели, численные алгоритмы и программы, методы экспериментального исследования свойств явлений, процессов, составляющие содержание дисциплины;

– уметь использовать полученные знания и умения в научно-производственной и социально-экономической сфере.

Для успешного изучения дисциплины «Дискретная математика и математическая кибернетика» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

– способность к абстрактному мышлению, анализу и синтезу

– способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках

– готовность к саморазвитию, самореализацию, использованию творческого потенциала

– способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики

В результате изучения дисциплины у аспирантов формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знает	методы научных исследований и основы организации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики
	Умеет	использовать современные методы исследований в области математики и механики
	Владеет	информационно-коммуникационными технологиями исследований в области математики и механики
ПК-2 Способность и готовность формулировать равновесные и экстремальные задачи на сетях и графах, обнаруживать соответствующие явления в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях в рамках теории исследования операций, обосновывать адекватность используемых моделей	Знает	равновесные и экстремальные задачи на сетях и графах в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методы обоснования адекватности используемых моделей
	Умеет	обнаруживать явления, моделируемые экстремальными постановками задач на сетях и графах, в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, обосновывать адекватность используемых моделей
	Владеет	методами решения равновесных и экстремальных задачи на сетях и графах в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методами обоснования адекватности используемых моделей
ПК-3 Способность и готовность разрабатывать и реализовывать методы минимизации функций и алгоритмы решения равновесных и экстремальных задач на сетях и	Знает	алгоритмы решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров», методы оценки работоспособности и эффективности алгоритмов
	Умеет	разрабатывать и реализовывать алгоритмы решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров» в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях с помощью

<p>графах и задач обнаружения явления «малых миров» в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях с помощью современных программных систем, оценивать работоспособность и эффективность алгоритмов</p>		<p>современных программных систем, оценивать работоспособность и эффективность алгоритмов</p>
	<p>Владеет</p>	<p>методами проектирования и разработки алгоритмов решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров», методами оценки работоспособности и эффективности алгоритмов</p>

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(18 час., в том числе 9 час. с использованием методов активного обучения)

### Раздел 1. Кратчайшие пути (2 час.)

Поиск кратчайшего пути между заданными вершинами в графе. Алгоритм Дейкстры поиска кратчайшего пути. Пример. Обоснование алгоритма Дейкстры. Экономические аспекты применения задачи. Поиск  $k$  кратчайших путей в графе. Алгоритм двойного поиска. Пример. Экономические аспекты применения задачи.

### Раздел 2. Остовные деревья в графе (2 час.)

Поиск всех остовных деревьев в графе. Алгоритм построения всех остовных деревьев в графе. Пример. Обновление алгоритма построения всех остовных деревьев в графе. Экономические аспекты применения задачи.

Наикратчайшее остовное дерево. Алгоритм Краскала. Пример. Алгоритм Прима. Пример. Экономические аспекты применения задачи.

*Интерактивная форма 1 часа проблемная лекция.*

### Раздел 3. Гамильтоновы циклы (2 час.)

Поиск всех гамильтоновых циклов. Алгебраический метод. Алгоритм алгебраического метода. Пример. Экономические аспекты применения задачи. Наикратчайший гамильтонов цикл. Метод ветвей и границ. Алгоритм метода ветвей и границ. Пример. Экономические аспекты применения задачи.

### Раздел 4. Паросочетания и покрытия (2 час.)

Основные понятия и определения по теме “паросочетания и покрытия”. Паросочетание максимальной мощности. Алгоритм построения чередующегося дерева. Пример. Алгоритм построения паросочетания максимальной мощности. Пример. Обоснование алгоритма построения паросочетания максимальной мощности. Паросочетание максимального веса. Алгоритм Эдмондса – Джонсона. Пример. Построение от паросочетания к

покрытию. Построение от покрытия к паросочетанию. Экономические аспекты применения задач.

*Интерактивная форма 1 часа проблемная лекция.*

#### **Раздел 5. Потоки в сетях (4 час.)**

Основные понятия и определения. Максимальный поток. Алгоритм поиска увеличивающей цепи. Пример. Алгоритм поиска максимального потока. Пример. Экономические аспекты применения задачи. Поток минимальной стоимости. Алгоритм поиска потока минимальной стоимости. Пример. Обоснование алгоритма поиска потока минимальной стоимости. Экономические аспекты применения задачи. Максимально динамический поток. Алгоритм поиска максимально динамического потока. Обоснование алгоритма поиска максимально динамического потока. Экономические аспекты применения задачи. Поток наискорейшего прибытия. Алгоритм поиска потока наискорейшего прибытия. Пример. Обоснование алгоритма поиска потока наискорейшего прибытия. Экономические аспекты применения задачи.

