

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.

«25» мая 2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

**Элементы теории графов и сетей**  
(наименование в соответствии с РУП)

Специальность

**10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем**  
(шифр и наименование направления подготовки/специальности)

Специализация

**Безопасность открытых информационных систем**  
(наименование профиля/специализации)

Квалификация выпускника

**специалист по защите информации**

---

(в соответствии с Приказом Министерства образования и науки РФ от 12 сентября 2013 г. N 1061 "Об утверждении перечней специальностей и направлений подготовки высшего образования" (с изменениями и дополнениями))

## 1. Цели и задачи дисциплины

1. Целью освоения дисциплины (модуля) является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

- 06 Связь, информационные и коммуникационные технологии ( в сфере обеспечения безопасности информации в автоматизированных системах)

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов:

проектного, научно-исследовательского, контрольно-аналитического, эксплуатационного типа

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 10.05.03 «Информационная безопасность автоматизированных систем».

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-3	Способен использовать математические методы, необходимые для решения задач профессиональной деятельности	ИД2 <sub>опк-3</sub> - обладает навыками работы с современными математическими программными пакетами для решения прикладных задач теории управления автоматизированных систем

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД2 <sub>опк-3</sub> - обладает навыками работы с современными математическими программными пакетами для решения прикладных задач теории управления автоматизированных систем	Знает: основные понятия теории графов и сетей, структуру, типы данных систем компьютерной алгебры; операторы и функции, применяемые в теории графов и сетей.
	Умеет: строить графы и вычислять их параметры в математических пакетах
	Владеет: методами теории графов и сетей, навыками работы с системами компьютерной алгебры, необходимыми для реализации методов теории графов и сетей

## 3. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП ВО/СПО

Дисциплина относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 ООП. Модуль «Математика» основной образовательной программы по специальности 10.05.03 «Информационная безопасность автоматизированных систем» (уровень образования специалист), специализация «Безопасность открытых информационных систем». Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин «Математический анализ», «Дискретная математика», «Основы вычислительной математики численных методов».

Дисциплина является предшествующей для изучения дисциплин «Производственная практика, преддипломная практика».

## 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		4 семестр
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	108	108
<b>Контактная работа</b> в т. ч. аудиторные занятия:	61,6	61,6
Лекции	30	30
в том числе в форме практической подготовки	–	–
Практические занятия	30	30
в том числе в форме практической подготовки	–	–
Консультации текущие	1,5	1,5
<b>Вид аттестации (зачет)</b>	0,1	0,1
<b>Самостоятельная работа:</b>	46,4	46,4
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	15	15
Подготовка к практическим занятиям	15	15
Изучение материалов по учебникам	16,4	16,4

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

### 5.1 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (указываются темы и дидактические единицы)	Трудоемкость раздела, ак.ч
1	Элементы теории графов и сетей	Основные понятия теории графов. Матрицы смежности и инцидентности, их свойства. Связность. Деревья. Эйлеровы графы. Пространство четных подграфов и множество фундаментальных циклов. Цикломатическое число. Гамильтоновы графы. Бесконтурные графы, топологическая сортировка. Определение сети. Сетевые графики. Потоки в сетях. Расстояния в графе. Паросочетания. Поиск в глубину и в ширину в графе.	106,4
		<i>Консультации текущие</i>	0,9
		<i>Зачет, экзамен</i>	0,1

### 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	Практические/лабораторные занятия, ак. ч	СРО, ак. ч
1	Элементы теории графов и сетей	30	30	46,4
			1,5	
			0,1	

#### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
1	Элементы теории графов и сетей	Основные понятия теории графов.	2
2		Матрицы смежности и инцидентности, их свойства. Связность.	2
3		Деревья. Свойства деревьев.	4
4		Эйлеровы графы.	2
5		Пространство четных подграфов и множество фундаментальных циклов.	2
6		Гамильтоновы графы.	2

7		Бесконтурные графы, топологическая сортировка.	4
8		Основные понятия теории сетей.	2
9		Потоки в сетях.	2
10		Расстояния в графе.	2
11		Паросочетания.	4
12		Поиск в глубину и в ширину в графе.	4

### 5.2.2 Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ак. ч
1	Методы оптимизации	Основные понятия теории графов.	2
2		Матрицы смежности и инцидентности, их свойства. Связность.	2
3		Деревья. Свойства деревьев.	4
4		Эйлеровы графы.	2
5		Пространство четных подграфов и множество фундаментальных циклов.	2
6		Гамильтоновы графы.	2
7		Бесконтурные графы, топологическая сортировка.	4
8		Основные понятия теории сетей.	2
9		Потоки в сетях.	2
10		Расстояния в графе.	2
11		Паросочетания.	4
12		Поиск в глубину и в ширину в графе.	4

### 5.2.3 Лабораторный практикум не предусмотрен

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, ак. ч
1	Методы оптимизации	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	15
		Подготовка к практическим занятиям	15
		Изучение материалов по учебникам	16,4

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

### 6.1 Основная литература

1. Алексеев В.Е. Графы и алгоритмы. Структуры данных. Модели вычислений [Электронный ресурс] / Алексеев В.Е., Таланов В.А. — Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.— 153 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52186>

