

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 11 » сентября 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Теория графов  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 10.03.01 Информационная безопасность  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Информационная безопасность (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Освоение дисциплинарных компетенций по научно-методическому аппарату теории графов и его применению в области обеспечения защиты информации.  
Изучение моделей, методов и алгоритмов теории графов и соответствующих средств компьютерной математики.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Задание графов и определение их свойств. Метрические характеристики. Оптимизационные задачи на графах. Транспортные сети. Теорема Холла. Теория Рамсея. Сети Петри. Схемы алгоритмов. Марковские цепи. Кодирование деревьев. Сетевой график и метод критического пути. Приложения теории графов в теории групп. Решение задач на графах в системах компьютерной математики.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Знает принципы использования научно-методического аппарата теории графов при обеспечении информационной безопасности	Знает организационные меры по защите информации; основные методы управления защитой информации	Зачет
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Умеет использовать научно-методический аппарат теории графов при разработке предложений по совершенствованию системы управления защитой информации	Умеет разрабатывать предложения по совершенствованию системы управления защитой информации; осуществлять планирование и организацию работы персонала, с учетом требований по защите информации	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеет навыками использования научно-методического аппарата теории и графов при выработки рекомендаций для принятия решения о модернизации систем защиты информации	Владеет навыками выработки рекомендаций для принятия решения о модернизации систем защиты информации	Индивидуальное задание

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	24	24	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	28	28	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<b>7-й семестр</b>				
Задачи на графах	12	0	14	27
Типы графов. Задание графов. Свойства графов. Нахождение кратчайших путей в графе. Потoki в сетях. Транспортная задача. Теорема Холла. Теория Рамсея				
Приложения теории графов	12	0	14	27
Графа и автоматы. Марковские цепи. Сети Петри. Кодирование деревьев. Сетевой график. Использование графов в теории групп. Граф Small World.				
<b>ИТОГО по 7-му семестру</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>54</b>
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>54</b>

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Задание графов и определение их свойств.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
2	Определение простых метрик неориентированного графа.
3	Определение множеств внутренней и внешней устойчивости ориентированного графа.
4	Нахождение кратчайших путей в графе с рёбрами единичной длины. Задача о Ханойской башне.
5	Нахождение кратчайших путей в графе с рёбрами не единичной длины. Нахождение минимального стягивающего дерева.
6	Решение задач на графах транспортных сетей
7	Нахождение трансверсальных покрытий. Анализ теорем Холла и Рамсея.
8	Задание графа автомата в State Machine File в САПР Quartus
9	Построение сети Петри.
10	Построение и анализ графа Марковской цепи в Windchill Quality Solutions
11	Перечисление деревьев. Кодирование Прюфера.
12	Построение сетевого графика
13	Нахождение автоморфизмов графов и соответствующих структур представления конечных групп.
14	Анализ графа Small World с использованием программы GRIN и Microsoft Project

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Оре О. Теория графов : пер. с англ. / О. Оре. - Москва: Наука, Физматлит, 1980.	10
2	Панюкова Т. А. Комбинаторика и теория графов : учебное пособие для вузов / Т. А. Панюкова. - Москва: Либроком, 2013.	2
3	Татт У. Т. Теория графов : пер. с англ. / У. Т. Татт. - Москва: Мир, 1988.	11
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Тюрин С. Ф. Теория графов и её приложения : практикум / С. Ф. Тюрин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.	12
2	Тюрин С. Ф. Теория графов и её приложения : учебное пособие / С. Ф. Тюрин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	10
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Методика освоения дисциплины предполагает самостоятельную работу по рекомендованной литературе с использованием чтения онлайн-изданий на сайте библиотеки ПНИПУ. Кроме того, выполняются индивидуальные задания. Приветствуется выполнение заданий в русле дисциплины по НИРС.	30
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Примеры выполнения СРС имеются в рекомендованной литературе с онлайн-доступом. Студенты, активно участвующие в НИРС, могут быть освобождены от выполнения СРС при условии участия в научно-технических конференциях и публикациях кафедры, особенно, включенных в МБЦ.	15

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Mathematica Фирмы Wolfram Research, Inc.	<a href="https://www.wolframalpha.com/">https://www.wolframalpha.com/</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Программа GRIN	<a href="http://graph-software.narod.ru/main.html">http://graph-software.narod.ru/main.html</a>	сеть Интернет; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
ПО для обработки изображений	Corel CorelDRAW Suite X4, . ( ПНИПУ 2008г.)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Mathematica Professional Version (лиц. L3263-7820*)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	<a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
База данных уязвимостей CVE Mitre	<a href="https://cve.mitre.org/">https://cve.mitre.org/</a>
Банк данных угроз безопасности информации Федеральной службы по техническому и экспортному контролю	<a href="https://bdu.fstec.ru/">https://bdu.fstec.ru/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
База данных компании EBSCO	<a href="https://www.ebsco.com/">https://www.ebsco.com/</a>

## **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Парты, стол преподавателя, компьютер Intel Pentium Dual CPU 2000, LCD 1920x1080 5ms 21,5"/Audio 2.0, клавиатура, мышь, проектор Acer P1285, экран, локальная компьютерная сеть 100МБ/сек.	100
Практическое занятие	Парты, стол преподавателя, 20 компьютеров Intel Pentium Dual CPU 2000, LCD 1920x1080 5ms 21,5"/Audio 2.0, клавиатура, мышь, проектор Acer P1285, экран, локальная компьютерная сеть 100МБ/сек. Все компьютеры с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную образовательную среду	30