*Интерактивная форма 2 часа лекция беседа.*

#### **Раздел 6. Центры графов и сетей (4 час.)**

Главный центр. Абсолютный центр. Главный абсолютный центр. Метод Хакими (нахождение абсолютного центра). Пример. Модифицированный метод Хакими (нахождение абсолютного центра). Пример. Итерационный метод (нахождение абсолютного центра). Пример. Экономические аспекты применения задачи. Главный абсолютный центр. Метод Хакими (нахождение главного абсолютного центра). Пример. Модифицированный метод Хакими (нахождение главного абсолютного центра). Пример. Экономические аспекты применения задачи.

*Интерактивная форма 2 часа научная дискуссия.*

#### **Раздел 7. Изоморфизмы графов (2 час.)**

Основные понятия и определения. Постановка задачи поиска изоморфизма графов. Определение и классификация задач на сопоставление графов. Строгое и нестрогое сопоставление графов. Сопоставление графов с использованием фиктивных вершин. Соответствие графов, разрешающее более одного соответствия для каждой вершины. Сложность сопоставления графов. Строгое соответствие графов: изоморфизм графов. Строгое соответствие подграфов: изоморфизм подграфов. Нестрогое соответствие графов: гомоморфизмы графов и подграфов.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(36 час., в том числе 9 час. с использованием методов активного обучения)**

**Практические занятия (36/ \_\_ час.)**

**Занятие 1-2. Кратчайшие пути (4 час.)**

**Занятие 3-4. Остовные деревья в графе (4 час.)**

**Занятие 5-6. Гамильтоновы циклы (4 час.)**

**Занятие 7-8. Паросочетания и покрытия (4 час.)**

**Занятие 9-11. Потоки в сетях (6 час.)**

**Занятие 12-14. Центры графов и сетей (6 час.)**

**Занятие 15-18. Изоморфизмы графов (8 час.)**

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Дискретная математика и математическая кибернетика» представлено в приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Кратчайшие пути	ОПК-1; ПК-2, ПК-3	Знает	Собеседование	Вопросы для подготовки к экзамену 1
			Умеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 1
			Владеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 1
2	Раздел 2. Остовные деревья в графе	ОПК-1; ПК-2, ПК-3	Знает	Собеседование	Вопросы для подготовки к экзамену 2
			Умеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 2

			Владеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 2
3	Раздел 3. Гамильтоновы циклы	ОПК-1; ПК-2, ПК-3	Знает	Собеседование	Вопросы для подготовки к экзамену 3
			Умеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 3
			Владеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 3
4	Раздел 4. Паросочетания и покрытия	ОПК-1; ПК-2, ПК-3	Знает	Собеседование	Вопросы для подготовки к экзамену 4
			Умеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 4
			Владеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 4
5	Раздел 5. Поток в сетях	ОПК-1; ПК-2, ПК-3	Знает	Собеседование	Вопросы для подготовки к экзамену 5
			Умеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 5
			Владеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 5
6	Раздел 6. Центры графов и сетей	ОПК-1; ПК-2, ПК-3	Знает	Собеседование	Вопросы для подготовки к экзамену 6
			Умеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 6
			Владеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 6
7	Раздел 7. Изоморфизмы графов	ОПК-1; ПК-2, ПК-3	Знает	Собеседование	Вопросы для подготовки к экзамену 7
			Умеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 7
			Владеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 7

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении 2.



## У. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Горлач, Б.А. Исследование операций / Б.А. Горлая. — СПб.: Лань, 2013. — 442 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4865](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4865)
2. Есипов, Б.А. Методы исследования операций / Б.А. Есипов. — СПб.: Лань, 2013. — 300 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=10250](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10250)

### Дополнительная литература

1. Певзнер, Л.Д. Практикум по математическим основам теории систем / Л.Д. Певзнер. — СПб.: Лань, 2013. — 400с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=10254](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10254)
2. Ржевский, С.В. Исследование операций / С.В. Ржевский. — СПб.: Лань, 2013. — 476 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=32821](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32821)
3. Кирсанов, М.Н. Графы в Maple. Задачи, алгоритмы, программы / М.Н. Кирсанов. — М.: Физматлит, 2006. — 168с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2738](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2738)

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система - <http://e.lanbook.com/>;
2. Студенческая электронная библиотека - <http://www.studentlibrary.ru/>;
3. Электронно-библиотечная система - <http://znanium.com/>;
4. Электронная библиотека - <http://www.nelbook.ru/>;
5. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>;
6. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>;
7. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>;
8. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>;
9. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>;

### Перечень информационных технологий и программного обеспечения

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено	Перечень программного обеспечения
-------	---	-----------------------------------

	<b>программное обеспечение, количество рабочих мест</b>	
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D733a. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: компьютерный класс	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18.
2.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D732. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 07,

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

В процессе изучения дисциплины «Дискретная математика и математическая кибернетика» предлагаются разнообразные методы и средства освоения учебного материала: лекции, лабораторные работы, коллоквиумы, тестирование, самостоятельная работа аспирантов.