2. Алексеев В. Е. Структуры данных. Модели вычислений [Электронный ресурс]/ Алексеев В.Е., Таланов В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016 . - 248 с <http://www.knigafund.ru/books/178443>

### 6.2 Дополнительная литература

1. Асанов, М.О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы. [Электронный ресурс] / М.О. Асанов, В.А. Баранский, В.В. Расин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 368 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/536>

2. Князьков В. С. Введение в теорию графов [Электронный ресурс] / Князьков В. С., Волченская Т. В. - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2018. - 69 с <http://www.knigafund.ru/books/176335>

3. Охорзин, В.А. Прикладная математика в системе MATHCAD. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2019. — 352 с.: <http://e.lanbook.com/book/294>
4. Кузнецов, О. П. Дискретная математика для инженера: учебник для вузов (гриф Пр.) / О. П. Кузнецов. - 4-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2015. - 400 с.
5. Мальцев, И.А. Дискретная математика [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 304 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=638](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=638)

### 6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Попов М. И., Методические указания к самостоятельной работе обучающихся по дисциплине " Элементы теории графов и сетей ": для студентов, обучающихся по направлению 10.05.03 очной формы обучения / М. И. Попов; ВГУИТ, Кафедра высшей математики и информационных технологий. – Воронеж : ВГУИТ, 2021.

### 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
Научная электронная библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp?">https://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	<a href="https://niks.su/">https://niks.su/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsu.ru/megapro/web">http://biblos.vsu.ru/megapro/web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="https://npoed.ru/">https://npoed.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="https://education.vsu.ru/">https://education.vsu.ru/</a>

### 6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение и информационные справочные системы: информационная среда для дистанционного обучения «Moodle», автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры», «Интернет-экзамен».

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение - ОС Windows.

## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Необходимый для реализации образовательной программы перечень материально-технического обеспечения включает:

- лекционные аудитории (оборудованные видеопроекторным оборудованием для презентаций; средствами звуковоспроизведения; экраном; имеющие выход в Интернет);
- помещения для проведения семинарских, лабораторных и практических занятий (оборудованные учебной мебелью);
- библиотеку (имеющую рабочие места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и Интернет);
- компьютерные классы.

Обеспеченность процесса обучения техническими средствами полностью соответствует требованиям ФГОС по специальности 10.05.03. Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена во внутренней сети по адресу <http://education.vsu.ru>.

Аудитории для проведения лекционных занятий, текущего контроля и

промежуточной аттестации:

Учебная аудитория № 401 для проведения лекционных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мебели для учебного процесса – 80 шт. Переносной проектор Acer. Аудио-визуальная система лекционных аудиторий (мультимедийный проектор Epson EB-X18, настенный экран ScreenMedia)	Microsoft Windows 8.1,  Microsoft Office 2007 Standart,  Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
Учебная аудитория. № 332 для проведения лекционных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мебели для учебного процесса – 30 шт., Рабочие станции 12 шт (Intel Core i3-540)	Альт Образование 8.2 + LibreOffice 5.2, Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»

Аудитория для самостоятельной работы обучающихся, курсового и дипломного проектирования

Учебная аудитория № 337 для самостоятельной работы обучающихся, курсового и дипломного проектирования	Комплект мебели для учебного процесса – 12 шт., Рабочие станции 11 шт (Intel Core 2 Duo E7300)	Microsoft Windows 7 Microsoft Open License Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a> ,  Microsoft Visual Studio 2010 Сублицензионный договор № 42082/VRN3 От 21 августа 2013 г. на право использование программы DreamSpark Electronic Software Deliver;  Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
---	---	---

Дополнительно самостоятельная работа обучающихся может осуществляться при использовании:

Читальные залы библиотеки.	Компьютеры со свободным доступом в сеть Интернет и Электронными библиотечными и информационно справочными системами.	Microsoft Office Professional Plus 2010 Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a> Microsoft Office 2007 Standart, Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>  Microsoft Windows XP, Microsoft Open License Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a> .  Adobe Reader XI, (бесплатное ПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/odfreader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/odfreader/volume-distribution.html</a>
----------------------------	--	---

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Аудитория № 448 для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Комплект мебели для учебного процесса – 6 шт. Рабочие станции: Intel Core i7- 8700 - 1 шт; Intel Core i3-540 - 4 шт.	Microsoft Windows 10 Microsoft Open License  Microsoft Windows Professional 10 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a> Microsoft Visual Studio 2010 Сублицензионный договор № 42082/VRN3 От 21 августа
---	---	--

		2013 г. на право использование программы DreamSparkElectronicSoftwareDeliver;  Microsoft Office 2007 Standar Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
--	--	---

### **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

**Оценочные материалы (ОМ)** для дисциплины (модуля) включают в себя:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля)**.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ГРАФОВ И СЕТЕЙ**



## 1 Требования к результатам освоения дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-3	Способен использовать математические методы, необходимые для решения задач профессиональной деятельности	ИД2 <sub>опк-3</sub> - обладает навыками работы с современными математическими программными пакетами для решения прикладных задач теории управления автоматизированных систем

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД2 <sub>опк-3</sub> - обладает навыками работы с современными математическими программными пакетами для решения прикладных задач теории управления автоматизированных систем	Знает: основные понятия теории графов и сетей, структуру, типы данных систем компьютерной алгебры; операторы и функции, применяемые в теории графов и сетей.
	Умеет: строить графы и вычислять их параметры в математических пакетах
	Владеет: методами теории графов и сетей, навыками работы с системами компьютерной алгебры, необходимыми для реализации методов теории графов и сетей

## 2 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Основы вычислительной математики численных методов	ОПК-3 (ИД2 <sub>опк-3</sub> )	Тестовые задания (зачет)	1-30	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (решение практических задач)	31-46	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			Кейс-задания (ситуационные задания)	47-50	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			Собеседование (вопросы для зачета)	51-70	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»

## 3 Оценочные материалы для промежуточной аттестации

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

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине применяется бально-рейтинговая система оценки сформированности компетенций студента.