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Теория графов»**

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направления подготовки:** 10.05.03 Информационная безопасность  
автоматизированных систем  
10.03.01 Информационная безопасность

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Безопасность открытых информационных  
систем  
Информационная безопасность (общий  
профиль, СУОС)

**Квалификации выпускника:** Специалист, бакалавр

**Выпускающая кафедра:** Автоматика и телемеханика

**Форма обучения:** Очная/заочная

**Курс:** 4

**Семестр:** 7

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Зачёт: 7 семестр

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ПЗ	Т/КР	КЗ	Зачет
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1</b> знать основы научно-методического аппарата теории графов и их приложения в области безопасности информационных систем. ПК-1.2; ИД-1ПК-1.2		+		+	+	ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> уметь использовать основы научно-методического аппарата теории графов и их приложения в области Совершенствования безопасности информационных систем ПК-1.2; ИД-2ПК-1.2			+	+	+	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> владеть навыками использования научно-методического аппарата теории графов в области модернизации систем защиты информации. ПК-1.2; ИД-3ПК-1.2					+	КЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по СРС, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты выполненных заданий СРС.

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Всего запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины и проведения практических занятий.

#### **Типовые задания КР1:**

1. Решить задачу о Ханойской башне.
2. Получить хроматический полином.
3. Определить трансверсальное покрытие.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, может быть использовано индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

#### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

##### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

###### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Основные характеристики графов.
2. Хроматическое число графа.
3. Теорема Кёнига.
4. Планарность графов. Теорема Понтрягина – Куратовского
5. Задача о Кёнигсбергских мостах. Эйлерова цепь, Эйлеров цикл, Эйлеров граф.
6. Условие существования Эйлерова цикла в графе.
7. Гамильтонов граф. Необходимое условие существования Гамильтонова цикла в графе.
8. Метрические характеристики графов. Диаметр и радиус графа. Плотность графа.
9. Использование для решения задач теории и графов «муравьиного» алгоритма.
10. Решение задачи укладки графа на линейке с помощью генетического алгоритма.
11. Использование для решения задач теории и графов алгоритма имитации «отжига».
12. Покрытия, независимость, связность. Число вершинной связности.
13. Нахождение множества внутренней устойчивости орграфа.
14. Нахождение множества внешней устойчивости орграфа.
15. Задача коммивояжёра.
16. Нахождение кратчайшего пути в графе с рёбрами единичной длины.
17. Нахождение кратчайшего пути в графе с рёбрами не единичной длины.
18. Нахождение максимального потока в транспортной сети (flow network).
19. Решение транспортной задачи по критерию стоимости.
20. Решение транспортной задачи по критерию времени.
21. Граф Марковской цепи.
22. Перечисление деревьев. Кодирование по Прюферу.
23. Декодирование кода Прюфера.
24. Трансверсальное покрытие.
25. Теорема Холла.
26. Теория Рамсея.
27. Сеть Петри.
28. Реализация схемы алгоритма конечным автоматом.
29. Реализация схемы алгоритма сетью Петри.
30. Приложения теории графов в теории групп. Представление групп. Теорема Фрухта.
31. Автоморфизмы графов.
32. Задача о Ханойской башне.
33. Алгоритм решения задачи о Ханойской башне.
34. Алгоритм Дейкстры.
35. Алгоритм Форда – Фалкерсона.
36. Задача о видеонаблюдении.
37. Алгоритм Краскала. Алгоритм Прима.
38. Граф Small World.

39. Задание графа в State Machine QuartusII.
40. Сетевой график. Построение сетевого графика в GRIN.
41. Решение задач на графах в системе Wolfram|Alpha фирмы Wolfram Research
42. Нахождение числа остовов (неориентированного графа).
43. Топологическая сортировка сети.
44. Алгоритм Уоршелла (транзитивного замыкания множества)

**Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Задание графов и определение их характеристик.
2. Нахождение множества внутренней устойчивости орграфа.
3. Нахождение множества внешней устойчивости орграфа.
4. Задача о Ханойской башне.
5. Нахождение кратчайшего пути в графе с рёбрами единичной длины.
6. Задача определения кратчайшего пути в графе с рёбрами произвольной длины.
7. Нахождение максимального потока в транспортной сети (flow network).
8. Решение транспортной задачи по критерию стоимости.
9. Решение транспортной задачи по критерию времени.
10. Определение коэффициента готовности по графу Марковской цепи.
11. Кодирование и декодирование по Прюферу.
12. Построение графа переходов автомата по ГСА.
13. Построение сети Петри по ГСА.
14. Получить группу автоморфизмов по графу.
15. Построение сетевого графика.
16. Задать граф в State Machine QuartusII.
17. Решить задачу на графах в системе Wolfram|Alpha фирмы Wolfram Research.
18. Решить задачу коммивояжера с помощью «муравьиного» алгоритма.
19. Решить задачу коммивояжера с помощью алгоритма имитации «отжига».
20. Найти число остовов графа.
21. Выполнить топологическую сортировку сети.
22. Для заданного графа найти транзитивное замыкание с помощью Алгоритм Уоршелла.

**2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.