### **Лекции**

**Лекция** – основная активная форма аудиторных занятий, необходимая для разъяснения основополагающих теоретических разделов. Предполагает интенсивную умственную деятельность аспиранта. Лекция носит познавательный, развивающий, воспитательный и организующий характер. Конспект лекций помогает усвоить теоретический материал дисциплины. При слушании лекции надо конспектировать ее рубрикации, терминологию, ключевые слова, определения, формулы, графические схемы. Конспект является полезным, когда он пишется самим аспирантом. Можно разработать собственную схему сокращения слов. Название тем, параграфов можно выделять цветными маркерами.

При домашней работе с конспектом лекций необходимо использовать основной учебник и дополнительную литературу, которые рекомендованы по данной дисциплине. Именно такая серьезная работа аспиранта с лекционным материалом позволяет достичь ему успехов в овладении новыми знаниями.

При изложении лекционного курса по дисциплине «Дискретная математика и математическая кибернетика» в качестве форм интерактивного обучения используются: лекция-беседа, лекция-визуализация, лекция пресс-консультация, которые строятся на базе предшествующих знаний и знаний смежных дисциплин. Для иллюстрации словесной информации применяются презентации, интерактивная доска, таблицы, схемы. По ходу изложения

лекционного материала ставятся проблемные и провоцирующие вопросы, включаются элементы дискуссии.

**Лекция-визуализация.** Чтение лекции сопровождается компьютерной презентацией с базовыми текстами (заголовки, формулировки, ключевые слова и термины), иллюстрациями микроскопических и ультрамикроскопических изображений клеток и тканей, рисованием схем и написанием формул на интерактивной доске, производится демонстрация наглядных таблиц и слайдов, что способствует лучшему восприятию излагаемого материала. Лекция - визуализации требует определенных навыков: словесное изложение материала должно сопровождаться и сочетаться с визуальной формой. Информация, изложенная в виде схем, таблиц, слайдов, позволяет формировать проблемные вопросы и способствует развитию профессионального мышления будущих специалистов.

**Лекция-беседа** – «диалог с аудиторией» – является распространенной формой интерактивного обучения и позволяет непосредственно вовлекать аспирантов в учебный процесс, так как создает прямой контакт преподавателя с аудиторией. Такой контакт достигается по ходу лекции, когда аспирантам задаются вопросы проблемного, провоцирующего или информационного характера или когда аспирантам самим предлагается задавать вопросы. Вопросы предлагаются всей аудитории, и любой из аспирантов может предложить свой ответ, другой может его дополнить. При этом от лекции к лекции выявляются активные и пассивные аспиранты, преподаватель по возможности активизирует аспирантов, которые не участвуют в работе. Такая форма лекции позволяет вовлечь всех аспирантов в работу, активизировать их внимание, мышление, получить коллективный опыт, научиться формировать вопросы. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание аспирантов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала.

**Лекция-консультация.** Преподаватель делает краткое (тезисное) сообщение. Аспиранты задают вопросы, на которые отвечает преподаватель и другие аспиранты. На основе вопросов и ответов разворачивается творческая дискуссия.

### **Практические занятия**

**Лабораторные работы.** Лабораторные работы повышают качество обучения, способствуют развитию познавательной активности у аспирантов, их логического мышления и творческой самостоятельности. В процессе выполнения лабораторных работ углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается умение применять их на практике. Аспирант учится правильно использовать методы, видеть их достоинства и недостатки, получает неоценимый опыт по использованию данных методов. Все это позволяет глубже понять теоретические Дискретная математика и математическая кибернетика. Формируются навыки научно-исследовательской работы и профессиональные компетенции.

**Коллоквиумы.** Коллоквиум – коллективная форма рассмотрения и закрепления учебного материала. Коллоквиумы являются одним из видов практических занятий, предназначенных для углубленного изучения дисциплины, проводятся в интерактивном режиме. На занятиях по теме коллоквиума разбираются вопросы, и затем вместе с преподавателем проводится их обсуждение, которое направлено на закрепление материала, формирование навыков вести полемику, развитие самостоятельности и критичности мышления, на способность аспирантов ориентироваться в больших информационных потоках, вырабатывать и отстаивать собственную позицию по проблемным вопросам учебной дисциплины.