Бально-рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий и контроля самостоятельной работы. Показателями ОМ являются: текущий опрос в виде собеседования на практических занятиях, тестовые задания и самостоятельно (собеседование – вопросы для зачета). Оценки выставляются в соответствии с графиком контроля текущей успеваемости студентов в автоматизированную систему баз данных (АСУБД) «Рейтинг студентов».

Обучающийся, набравший в семестре более 60 % от максимально возможной бально-рейтинговой оценки работы в семестре получает зачет автоматически.

Студент, набравший за текущую работу в семестре менее 60 %, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на зачет.

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования и предусматривает возможность последующего собеседования (зачета). Зачет проводится в виде тестового задания.

Каждый вариант теста включает 30 контрольных заданий, из них:

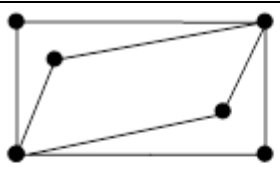
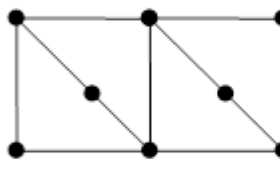
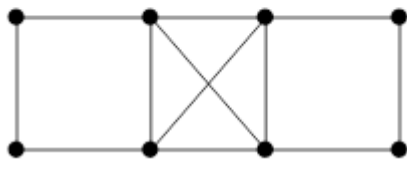
- 10 контрольных заданий на проверку знаний;
- 10 контрольных заданий на проверку умений;
- 10 контрольных заданий на проверку навыков;

В случае неудовлетворительной сдачи зачета студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче зачета количество набранных студентом баллов на предыдущем зачете не учитывается.

### 3.1 Тесты (тестовые задания и кейс-задания)

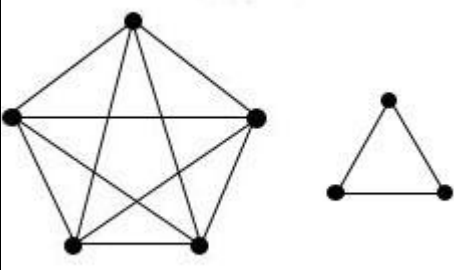
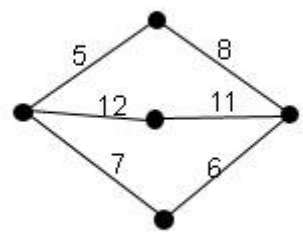
#### 3.1.1 Шифр и наименование компетенции

**ОПК-3** Способен использовать математические методы, необходимые для решения задач профессиональной деятельности (ИД2опк-3 - обладает навыками работы с современными математическими программными пакетами для решения прикладных задач теории управления автоматизированных систем).

№ задания	Тестовое задание	
<b>Выбрать один ответ</b>		
1.	Какой граф является гамильтоновым:	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">1</div>  </div> <hr style="width: 100%;"/> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">2</div>  </div> <hr style="width: 100%;"/> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">3</div>  </div> </div>

2.	<p>Граф содержит 7 дуг. Его эйлеров цикл будет состоять из?</p> <p>1) 6 дуг  <b>2) 7 дуг</b>  3) 8 дуг  4) 5 дуг</p>
3.	<p>Графы, в которых порядок двух концов ребра графа не существен, называются ...</p> <p>1) ориентированным  <b>2) неориентированным</b>  3) мультиграфом  4) псевдографом</p>
4.	<p>Графы, в которых все рёбра являются дугами (порядок двух концов ребра графа существен), называются ...</p> <p>1) неориентированными  2) ориентированными (орграфами)  3) мультиграфами  4) псевдографами</p>
5.	<p>Мультиграф - это ...</p> <p><b>1) граф, в котором есть кратные (параллельные) ребра, и петли.</b>  2) граф без петель и кратных (параллельных ребер)  3) ориентированный граф  4) граф, в котором есть кратные (параллельные) ребра, но нет петель</p>
6.	<p>Псевдограф — это ...</p> <p><b>1. граф, в котором есть петли.</b>  2. граф, в котором есть кратные (параллельные) ребра, но нет петель.  3. граф без петель и кратных (параллельных ребер)  4. ориентированный граф</p>
7.	<p>В простом графе...</p> <p>Варианты ответов  есть кратные (параллельные) ребра, и петли.  есть кратные (параллельные) ребра, но нет петель.  любые две его вершины соединены не более чем одним ребром и каждое ребро соединяет различные вершины.  есть петли, но нет кратных (параллельных) ребер</p>
8.	<p>Графом называется...</p> <p>1) пара двух конечных множеств: множество точек и множество линий, соединяющих некоторые пары точек;  2) пара двух бесконечных множеств: множество точек и множество линий, соединяющих некоторые пары точек;  3) множество линий, соединяющих некоторые пары точек;  4) пара двух конечных множеств: множество точек и множество линий.</p>
9.	<p>Точки графа называются...</p> <p>1) рёбрами графа  2) пунктами графа  <b>3) вершинами графа</b>  4) узлами графа</p>
10.	<p>Линии, которые связывают вершины, называются...</p> <p>1) сторонами графа  2) вершинами графа  <b>3) рёбрами графа</b>  4) отрезками</p>

