

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

« 30 » июня 2020 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.11** Теория систем и системный анализ

Учебный план: ФГОС 3++2020-2021\_09.03.03\_ИИТА\_ОО\_ИТ-решения.plx

Кафедра: **26** Математики

Направление подготовки:  
(специальность) 09.03.03 Прикладная информатика

Профиль подготовки: ИТ-решения и обеспечение аналитических бизнес-процессов  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Практ. занятия					
3	УП	34	34	40	36	4	Экзамен
	РПД	34	34	40	36	4	
Итого	УП	34	34	40	36	4	
	РПД	34	34	40	36	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 г. № 922

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

\_\_\_\_\_

Мещерякова Галина  
Пантелеевна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой математики

\_\_\_\_\_

Рожков Николай  
Николаевич

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Сошников Антон  
Владимирович

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Целью изучения дисциплины является формирование компетенций в области математических методов и моделей работающих в теории систем и системном анализе

### 1.2 Задачи дисциплины:

Задачей дисциплины является ознакомление студента с основными понятиями и принципами математического аппарата, используемого при описании систем: теоретико-множественное описание, графическое представление, логические принципы и критерии правильности при построении моделей систем

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Знание математики в объеме стандартного двух семестрового курса

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b>
<b>Знать:</b> основные понятия и концепции теории систем и принципы системного анализа; основные подходы к изучению, описанию и моделированию систем.
<b>Уметь:</b> идентифицировать и классифицировать системы; анализировать и обобщать сведения о системе, причинноследственных и обратных связях, задержках реакции систем на внешние воздействия.
<b>Владеть:</b> методами функционального и динамического моделирования систем и процессов.
<b>ОПК-6: Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;</b>
<b>Знать:</b> основы теории систем и системного анализа
<b>Уметь:</b> применять методы теории систем и системного анализа
<b>Владеть:</b> навыками моделирования систем

## 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Основные понятия теории систем. Свойства систем. Теоретико-множественное и графическое описание системы	3					ДЗ
Тема 1. Цели и закономерности целеобразования. Практические занятия: Введение в теорию множеств		4	4	4	ИЛ	
Тема 2. Анализ систем, Модели и моделирование. Практические занятия: Операции с множествами. Подмножества. Кортжи.		4	4	6	ИЛ	
Тема 3. Понятие системы. Основные определения. Теоретико-множественный подход. Практические занятия: Соответствия		2	2	4	ИЛ	
Тема 4. Конструктивные и функциональные свойства систем. Практические занятия: Отношения.		4	4	4	ИЛ	
Тема 5. Системы в организации. Типы структур систем. Практические занятия: Соответствия. нечеткие множества. Теоретико-множественное описание систем		2	2	4	ИЛ	
Раздел 2. Методики системного анализа. Моделирование как метод системного анализа						

Тема 6. Измерения и шкалы. Практические занятия: Измерения и шкалы		2	2	2	ИЛ	
Тема 7. Логические методы моделирования систем. Практические занятия: Высказывания. Булевы функции		4	4	4	ИЛ	
Тема 8. Логические методы моделирования систем. Практические занятия: предикаты.		4	4	4	ИЛ	
Тема 9. Методики системного анализа. Моделирование как метод системного анализа Практические занятия: Графы как метод представления систем.		4	4	4	ИЛ	
Тема 10. Методы формализованного и неформализованного представления систем. Практические занятия: Плоские графы. Маршруты. деревья.		4	4	4	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	34	40		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		33,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		70,5		73,5		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
УК-1	Используя понятие цели и закономерности целеобразования может формализовать цель конкретной работы и построить алгоритм действий для достижения результата.	Практические контрольные аудиторные задания
	Используя разные виды шкал может организовать необходимые для проведения системного анализа измерения.	Вопросы для устного собеседования
	Учитывая конструктивные и функциональные свойства конкретных систем систем может подобрать математические методы описания данной системы.	Тестовые и практико-ориентированные задания
ОПК-6	Взяв за основу методики системного анализа может выбрать метод и алгоритм формализованного и неформализованного представления систем.	Практические контрольные аудиторные задания
	На основе проведенного анализ системы умеет строить математические модели с использованием теоретико - множественных, логических и графических алгоритмов.	Вопросы для устного собеседования
	Анализируя конкретные типы структур систем может подобрать соответствующий тип системы в организации.	Тестовые и практико-ориентированные задания

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полностью ориентируется в материале, знает все основные понятия, определения, алгоритмы, доказательства. написана без ошибок и в срок контрольная работа.	