В качестве методов интерактивного обучения на коллоквиумах используются: развернутая беседа, диспут, пресс-конференция.

**Развернутая беседа** предполагает подготовку аспирантов по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы. Доклады готовятся аспирантами по заранее предложенной тематике.

**Диспут** в группе имеет ряд достоинств. Диспут может быть вызван преподавателем в ходе занятия или же заранее планируется им. В ходе полемики аспиранты формируют у себя находчивость, быстроту мыслительной реакции.

**Пресс-конференция.** Преподаватель поручает нескольким аспирантам подготовить краткие (тезисные) сообщения. После докладов аспиранты задают вопросы, на которые отвечают докладчики и другие члены экспертной группы. На основе вопросов и ответов разворачивается творческая дискуссия вместе с преподавателем.

**Контрольные тесты.** Используется бланковое или компьютерное тестирование в режиме выбора правильных ответов, установления соответствия понятий, обозначения деталей на схемах и прочее.

Возможны также письменные контрольные работы в форме традиционных письменных ответов на ряд вопросов по пройденной теме, изложенной в лекциях и обсужденной на коллоквиумах. Несмотря на произвольность формы, в ответах обязательно использование терминов, ключевых слов и понятий, а при необходимости схем и формул. По некоторым темам предлагается решение задач.

### **Методические указания по работе с литературой**

Надо составить первоначальный список источников. Основой может стать список литературы, рекомендованный в рабочей программе курса. Для удобства работы можно составить собственную картотеку отобранных источников (фамилия авторов, заглавие, характеристики издания) в виде рабочего файла в компьютере. Такая картотека имеет преимущество, т.к. она позволяет добавлять источники, заменять по необходимости одни на другие, Первоначальный список литературы можно дополнить, используя электронный каталог библиотеки ДВФУ, при этом не стесняйтесь обращаться за помощью к сотрудникам библиотеки.

Работая с литературой по той или другой теме, надо не только прочитать, но и усвоить метод ее изучения: сделать краткий конспект, алгоритм, схему прочитанного материала, что позволяет быстрее его понять, запомнить. Не рекомендуется дословно переписывать текст.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п\п	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D733а. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: компьютерный класс	Компьютер (твердотельный диск - объемом 128 ГБ; жесткий диск - объем 1000 ГБ; форм-фактор - Tower; комплектуется клавиатурой, мышью, монитором AOC i2757Fm; комплектом шнуров эл. питания) модель - M93p1 - 13 шт
2.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D732. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Мультимедийное оборудование: Экран проекционный Projecta Elpro Large Electron, 300x173 см, размер рабочей области 290x163– 1 шт; Документ-камера Avervision CP 355 AF– 1 шт; Мультимедийный проектор, Mitsubishi FD630U, 4000 ANSI Lumen, 1920x1080– 1 шт; Сетевая видеочкамера Multipix MP-HD718– 1 шт; ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA– 1 шт; ЖК-панель 42", Full HD, LG M4214 CCBA– 1 шт; ЖК-панель 42", Full HD, LG M4214 CCBA– 1 шт;



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Дискретная математика и математическая кибернетика»**

Направление подготовки *01.06.01 Математика и механика*

Профиль *«Дискретная математика и математическая кибернетика»*

Форма подготовки (очная)

**Владивосток  
2020**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	1-4 неделя	Изучение материала лекции, учебника, подготовка к собеседованию, сдаче творческого задания.	36	Опрос перед началом занятия. Принятие сообщения о полученных результатах.
2.	5-8 неделя	Изучение материала лекции, учебника, подготовка к собеседованию, сдаче творческого задания.	36	Опрос перед началом занятия. Принятие сообщения о полученных результатах..
3.	9-13 неделя	Изучение материала лекции, учебника, подготовка к собеседованию, лабораторным работам, сдаче творческого задания.	18	Опрос перед началом занятия. Принятие сообщения о полученных результатах.
4.	14-16 неделя	Изучение материала лекции, учебника, подготовка к собеседованию, лабораторным работам, сдаче творческого задания. Выполнение отчетов по лабораторным работам.	18	Опрос перед началом занятия. Принятие сообщения о полученных результатах.
5.	17-18 неделя	Подготовка к сдаче экзамена.	18	
		ИТОГО	126	

### Методические рекомендации к самостоятельной работе аспиранта

Текущий контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения лабораторных работ (устный опрос), коллоквиумов и тестирования. На основании этих результатов аспирант получает текущие и зачетные оценки, по которым выводится итоговая оценка. Промежуточная (семестровая) аттестация проводится в форме устного зачета.