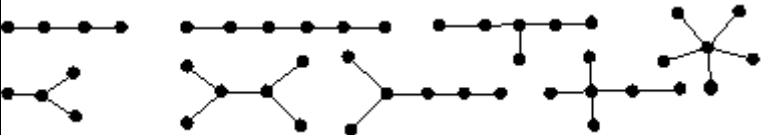
11.	<p>Какой граф называется взвешенным?</p> <p>1) граф в котором его вершины или ребра характеризуются некоторой дополнительной информацией - весами  2) граф, в котором четное число вершин и ребер  3) граф, в котором все ребра равны  4) граф, в котором есть только ребра</p>
12.	<p>Какого элемента нет в графах?</p> <p>1) ребра  2) вершины  3) высоты  4) все элементы присутствуют</p>
13.	<p>Хроматическим числом графа называется:</p> <p>1) число красок, необходимых для «правильной» раскраски графа  2) максимальное число красок, необходимых для «правильной» раскраски графа  3) минимальное число красок, необходимых для «правильной» раскраски графа</p>
14.	<p>Матрица смежности представляет собой таблицу, у которой:</p> <p>1) число строк равно числу вершин, а число столбцов – числу ребер графа  2) число строк и столбцов равно числу вершин графа  3) число столбцов равно числу вершин, а число строк – числу шагов работы алгоритма отыскания кратчайшего пути</p>
15.	<p>Эйлер доказал, что задача о семи кенигсбергских мостах:</p> <p>1) имеет одно решение  2) имеет несколько решений  3) имеет бесконечно много решений  4) не имеет решений</p>
<b>Выбрать несколько ответов</b>	
16.	<p>В связи с широким применением графов в программировании и информационных технологиях вообще возникает вопрос о представлении графа в виде структуры данных. Различные способы представления графов в памяти компьютера отличаются объемом занимаемой памяти и скоростью выполнения операций над графами. Наиболее часто используются три такие структуры данных:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. матрица смежности,</li> <li>2. матрица инцидентности</li> <li>3. список инцидентности</li> <li>4. все перечисленное верно</li> </ol> <p>Ответ. 4</p>
17.	<p>Матрицы смежности и инцидентности целесообразнее использовать когда:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. число вершин графа невелико;</li> <li>2. число ребер графа относительно большое;</li> <li>3. в алгоритме часто требуется проверять, соединены ли между собой две вершины;</li> <li>4. в алгоритме используются фундаментальные понятия теории графов, например, связность графа.</li> <li>5. все перечисленное верно</li> </ol> <p>Ответ. 5</p>
18.	<p>Дерево решений состоит из следующих элементов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. дуг</li> <li>2. узлов решений</li> <li>3. узлов событий</li> </ol>

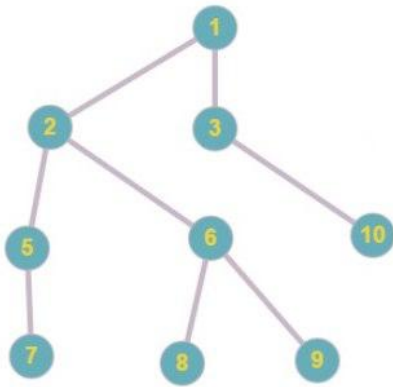
	<p>4. конечных узлов 5. петель Ответ. 1,2,3,4</p>				
19.	<p>Списки инцидентности целесообразнее использовать, когда:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. число вершин графа велико;</li> <li>2. число рёбер графа относительно невелико;</li> <li>3. граф формируется по какой-либо модели;</li> <li>4. во время действия алгоритма часто требуется модифицировать граф;</li> <li>5. в алгоритме часто используются локальные свойства вершин, например, например, окрестности вершин.</li> <li>6. все перечисленное верно</li> </ol> <p>Ответ. 6</p>				
20.	<p>При решении прикладных задач методом дерева решений поступают следующим образом:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. на первом шаге проходят от начальной вершины к такой конечной вершине (листу), которой соответствует наибольшее приобретение, не учитывая при этом вероятности событий, предшествующих решениям;</li> <li>2. на втором шаге учитывают вероятности событий, предшествующих решениям; приобретения на вершинах, отображающих конечные решения, рассчитывают с учётом вероятностей событий, предшествующих решениям.</li> <li>3. Не используют этот метод</li> </ol> <p>Ответ. 1,2</p>				
<b>Вопрос на сопоставление</b>					
21.	<p>Сопоставьте является ли полный граф с одинаковым числом <math>n</math> рёбер, которым инцидентна каждая вершина, эйлеровым графом? Объяснить ответ. Привести примеры – нарисовать графы.</p> <p>Ответ. Если <math>n</math> - нечётное число, то каждая вершина инцидентна <math>n-1</math> рёбрам. В таком случае данный граф является эйлеровым графом. Примеры таких графов на рисунке ниже.</p> <div style="text-align: center;">  </div>				
22.	<p>Сопоставьте в каком случае двудольный граф, в котором <math>n</math> - число вершин из множества <math>A</math>, а <math>m</math> - число вершин из множества <math>B</math>. В каком случае граф будет эйлеровым графом, а в каком случае - гамильтоновым графом?</p> <p>Ответ. Если <math>n</math> и <math>m</math> - чётные, то граф будет эйлеровым. Если <math>n = m</math>, то граф будет гамильтоновым.</p>				
23.	<p>Сопоставьте граф в таблице в столбце слева с названиями графов в столбце справа</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;">  </div> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td><b>А. Взвешенный.</b></td> </tr> <tr> <td><b>Б. Гамильтонов</b></td> </tr> <tr> <td><b>В. Дерево</b></td> </tr> <tr> <td><b>Г. Эйлеров</b></td> </tr> </table> </div>	<b>А. Взвешенный.</b>	<b>Б. Гамильтонов</b>	<b>В. Дерево</b>	<b>Г. Эйлеров</b>
<b>А. Взвешенный.</b>					
<b>Б. Гамильтонов</b>					
<b>В. Дерево</b>					
<b>Г. Эйлеров</b>					

