

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 02.11.2023 12:55:44  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
« 24 » мая 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА**

Направление подготовки

**27.03.03 Системный анализ и управление**

Направленности программы бакалавриата

**«Системный анализ и управление химической технологией»;**  
**«Системный анализ в информационных технологиях»**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **информационных технологий и управления**  
Кафедра **системного анализа и информационных технологий**

Санкт-Петербург

2021

**Б1.О.13**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Профессор		профессор, д.т.н. В.И.Халимон
Доцент		доцент, к.т.н. О.В. Проститенко

Рабочая программа дисциплины «Дискретная математика» обсуждена на заседании кафедры системного анализа и информационных технологий  
протокол от « 28 » 04 2021 № 7

Заведующий кафедрой,  
профессор, д.т.н.

А.А. Мусаев

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления  
протокол от « 19 » 05 2021 № 8

Председатель,  
доцент, к.т.н.

В.В. Куркина

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Системный анализ и управление»		Д.А. Краснобородько
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	07
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	07
4.4. Самостоятельная работа.....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	09
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	09
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	11
10.2. Программное обеспечение.....	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	11
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	11

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ОПК-2</b> Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)</p>	<p><b>ОПК-2.2</b> Применение методов дискретной математики при разработке моделей сложных систем и программного обеспечения</p>	<p><b>Знать:</b> способы задания, свойства множеств, отношений, функций и отображений (ЗН-1); канонические формы представления, методы преобразования и минимизации булевых функций (ЗН-2); методы осуществления операций над графами и выполнения количественных оценок их характеристик (ЗН-3)</p> <p><b>Уметь:</b> использовать методы дискретной математики при разработке сложных систем и программного обеспечения (У-1);</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования методов дискретной математики при разработке структурных моделей информационных систем и программного обеспечения (Н-1).</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части (Б1.О.13) и изучается на 2 курсе в 3 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Информатика».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Дискретная математика» знания, умения и навыки могут быть использованы изучении дисциплин «Системный анализ, оптимизация и принятие решений», «Теория автоматического управления», при выполнении курсовых работ и проектов, а также выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	4/ 144
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>60</b>
занятия лекционного типа	<b>18</b>
занятия семинарского типа, в т.ч.	<b>36</b>
семинары, практические занятия	36
лабораторные работы	
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	<b>6</b>
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	48
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Контр. опросы, коллоквиум
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Экзамен (36)</b>

## 4 Содержание дисциплины

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы	Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия			
1.	Роль дискретной математики при разработке компьютерных систем	1		4	ОПК-2	ОПК-2.2
2.	Задание множеств и операции над ними	2	4	6	ОПК-2	ОПК-2.2
3.	Отношения и их свойства	2	2	6	ОПК-2	ОПК-2.2
4.	Отображения и их свойства	2	2	6	ОПК-2	ОПК-2.2
5.	Графовые структуры. Операции на графах	6	14	10	ОПК-2	ОПК-2.2
6.	Общие положения алгебры логики. Минимизация формул алгебры логики.	4	12	10	ОПК-2	ОПК-2.2
7.	Структурное представление переключательных функций	1	2	6	ОПК-2	ОПК-2.2

### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Предмет дискретной математики. Роль дискретной математики при разработке процессоров вычислительных машин, а так же при передаче цифровой информации по компьютерным сетям	1	ЛВ
2	Способы задания. Операции на множествах. Диаграммы Венна. Аксиоматика теории множеств. Алгебра Кантора. Минимизация представления множеств.	2	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	Бинарные отношения. Способы задания и свойства бинарных отношений. Отношения эквивалентности и порядка. Представление n-арных отношений бинарными. Алгебра отношений.	2	ЛВ
4	Понятие отображения. Отображения, заданные на одном множестве. Определение функции. Обратная функция. Функция времени. Понятие функционала. Понятие оператора.	2	ЛВ
5	Понятие графа. Способы задания графов. Основные свойства и характеристики. Матрицы, ассоциированные с графами. Объединение, пересечение графов. Вершинное и реберное покрытие графа. Эйлеровы циклы. Ориентированные деревья. Упорядоченные деревья. Бинарные деревья	6	ЛВ
6	Логика высказываний. Формулы логики высказываний. Булевы или двоичные функции. Формулы булевой алгебры. Основные законы булевой алгебры. Эквивалентность формул. Принцип двойственности. Разложение булевых функций по переменным. Совершенные дизъюнктивные (СДНФ) и совершенные конъюнктивные нормальные формы (СКНФ). Минимизация булевых функций. Эквивалентные преобразования. Карты Карно.	4	ЛВ
7	Алгебра переключательных функций. Реализация переключательных функций в различных базисах. Представление булевых функций в виде структурных элементов. Схемы из функциональных элементов. Минимизация схем.	1	ПЛ

### 4.3. Занятия семинарского типа

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Представление и выполнение операций над множествами в виде диаграмм Эйлера-Венна на автоматизированной обучающей системе по дискретной математике «Ensemble»	4	Тр

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	Бинарные отношения. Способы задания бинарных отношений. Свойства бинарных отношений. Алгебра отношений.	2	МК
4	Формы представления функции. Обратная функция. Функция времени. Представление дискретной функции времени	2	МК
5	Формы представления графовых структур. Операции на графах (Степени вершин. Маршруты, цепи и циклы. Компоненты связности. Точки сочленения. Мосты. Вершинная и реберная связность. Связность ориентированных графов. Вершинное и реберное покрытие графа. Эйлеровы циклы. Упорядоченные деревья. Бинарные деревья.)	14	МК
6	Совершенные дизъюнктивные (СДНФ) и совершенные конъюнктивные нормальные формы (СКНФ). Минимизация булевых функций. Эквивалентные преобразования. Минимизация булевых функций картами Карно.	12	МК
7	Представление булевых функций в виде структурных элементов. Построение логических схем	2	МК

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Счетные и несчетные множества. Верхняя и нижняя граница множества.	4	Контрольные опросы
2	Универсальное множество. Дополнение множества, разбиение множества. Упорядоченное множество.	6	Контрольные опросы
3	Соответствия. Определение соответствия, обратное соответствие. Булеан	6	Контрольные опросы
4	Взаимнооднозначное соответствие между множествами.	6	Контрольные опросы
5	Операция композиции маршрутов и множеств маршрутов. Метод перечисления путей и циклов. Способы задания расстояния на графе. Методы нахождения кратчайшего расстояния между двумя вершинами, достоинства и недостатки	10	Коллоквиум
6	Суперпозиции и формулы. Булев куб. Алгоритмы получения минимальной ДНФ	10	Контрольные опросы

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
7	Функциональные элементы. Схемы	6	Контрольные опросы

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими вопросами.

При сдаче экзамена студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант №1
1. Соответствия. Определение соответствия, обратное соответствие.
2. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма. Булев куб
3. Булева алгебра для двоичных векторов.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

### **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины**

#### **а) печатные издания:**

1. Халимон, В.И. Применение методики сетевых графиков в автоматизированном проектировании: учебное пособие / В. И. Халимон, Т. Б. Чистякова, Л.Ф. Колесник,- Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра систем автоматизированного проектирования и управления. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2009.-54 с..
2. Рогов, А. Ю. Графовые методы анализа в дискретной математике: учебное пособие / В.И. Халимон, О. В. Проститенко, А. Ю. Рогов.- Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра систем автоматизированного проектирования и управления. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012.-87 с.

## б) электронные учебные издания:

1. Проститенко, О. В. Моделирование дискретных систем на основе сетей Петри: учебное пособие / В.И. Халимон, О. В. Проститенко, А. Ю. Рогов.- Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра системного анализа и информационных технологий. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2017.- 69 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения : 25.03.2021). Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
2. Халимон, В.И. Дискретная математика. (Теория множеств, операции на графах, булевы функции): учебное пособие / В.И. Халимон, О. В. Проститенко, А. Ю. Рогов.- Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра систем автоматизированного проектирования и управления. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2009.- 57 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения : 25.03.2021). Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

## 8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>  
электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;  
«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине «Дискретная математика» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;  
серьезное отношение к изучению материала;  
постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **10.1. Информационные технологии**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;  
взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение**

Программы MathCad, Microsoft Office (Microsoft Word, Microsoft Excel,).