### Методические указания по подготовке к лабораторным работам и их выполнению

К лабораторным работам аспирант должен подготовиться: повторить лекционный материал, прочитать нужный раздел по теме в учебнике.

Занятие начинается с краткого устного опроса по заданной теме. Далее аспиранты работают с конкретными методами.

Для занятий необходимо иметь халат и сменную обувь. Необходимо освоить технику безопасности при работе со всеми используемыми на занятии методами, правильно оценить, сколько необходимо реактивов и расходных материалов для работы. Только после этого аспирант может начинать непосредственно работать с поставленной задачей. В конце занятия аспирант предоставляет преподавателю отчет по результатам проделанной работы с выводами.

Ответы на вопросы, выступления и активность аспирантов на занятии оцениваются текущей оценкой.

#### **Методические указания по подготовке к коллоквиумам**

Поскольку коллоквиум является коллективной формой рассмотрения и закрепления учебного материала, к нему должны готовиться все аспиранты. Коллоквиум обычно проводится в форме развернутой беседы, диспута, пресс-конференции. На каждый коллоквиум заранее объявляется тема и перечень вопросов для устных сообщений. По всем вопросам надо проработать соответствующий материал из учебника, конспекта лекций, дополнительной литературы и соответствующей лабораторной работы. Преподаватель объявляет вопрос и предлагает сделать сообщение на 5-7 минут одному из аспирантов – либо по их желанию, либо по своему выбору. После сообщения преподаватель и аспиранты задают вопросы и выступают с дополнениями и комментариями.

Ответы на вопросы, выступления и активность аспирантов на занятии оцениваются текущей оценкой.

#### **Методические указания по подготовке доклада**

По отдельным темам на коллоквиумах могут делаться более емкие и глубокие доклады – до 15-20 минут. Тема доклада может быть предложена преподавателем или выбрана аспирантом самостоятельно.

При подготовке к докладу проводится подбор литературных источников по теме из рекомендуемой основной и дополнительной литературы, а также работа с ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», указанными в рабочей программе.

Работа с текстом научных книг и учебников состоит не только в прочтении материала, необходимо провести анализ, сравнить изложение материала в разных источниках, подобрать материал таким образом, чтобы он раскрывал тему доклада. Проанализированный материал конспектируют, при этом надо избегать простого переписывания текстов без каких либо комментариев и анализа. Прямое заимствование текстов других авторов в науке не допускается, оно определяется как плагиат и является наказуемым. Цитирование небольших фрагментов (со ссылкой на автора) допускается, если надо подчеркнуть стиль или сущность авторского определения, но злоупотреблять чужими текстами нельзя. Доклад должен быть выстроен логично, материал излагается цельно, связно и последовательно, делаются выводы. Желательно, чтобы аспирант мог выразить своё мнение по обсуждаемой проблеме. Необходимо заранее продумать схемы для иллюстрации на доске или приготовить их в форме компьютерной презентации. В докладе обязательно необходимо использовать термины и ключевые слова по данной теме. После доклада проводится обсуждение с дополнениями и поправками. Оценивается как качество доклада, так и активность участников дискуссии.





МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Дискретная математика и математическая кибернетика»**

Направление подготовки *01.06.01 Математика и механика*

Профиль «*Дискретная математика и математическая кибернетика*»

Форма подготовки (очная/заочная)

**Владивосток  
2020**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знает	методы научных исследований и основы организации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики
	Умеет	использовать современные методы исследований в области математики и механики
	Владеет	информационно-коммуникационными технологиями исследований в области математики и механики
ПК-2 Способность и готовность формулировать равновесные и экстремальные задачи на сетях и графах, обнаруживать соответствующие явления в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях в рамках теории исследования операций, обосновывать адекватность используемых моделей	Знает	равновесные и экстремальные задачи на сетях и графах в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методы обоснования адекватности используемых моделей
	Умеет	обнаруживать явления, моделируемые экстремальными постановками задач на сетях и графах, в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, обосновывать адекватность используемых моделей
	Владеет	методами решения равновесных и экстремальных задачи на сетях и графах в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методами обоснования адекватности используемых моделей
ПК-3 Способность и готовность разрабатывать и реализовывать методы минимизации функций и алгоритмы решения равновесных и экстремальных задач на сетях и	Знает	алгоритмы решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров», методы оценки работоспособности и эффективности алгоритмов
	Умеет	разрабатывать и реализовывать алгоритмы решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров» в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях с помощью