	<b>Ответ. А</b>						
24	Сопоставьте граф в таблице в столбце слева с названиями графов в столбце справа и поясните почему.	<table border="1"> <tr> <td rowspan="4"> </td> <td><b>А. Взвешенный.</b></td> </tr> <tr> <td><b>Б. Гамильтонов</b></td> </tr> <tr> <td><b>В. Дерево</b></td> </tr> <tr> <td><b>Г. Эйлеров</b></td> </tr> </table>		<b>А. Взвешенный.</b>	<b>Б. Гамильтонов</b>	<b>В. Дерево</b>	<b>Г. Эйлеров</b>
	<b>А. Взвешенный.</b>						
	<b>Б. Гамильтонов</b>						
	<b>В. Дерево</b>						
	<b>Г. Эйлеров</b>						
	<b>Ответ. В.</b> Так как любые две вершины дерева соединены лишь одним маршрутом.						
25	Сопоставьте вопрос в таблице в столбце слева с информацией в столбце справа и выберите верное соответствие	<table border="1"> <tr> <td rowspan="4">Сколько существует деревьев с пронумерованными вершинами?</td> <td><b>А. <math>n^{n-2}</math>.</b></td> </tr> <tr> <td><b>Б. <math>n</math></b></td> </tr> <tr> <td><b>Г. <math>n^2</math></b></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> </table>	Сколько существует деревьев с пронумерованными вершинами?	<b>А. <math>n^{n-2}</math>.</b>	<b>Б. <math>n</math></b>	<b>Г. <math>n^2</math></b>	
Сколько существует деревьев с пронумерованными вершинами?	<b>А. <math>n^{n-2}</math>.</b>						
	<b>Б. <math>n</math></b>						
	<b>Г. <math>n^2</math></b>						
	<b>Ответ. А</b> По формуле Кэли (Cayley)). Деревьев с $n$ пронумерованными вершинами всего $n^{n-2}$ .						
<b>Вставьте пропущенное слово</b>							
26	Графы, в которых все рёбра являются дугами (порядок двух концов ребра графа существенен), называются ориентированными графами или _____.	Ответ. орграфами					
27	_____ называют граф, в котором имеются рёбра хотя бы двух из упомянутых трёх разновидностей (звенья, дуги, петли).	Ответ. Смешанным					
28	Граф, состоящий только из голых вершин, называется _____.	Ответ. пустым					
29	Граф без дуг (то есть неориентированный), без петель и кратных рёбер называется _____.	Ответ. обыкновенным					
30	Граф заданного типа называют _____, если он содержит все возможные для этого типа рёбра (при неизменном множестве вершин).	Ответ. полным					
31.	_____ графом называется граф, в котором можно обойти все вершины и при этом пройти одно ребро только один раз. В нём каждая вершина должна иметь только чётное число рёбер.	Ответ. Эйлеровым					
32.	_____ графом называется связный граф, все вершины которого имеют одинаковую степень $k$ .	Ответ. Регулярным					
33.	_____ графом называется граф, содержащий гамильтонов цикл.	Ответ.					
34.	_____ называется связный граф без циклов (рисунок ниже). Любые две вершины дерева соединены лишь одним маршрутом.	Ответ. Деревом					
35.	_____ – это когда вершина $a$ является либо началом либо концом ребра $e$ . Две вершины						