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для ведения лекционных и практических занятий используется компьютерный класс, оснащенный объединенными в сеть персональными компьютерами, оборудованием и техническими средствами обучения на необходимое количество посадочных мест.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014 г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Дискретная математика»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

<b>Индекс компетенции</b>	<b>Содержание</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ОПК-2</b>	Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ОПК-2.2</b> Применение методов дискретной математики при разработке моделей сложных систем и программного обеспечения	Перечисляет способы задания, свойства множеств, отношений, функций и отображений (ЗН-1);	Правильный ответ на вопросы №1-15 к экзамену	Перечисляет способы задания, свойства множеств, отношений, функций и отображений с ошибками	Перечисляет способы задания, свойства множеств, отношений, функций и отображений без ошибок, но не может четко выделить свойства функций и отображений	Уверенно и без ошибок перечисляет способы задания, свойства множеств, отношений, функций и отображений приводит примеры математического представления в формализованном виде
	Правильно выбирает канонические формы представления, методы преобразования и минимизации булевых функций (ЗН-2);	Правильный ответ на вопросы №16-24 к экзамену	Дает определения и записывает формулы канонического представления булевых функций, но преобразования и минимизацию этих функций не может сделать в полном объеме	Дает определения и записывает формулы канонического представления булевых функций, но преобразования и минимизацию этих функций допускает незначительные погрешности	Уверенно и без ошибок дает определения и записывает формулы канонического представления булевых функций, без ошибок реализует преобразования и минимизацию этих функций
	Правильно выбирает методы осуществления операций над графами и выполнения количественных оценок их характеристик (ЗН-3)	Правильный ответ на вопросы №32-44,51 к экзамену	Имеет представление о графовых методах исследования структурных моделей сложных систем, однако допускает ошибки в применении этих методов	Правильно выбирает графовые методы для моделирования и анализа структурных моделей сложных систем, но при этом допускает незначительные ошибки в расчетах.	Правильно выбирает графовые методы для моделирования и анализа структурных моделей сложных систем, грамотно объясняет применимость каждого метода

	Правильно объясняет использование методы дискретной математики при разработке сложных систем и программного обеспечения (У-1);	Правильный ответ на вопросы №25,26, 28-31 к экзамену	Путается в применимости различных методы дискретной математики при разработке сложных систем и программного обеспечения	С небольшими подсказками правильно дает самостоятельную оценку различным методам дискретной математики при разработке сложных систем и программного обеспечения	Правильно самостоятельно оценивает различные методы дискретной математики при разработке сложных систем и программного обеспечения и может применить их
	Демонстрирует навыками использования методов дискретной математики при разработке структурных моделей информационных систем и программного обеспечения (Н-1)	Правильный ответ на вопросы №27, 45-50 к экзамену	Имеет слабые навыки использования методов дискретной математики при анализе и синтезе структурного моделирования сложных систем	Демонстрирует навыки использования методов дискретной математики при анализе и синтезе структурного моделирования сложных систем, но допускает 1-2 ошибки	Без подсказок преподавателя демонстрирует уверенные навыки владения методами дискретной математики при анализе и синтезе структурного моделирования сложных систем,

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

#### Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-2:

1. Множества и подмножества. Способы задания множеств.
2. Операции над множествами. Диаграммы Венна.
3. Счетные и несчетные множества.
4. Взаимнооднозначное соответствие между множествами. Верхняя и нижняя граница множества.
5. Универсальное множество. Дополнение множества, разбиение множества.
6. Упорядоченное множество. Прямое произведение множеств.
7. Соответствия. Определение соответствия, обратное соответствие.
8. Отображения и их свойства, отображения заданные на одном множестве.
9. Определение функции.
10. Обратная функция, функция времени.
11. Понятие функционала. Понятие оператора.
12. Свойства отношений.
13. Отношение эквивалентности.
14. Отношение порядка.
15. Булеан
16. Логические функции. Способы их представления.
17. Примеры логических функций.
18. Суперпозиции и формулы.
19. Булева алгебра функций и эквивалентные преобразования в ней.
20. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма. Булев куб.
21. Эквивалентные преобразования в Булевой алгебре, а именно упрощение формул.
22. Приведение к дизъюнктивной и конъюнктивной нормальной форме.
23. Карты Карно. Минимизация функций.
24. Минимизация не полностью определённых функций с использованием карт Карно.
25. Булева алгебра для двоичных векторов.
26. Функционально полные системы.
27. Схемы из функциональных элементов.
28. Что такое сложная система? Что такое структура сложной системы? Приведите примеры сложных систем.
29. Какие способы представления сложных систем Вы знаете? Расскажите о них. В чем их достоинства и недостатки?
30. Что такое граф, подграф, суграф? Какие графы бывают? Приведите примеры.
31. Какие типичные ошибки возникают в структуре системы и в чем они заключаются? Методы их нахождения с помощью графов. Приведите примеры.
32. Что такое вершина-исток, вершина-сток, изолированная вершина, висячая вершина, регулярная вершина, петля, кратная дуга, противоположная дуга, окрестность вершины, степень, полустепень вершины? Приведите пример.
33. Что такое маршрут? Классификация маршрутов. Операция композиции. Метод определения количества маршрутов.

34. Что такое маршрут? Операция композиции маршрутов и множеств маршрутов. Метод перечисления путей и циклов. Приведите пример.
35. Что такое путь и цикл? Метод перечисления путей и циклов. Приведите пример.
36. Что такое эйлеровые и гамильтоновы пути и циклы? Как они связаны со сложными системами? Приведите примеры.
37. Что такое достижимость вершин, множество влияющих и зависящих вершин, взаимная достижимость, матрица достижимости? Метод определения достижимых вершин. Приведите пример.
38. Что такое сильная компонента связанности, ее характеристики и как она связана со сложными системами? Метод нахождения сильных компонент связанности. Приведите пример.
39. Что такое порядковые уровни графа и как она связана со сложными системами? Метод разбиения графа на порядковые уровни. Приведите пример.
40. Что такое независимое подмножество, его характеристики и как оно связано со сложными системами? Приведите пример.
41. Что такое клика, ее характеристики и как она связана со сложными системами? Приведите пример.
42. Какие способы задания расстояния на графе Вы знаете? Опишите их достоинства и недостатки, Метод нахождения кратчайшего расстояния между двумя вершинами, Приведите пример.
43. Какие способы задания расстояния на графе Вы знаете? Опишите их достоинства и недостатки. Метод нахождения дерева кратчайших расстояний с корнем в заданной вершине. Приведите пример.
44. Кратчайшие расстояния на графе и их связь со сложными системами? Метод вычисления кратчайших расстояний по количеству дуг между всеми парами вершин графа. Матрица кратчайших расстояний. Приведите пример.
45. Что такое эксцентриситет вершины, радиус и диаметр графа, центр и периферия на графе? Как они связаны со сложными системами? Приведите пример.
46. Что такое индекс избыточности по связям, степень центральности и как они связаны со сложными системами? Приведите примеры.
47. Что такое сложность структуры? Как она вычисляется. Приведите пример.
48. Что такое точки сочленения и висячие вершины в графе и как они связаны со сложными системами? Приведите пример.
49. Что такое ранг элемента и для чего он используется в сложных системах? Метод вычисления. Приведите пример.
50. Что такое свертка графа, как она осуществляется и как она связана со сложными системами? Приведите пример.
51. Матричные способы представления графа.

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

#### **4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПП СТО СПбГТИ (ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.