<p>графах и задач обнаружения явления «малых миров» в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях с помощью современных программных систем, оценивать работоспособность и эффективность алгоритмов</p>		<p>современных программных систем, оценивать работоспособность и эффективность алгоритмов</p>
	<p>Владеет</p>	<p>методами проектирования и разработки алгоритмов решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров», методами оценки работоспособности и эффективности алгоритмов</p>

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций	Оценочные средства				
			текущий контроль	промежуточная аттестация			
1	Раздел 1. Кратчайшие пути	ОПК-1; ПК-2, ПК-3	Знает	Собеседование	Вопросы для подготовки к экзамену 1		
			Умеет			Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 1
			Владеет			Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 1
2	Раздел 2. Основные деревья в графе	ОПК-1; ПК-2, ПК-3	Знает	Собеседование	Вопросы для подготовки к экзамену 2		
			Умеет			Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 2
			Владеет			Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 2
3	Раздел 3. Гамильтоны циклы	ОПК-1; ПК-2, ПК-3	Знает	Собеседование	Вопросы для подготовки к экзамену 3		
			Умеет			Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 3
			Владеет			Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 3
4	Раздел 4. Паросочетания и покрытия	ОПК-1; ПК-2 ПК-3	Знает	Собеседование	Вопросы для подготовки к экзамену 4		

			Умеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 4
			Владеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 4
5	Раздел 5. Потоки в сетях	ОПК-1; ПК-2, ПК-3	Знает	Собеседование	Вопросы для подготовки к экзамену 5
			Умеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 5
			Владеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 5
6	Раздел 6 Центры графов и сетей	ОПК-1; ПК-2, ПК-3	Знает	Собеседование	Вопросы для подготовки к экзамену 6
			Умеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 6
			Владеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 6
7	Раздел 7 Изоморфизмы графов	ОПК-1; ПК-2 ПК-3	Знает	Собеседование	Вопросы для подготовки к экзамену 7
			Умеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 7
			Владеет	Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 7

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность	знает (пороговый уровень)	методы научных исследований и основы организации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики	сформированные представления о методах научных исследований и основах организации научно-исследовательской деятельности в области	способность сформировать представления о методах научных исследований и основах организации научно-исследовательской

ть в соответствии с профессиональной областью с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий			математики и механики	деятельности в области математики и механики
	умеет (продвинутый)	использовать современные методы исследований в области математики и механики	отбор и использование методов с учетом специфики всех дисциплин по профилю подготовки	способность отбора и использования методов с учетом специфики всех дисциплин по профилю подготовки
	владеет (высокий)	информационно-коммуникационными технологиями исследований в области математики и механики	владение информационно-коммуникационными технологиями исследований во всей профессиональной области математики и механики	способность владения информационно-коммуникационными технологиями исследований во всей профессиональной области математики и механики
ПК-2 Способность и готовность формулировать равновесные и экстремальные задачи на сетях и графах, обнаруживать соответствующие явления в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях в рамках теории исследования операций, обосновыв	знает (пороговый уровень)	равновесные и экстремальные задачи на сетях и графах в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методы обоснования адекватности используемых моделей	сформированные представления о равновесных и экстремальных задачах на сетях и графах в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методах обоснования адекватности используемых моделей	Способность представления о равновесных и экстремальных задачах на сетях и графах в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методах обоснования адекватности используемых моделей
	умеет (продвинутый)	обнаруживать явления, моделируемые экстремальными постановками задач на сетях и графах, в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, обосновывать адекватность используемых моделей	отбор и использование явлений, моделируемых экстремальными постановками задач на сетях и графах, в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, обоснование адекватности используемых моделей	Способность отбора и использования явлений, моделируемых экстремальными постановками задач на сетях и графах, в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, обоснование адекватности используемых моделей

<p>ать адекватнос ть используем ых моделей</p>	<p>владеет (высокой)</p>	<p>методами решения равновесных и экстремальных задачи на сетях и графах в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методами обоснования адекватности используемых моделей</p>	<p>владение методами решения равновесных и экстремальных задачи на сетях и графах в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методами обоснования адекватности используемых моделей</p>	<p>Способность владения методами решения равновесных и экстремальных задачи на сетях и графах в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методами обоснования адекватности используемых моделей</p>
<p>ПК-3 Способнос ть и готовность разрабатыв ать и реализовыв ать методы минимизац ии функций и алгоритмы решения равновесн ых и</p>	<p>знает (порог овый уровен ь)</p>	<p>алгоритмы решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров», методы оценки работоспособности и эффективности алгоритмов</p>	<p>сформированные представления об алгоритмах решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров», методах оценки работоспособност и эффективности алгоритмов</p>	<p>Способность представления об алгоритмах решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров», методах оценки работоспособности эффективности алгоритмов</p>
<p>экстремаль ных задач на сетях и графах и задач обнаружен ия явления «малых миров» в экономиче ских, финансовы х, социальны х и информаци онных сетях с помощью современн ых</p>	<p>умеет (продв инутый )</p>	<p>разрабатывать и реализовывать алгоритмы решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров» в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях с помощью современных программных систем, оценивать работоспособность и эффективность алгоритмов</p>	<p>отбор и использование алгоритмов решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров» в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях с помощью современных программных систем, оценка работоспособност</p>	<p>Способность отбора и использования алгоритмов решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров» в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях с помощью современных программных систем, оценка работоспособности</p>