	называются инцидентными, если у них есть общее ребро. Ответ. Инцидентность
36.	_____ называется простой цикл, проходящий через все вершины рассматриваемого графа. Ответ. Гамильтоновым циклом
37.	Граф называется _____, если множество его вершин можно разбить на два подмножества так, чтобы никакое ребро не соединяло вершины одного и того же подмножества. Ответ. двудольным
38.	_____ называется граф, в котором пары вершин могут быть соединены более чем одним ребром, то есть содержащий кратные рёбра, но не содержащий петель. Ответ. м
39.	Графы, в которых все рёбра являются звеньями (порядок двух концов ребра графа не существен), называются _____. Ответ. неориентированными
40.	_____ называется система объектов произвольной природы (вершин) и связей (рёбер), соединяющих некоторые пары этих объектов. Ответ. Графом
41.	Дерево _____ – математическая модель, которая задаёт процесс принятия решений так, что будут отображены каждое возможное решение, предшествующие и последующие этим решениям события или другие решения и последствия каждого конечного решения. Ответ. решений
42.	Граф, состоящий из компонент дерева, называется _____. Ответ. лесом
<b>Задания на 1-2 действия</b>	
43.	Сколько всего деревьев с 4-мя вершинами. Ответ. 16.
44.	Сколько ребер у дерева с 3 вершинами? Решение. Теорема. Каждое дерево с n вершинами имеет в точности n-1 ребро. Поэтому 2.
45.	Сколько существует существенно различных деревьев с шестью вершинами? Решение. $1296=6^4$

### Кейс-задания.

46.	Нарисуйте существенно различные деревья с четырьмя и с шестью вершинами: Решение. Деревья считаются существенно различными, если они не изоморфны. Всего деревьев с четырьмя вершинами 16, из них существенно различных только 2; деревьев с шестью вершинами 1296, а существенно различных всего 6, но уже при n=20 насчитывается около миллиона существенно различных деревьев. На рис. приведены существенно различные деревья с четырьмя и с шестью вершинами: 
47.	Что такое код Прюффера? Построить код для Прюффера графа 1.5. Исходное дерево:



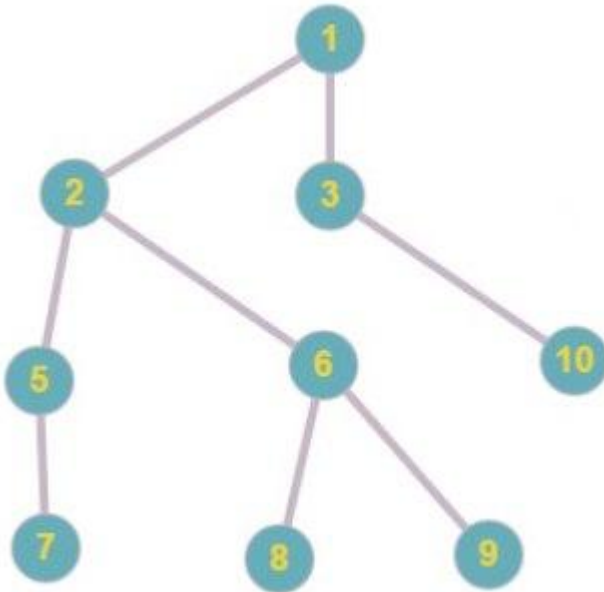
Решение.

Код Прюфера – это способ взаимно однозначного кодирования помеченных деревьев с  $n$  вершинами с помощью последовательности  $n-2$  целых чисел в отрезке  $[1, n]$ . То есть, можно сказать, что код Прюфера – это биекция между всеми остовными деревьями полного графа и числовыми последовательностями.

Рассмотрим алгоритм построения кода Прюфера для заданного дерева с  $n$  вершинами.

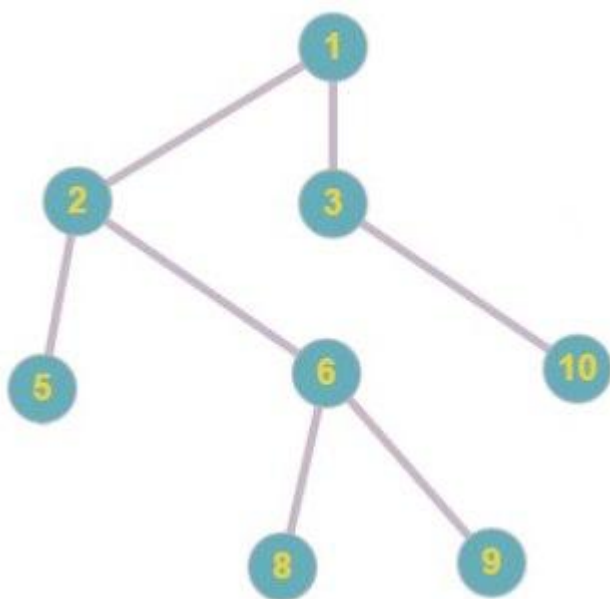
На вход подается список ребер. Выбирается лист дерева с наименьшим номером, затем он удаляется из дерева, и к коду Прюфера добавляется номер вершины, которая была связана с этим листом. Эта процедура повторяется  $n-2$  раза. В конце концов, в дереве останется только 2 вершины, и алгоритм на этом завершается. Номера оставшихся двух вершин в код не записываются.

Код Прюфера для заданного дерева – это последовательность из  $n-2$  чисел, где каждое число – номер вершины, связанной с наименьшим на тот момент листом – то есть это число в отрезке  $[1, n]$ .