программных систем, оценивать работоспособность и эффективность алгоритмов			и эффективности алгоритмов	эффективности алгоритмов
	владеет (высокий)	методами проектирования и разработки алгоритмов решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров», методами оценки работоспособности и эффективности алгоритмов	владение методами проектирования и разработки алгоритмов решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров», методами оценки работоспособности и эффективности алгоритмов	способность владения методами проектирования и разработки алгоритмов решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров», методами оценки работоспособности эффективности алгоритмов

## Оценочные средства для промежуточной аттестации

### Вопросы для подготовки к экзамену

по дисциплине «Дискретная математика и математическая кибернетика»

1. Кратчайшие пути.
2. Остовные деревья в графе.
3. Гамильтоновы циклы.
4. Паросочетания и покрытия.
5. Потoki в сетях.
6. Центры графов и сетей.
7. Изоморфизмы графов.

## Оценочные средства для текущего контроля

### Вопросы для коллоквиума, собеседования

по дисциплине «Дискретная математика и математическая кибернетика»

#### Раздел 1. Кратчайшие пути

1. Поиск кратчайшего пути между заданными вершинами в графе.
2. Алгоритм Дейкстры поиска кратчайшего пути.
3. Обоснование алгоритма Дейкстры. Экономические аспекты применения задачи.
4. Поиск  $k$  кратчайших путей в графе.
5. Алгоритм двойного поиска.
6. Экономические аспекты применения задачи.

#### Раздел 2. Остовные деревья в графе

1. Поиск всех остовных деревьев в графе.
2. Алгоритм построения всех остовных деревьев в графе.
3. Обонование алгоритма построения всех остовных деревьев в графе.

Экономические аспекты применения задачи.

4. Наикратчайшее остовное дерево.
5. Алгоритм Краскала.
6. Алгоритм Прима. Экономические аспекты применения задачи.

### **Раздел 3. Гамильтоновы циклы**

1. Поиск всех гамильтоновых циклов.
2. Алгебраический метод. Алгоритм алгебраического метода.

Экономические аспекты применения задачи.

3. Наикратчайший гамильтонов цикл.
4. Метод ветвей и границ.
5. Алгоритм метода ветвей и границ. Экономические аспекты применения

задачи.

### **Раздел 4. Паросочетания и покрытия**

1. Основные понятия и определения по теме “паросочетания и покрытия”.
2. Паросочетание максимальной мощности.
3. Алгоритм построения чередующегося дерева.
4. Алгоритм построения паросочетания максимальной мощности.
5. Обоснование алгоритма построения паросочетания максимальной

мощности.

6. Паросочетание максимального веса.
7. Алгоритм Эдмондса – Джонсона.
8. Построение от паросочетания к покрытию.
9. Построение от покрытия к паросочетанию. Экономические аспекты

применения задач.

### **Раздел 5. Потoki в сетях**

1. Основные понятия и определения.
  2. Максимальный поток.
  3. Алгоритм поиска увеличивающей цепи.
  4. Алгоритм поиска максимального потока. Экономические аспекты
- применения задачи.
5. Поток минимальной стоимости.
  6. Алгоритм поиска потока минимальной стоимости.
  7. Обоснование алгоритма поиска потока минимальной стоимости.

Экономические аспекты применения задачи.

8. Максимально динамический поток.
9. Алгоритм поиска максимально динамического потока.
10. Обоснование алгоритма поиска максимально динамического потока.

Экономические аспекты применения задачи.

11. Поток наискорейшего прибытия.
12. Алгоритм поиска потока наискорейшего прибытия.
13. Обоснование алгоритма поиска потока наискорейшего прибытия.

Экономические аспекты применения задачи.