Код Прюфера: 1

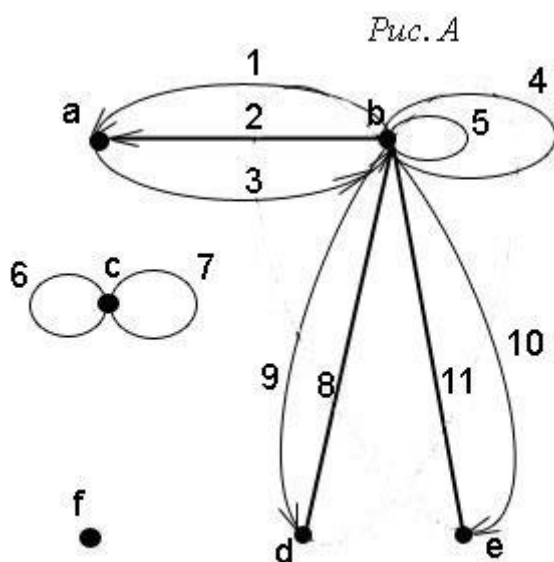




Код Прюфера: 1 5

48.

Задать аналитически граф, представленный на рисунке ниже. (рис. А)



Решение. Распространённые ошибки - не заметить вершины графа, которые не соединены ни с одной другой вершиной, в том числе с самой собой, и не включить их во множество вершин графа, а также указать не все рёбра графа, соединяющие две вершины. Поэтому вершину  $f$  данного графа обязательно включаем во множество вершин графа  $V$ , а рёбра 6 и 7, хотя они соединяют одну и ту же вершину саму с собой и обе не имеют направления, включаем во множество рёбер  $U$ .

Итак, задаём граф следующими множествами:

множество вершин:  $V = \{a, b, c, d, e, f\}$

множество рёбер:  $U = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11\}$

множество инциденций:  $P = \{(b, 1, a), (b, 2, a), (a, 3, b), (b, 4, b), (b, 5, b), (c, 6, c), (c, 7, c), (b, 8, d), (d, 8, b), (b, 9, d), (b, 10, e), (b, 11, e), (e, 11, b)\}$

49. Решить методом дерева решений, какую сумму вы потратите на продукты в определённый день. Условия таковы. Альтернативные события на первом этапе: гости придут и гости не придут. Отобразите эти события в дереве решений в виде вершин событий (кружочков). Примите то, что, если гости придут, на продукты придётся потратить крупную сумму. Это один из исходов (конечных узлов в дереве решений) в данной задаче.

Решение.

В случае, если гости не придут, возможны два альтернативных события: в доме много продуктов и в доме мало продуктов. Отображаем эти события в дереве решений в виде вершин событий (кружочков), к которым ведут дуги из события "гости не придут". В случае, если в доме много продуктов, вы потратите на продукты малую сумму. В случае, если в доме мало продуктов, вы потратите на продукты среднюю сумму.

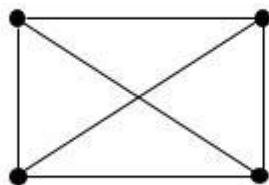
Дерево решений для этой задачи будет следующим:



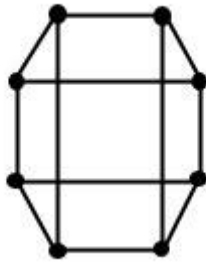
50. Построить регулярный граф, в котором самый короткий цикл имеет длину 4.

Решение.

Для того, чтобы длина цикла удовлетворяла заданному условию, требуется, чтобы число вершин графа было кратно четырём. Если число вершин равно четырём, то получится граф, изображённый на рисунке ниже. Он является регулярным, но в нём самый короткий цикл имеет длину 3.



Увеличиваем число вершин до восьми (следующее число, кратное четырём). Соединяем вершины рёбрами так, чтобы степени вершин были равны трём. Получаем следующий граф, удовлетворяющий условиям задачи.



3.2.

**Вопросы к собеседованию (зачет). ОПК-3** Способен использовать математические методы, необходимые для решения задач профессиональной деятельности (ИД2опк-3 - обладает навыками работы с современными математическими программными пакетами для решения прикладных задач теории управления автоматизированных систем).