## **Раздел 6. Центры графов и сетей**

1. Главный центр.
2. Абсолютный центр.
3. Главный абсолютный центр.
4. Метод Хакими (нахождение абсолютного центра).
5. Модифицированный метод Хакими (нахождение абсолютного центра).
6. Итерационный метод (нахождение абсолютного центра).  
Экономические аспекты применения задачи.
7. Главный абсолютный центр.
8. Метод Хакими (нахождение главного абсолютного центра).
9. Модифицированный метод Хакими (нахождение главного абсолютного центра). Экономические аспекты применения задачи.

## **Раздел 7. Изоморфизмы графов**

1. Основные понятия и определения.
2. Постановка задачи поиска изоморфизма графов.
3. Определение и классификация задач на сопоставление графов.
4. Строгое и нестрогое сопоставление графов.
5. Сопоставление графов с использованием фиктивных вершин.
6. Соответствие графов, разрешающее более одного соответствия для каждой вершины.
7. Сложность сопоставления графов.
8. Строгое соответствие графов: изоморфизм графов.
9. Строгое соответствие подграфов: изоморфизм подграфов.
10. Нестрогое соответствие графов: гомоморфизмы графов и подграфов.

## **Темы индивидуальных творческих проектов**

по дисциплине «Дискретная математика и математическая кибернетика»

1. Поиск кратчайшего пути между заданными вершинами в графе.
2. Алгоритм Дейкстры поиска кратчайшего пути.
3. Обоснование алгоритма Дейкстры. Экономические аспекты применения задачи.
4. Поиск  $k$  кратчайших путей в графе.
5. Алгоритм двойного поиска.
6. Экономические аспекты применения задачи.
7. Поиск всех остовных деревьев в графе.
8. Алгоритм построения всех остовных деревьев в графе.
9. Обновление алгоритма построения всех остовных деревьев в графе.  
Экономические аспекты применения задачи.
10. Наикратчайшее остовное дерево.
11. Алгоритм Краскала.
12. Алгоритм Прима. Экономические аспекты применения задачи.
13. Поиск всех гамильтоновых циклов.

14. Алгебраический метод. Алгоритм алгебраического метода. Экономические аспекты применения задачи.
15. Наикратчайший гамильтонов цикл.
16. Метод ветвей и границ.
17. Алгоритм метода ветвей и границ. Экономические аспекты применения задачи.
18. Основные понятия и определения по теме “паросочетания и покрытия”.
19. Паросочетание максимальной мощности.
20. Алгоритм построения чередующегося дерева.
21. Алгоритм построения паросочетания максимальной мощности.
22. Обоснование алгоритма построения паросочетания максимальной мощности.
23. Паросочетание максимального веса.
24. Алгоритм Эдмондса – Джонсона.
25. Построение от паросочетания к покрытию.
26. Построение от покрытия к паросочетанию. Экономические аспекты применения задач.
27. Основные понятия и определения.
28. Максимальный поток.
29. Алгоритм поиска увеличивающей цепи.
30. Алгоритм поиска максимального потока. Экономические аспекты применения задачи.
31. Поток минимальной стоимости.
32. Алгоритм поиска потока минимальной стоимости.
33. Обоснование алгоритма поиска потока минимальной стоимости. Экономические аспекты применения задачи.
34. Максимально динамический поток.
35. Алгоритм поиска максимально динамического потока.
36. Обоснование алгоритма поиска максимально динамического потока. Экономические аспекты применения задачи.
37. Поток наискорейшего прибытия.
38. Алгоритм поиска потока наискорейшего прибытия.
39. Обоснование алгоритма поиска потока наискорейшего прибытия. Экономические аспекты применения задачи.
40. Главный центр.
41. Абсолютный центр.
42. Главный абсолютный центр.
43. Метод Хакими (нахождение абсолютного центра).
44. Модифицированный метод Хакими (нахождение абсолютного центра).
45. Итерационный метод (нахождение абсолютного центра). Экономические аспекты применения задачи.
46. Главный абсолютный центр.
47. Метод Хакими (нахождение главного абсолютного центра).
48. Модифицированный метод Хакими (нахождение главного абсолютного центра). Экономические аспекты применения задачи.

49. Основные понятия и определения.
50. Постановка задачи поиска изоморфизма графов.
51. Определение и классификация задач на сопоставление графов.
52. Строгое и нестрогое сопоставление графов.
53. Сопоставление графов с использованием фиктивных вершин.
54. Соответствие графов, разрешающее более одного соответствия для каждой вершины.
55. Сложность сопоставления графов.
56. Строгое соответствие графов: изоморфизм графов.
57. Строгое соответствие подграфов: изоморфизм подграфов.
58. Нестрогое соответствие графов: гомоморфизмы графов и подграфов.