Номер вопроса	Текст вопроса
	9 семестр
51.	Основные понятия теории графов. Способы задания графов.
52.	Матрицы смежности и инцидентности, их свойства. Связность.
53.	Деревья. Свойства деревьев. Матричная теорема Кирхгофа о деревьях. Поиск минимального (максимального) остовного леса в графе.
54.	Эйлеровы графы. Критерий эйлеровости связного графа.
55.	Пространство четных подграфов и множество фундаментальных циклов.
56.	Гамильтоновы графы. Признак гамильтоновости графа.
57.	Рисование графов в стандартном программном обеспечении. Microsoft Word, Excel. Рисование графов в стандартном программном обеспечении. Пакеты Maple, Mathcad, Mathematica
58.	Определение сети. Сетевые графики.
59.	Потоки в сетях, алгоритм построения потока. Теорема Форда–Фалкерсона и алгоритм построения максимального потока.
60.	Построение потока минимальной стоимости: алгоритм Форда-Фалкерсона, алгоритмы, основанные на выделении циклов отрицательного веса и на поиске минимального пути. Реализация простейших алгоритмов с использованием математических пакетов. Радиус и диаметр графа. Реберный граф.
61.	Реализация простейших алгоритмов с использованием математических пакетов. Хроматический полином.
62.	Реализация простейших алгоритмов с использованием математических пакетов. Ранг-полином графа.
63.	Реализация простейших алгоритмов с использованием математических пакетов. Циклы в неографе.
64.	Реализация простейших алгоритмов с использованием математических пакетов. Матрица инцидентности.
65.	Реализация простейших алгоритмов с использованием математических пакетов. Изображение орграфа. Кратчайший путь в орграфе.
66.	Реализация простейших алгоритмов с использованием математических пакетов. Центроид дерева.
67.	Реализация простейших алгоритмов с использованием математических пакетов. Кодировка графа.
68.	Реализация простейших алгоритмов с использованием математических пакетов. Поток в сети. Топологическая сортировка сети.
69.	Реализация простейших алгоритмов с использованием математических пакетов. Паросочетание Задача о назначениях.
70.	Реализация простейших алгоритмов с использованием математических пакетов. Остов наименьшего веса. Фундаментальные циклы Гамильтоновы циклы

Критерии и шкалы оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он активно участвует в собеседовании и обсуждении, подготовил аргументы в пользу решения, предложил альтернативы, выслушивал мнения других;

- оценка «не зачтено», если студент выполнял роль наблюдателя, не внес вклада в собеседование и обсуждение.

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

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых экзаменах и зачетах;

- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков обучающихся по дисциплине применяется рейтинговая система. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основании определения среднеарифметического значения баллов по каждому заданию.

Зачет по дисциплине выставляется в зачетную ведомость по результатам работы в семестре после выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины (с отметкой «зачтено») и получении по результатам тестирования по всем разделам дисциплины не менее 60 %.

**5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине**

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
<b>ОПК-3</b> Способен использовать математические методы, необходимые для решения задач профессиональной деятельности (ИД20пк-3 - обладает навыками работы с современными математическими программными пакетами для решения прикладных задач теории управления автоматизированных систем)					
Знает: основные понятия теории графов и сетей, структуру, типы данных систем компьютерной алгебры; операторы и функции, применяемые в теории графов и сетей.	Тестовые задания	Правильность ответов при тестировании	- даны правильные ответы менее чем на 59,99 % всех тестовых вопросов	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
			- даны правильные ответы на 60-74,99% всех тестовых вопросов	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			- даны правильные ответы на 75-84,99% всех тестовых вопросов	Хорошо	Освоена (повышенный)
			- даны правильные ответы на 85-100% всех тестовых вопросов	Отлично	Освоена (повышенный)
	Собеседование (решение практических задач)	Содержание решения	Обучающийся обладает частичными и разрозненными знаниями, только некоторые из которых может связывать между собой	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
			Обучающийся обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Обучающийся обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Хорошо	Освоена (повышенный)
			Обучающийся обладает системным взглядом на изучаемый объект	Отлично	Освоена (повышенный)
<b>УМЕТЬ:</b> строить графы и вычислять их параметры в математических пакетах	Кейс-задания (ситуационные задания)	Правильность и полнота выполнения задания	Обучающийся не владеет умениями выполнения заданий; не демонстрирует умений, предусмотренных планируемыми результатами обучения	Неудовлетворительно	Не освоена / недостаточный
			Обучающийся испытывает затруднения при выполнении заданий по алгоритму; демонстрирует минимальный набор умений, предусмотренных планируемыми результатами обучения	Удовлетворительно	Освоена / базовый
			Обучающийся выполняет задания с использованием алгоритма решения, при	Хорошо	Освоена / повышенный

			выполнении допускает незначительные ошибки и неточности, формулирует выводы; демонстрирует умения, предусмотренные планируемыми результатами обучения		
			Обучающийся выполняет задания, формируя алгоритм решения, при выполнении не допускает ошибок и неточностей, формулирует выводы; демонстрирует умения, предусмотренные планируемыми результатами обучения	Отлично	Освоена / повышенный
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> методами теории графов и сетей, навыками работы с системами компьютерной алгебры, необходимыми для реализации методов теории графов и сетей	Собеседование (вопросы для зачета)	Правильность ответов	Обучающийся не владеет навыками выполнения заданий; не демонстрирует навыков, предусмотренных планируемыми результатами обучения	Не зачтено/ 0-59,99	Не освоена (недостаточный)
			Обучающийся испытывает затруднения при выполнении заданий по алгоритму; демонстрирует минимальный набор навыков, предусмотренных планируемыми результатами обучения	Зачтено/ 60-100	Освоена (базовый)
			Обучающийся выполняет задания с использованием алгоритма решения, при выполнении допускает незначительные ошибки и неточности, формулирует выводы; демонстрирует навыки, предусмотренные планируемыми результатами обучения	Зачтено/ 60-100	Освоена (базовый)
			Обучающийся выполняет задания, формируя алгоритм решения, при выполнении не допускает ошибок и неточностей, формулирует выводы; демонстрирует навыки, предусмотренные планируемыми результатами обучения	Зачтено/ 60-100	Освоена (базовый)