4 (хорошо)	Ориентируется в материале, знает основные понятия, определения, алгоритмы, допускает несущественные ошибки. контрольная написана в срок с незначительными исправлениями.	
3 (удовлетворительно)	Знает основные понятия, определения, алгоритмы, но ответ с конспектом. контрольная работа написана полностью	
2 (неудовлетворительно)	Не владеет материалом, хотя может дать определения. Контрольная работа написана не полностью.	

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 3	
1	27. Методы формализованного и неформализованного представления систем
2	26. Анализ СУ. Понятие, цели и задачи анализа
3	25. Критерии как модель целей
4	24. Методики системного анализа. Моделирование как метод системного анализа
5	23. Системы управления. Системный подход в исследовании систем управления
6	22. Алгебра предикатов
7	21. Основные методы доказательств
8	20. Булевы функции
9	19. Логические методы моделирования систем
10	18. Измерения и шкалы
11	17. Обратная связь в системе.
12	16. Системы в организации. Типы структур систем
13	15. Деревья.
14	14. Плоские графы
15	13. Операции над графами
16	12. Основные определения теории графов
17	11. Классификация систем.
18	10. Конструктивные и функциональные свойства систем
19	9. Структура системы
20	Нечеткие множества. Функции принадлежности. 8. Принципы теоретико-множественного описания и анализа систем
21	7. Нечеткие множества. Функции принадлежности.
22	6. Отношения (в теории систем - взаимодействия)
23	5. Соответствия (в теории систем - связи).
24	4. Прямое произведение множеств. Кортежи
25	3. Понятие системы. Основные определения. Теоретико-множественный подход. Операции над множествами
26	2. Классификация методов моделирования систем
27	1. Основные определения теории систем Понятия целеобразования. Закономерности возникновения и формулирования целей. Закономерности формирования структур целей.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

1. Какие из приведенных множеств заданы корректно и сколько в них содержится элементов?

$$A = \{1,3,5,7\}$$

$$B = \{175,35,7,1\}$$

$$C = \{1,37,5,17,5,73,1,5\}$$

$$D = \{7351\}$$

$$E = \{71,35,17,53\}$$

2. Равны ли множества:  $A = \{1,2,\{1,2\}\}$  и  $B = \{1,2\}$ ;  
 3. Какие из приведенных соотношений заданы неверно?  
 а)  $7 \in \{1,3,5,7\}$   
 б)  $37 \in \{1,3,5,7\}$   
 в)  $71 \notin \{1,3,5,7\}$   
 г)  $3 \in \{1,(3,5),7\}$   
 д)  $x \in \{\text{tg}(x),\cos(x)\}$

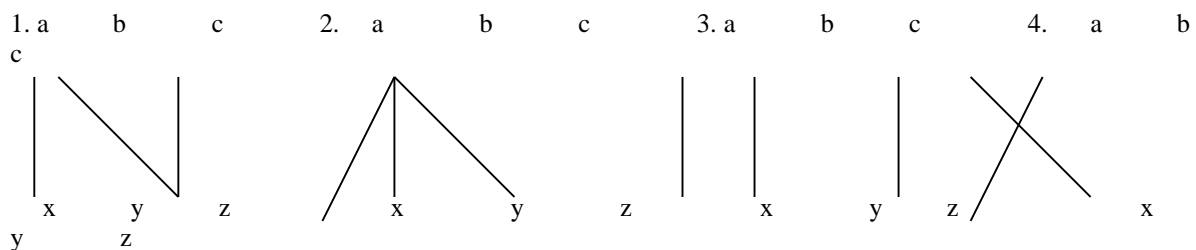
4. Упростить выражение

$$(A \cap B \cap C \cap \bar{X}) \cup (\bar{A} \cap C) \cup (\bar{B} \cap C) \cup (C \cap X).$$

5. Даны множества  $A = \{2,9,21,\{1,2\}, 7,6\}$  и  $B = \{7,5,2\}$ /

Выполнить операции  $A \cap B, A \cup B, A \setminus B, A \times B$ .

6. Заданы соответствия с областью отправления  $\{a,b,c\}$  и областью прибытия  $\{x,y,z\}$



Определить типы соответствий.

7. Даны отношения R и P. Найти отношение  $R \circ P$

R

	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
$X_1$	0	1	0	1
$X_2$	1	1	0	0

P

	$Z_1$	$Z_2$	$Z_2$	$Z_2$
$Y_1$	1	1	0	0
$Y_2$	0	1	1	0
$Y_3$	1	0	0	0
$Y_4$	0	0	1	1

8. Какие из формул тождественно истинны и какие тождественно ложны

а)  $x^2 + y^2 = 1 \vee x^2 + y^2 \neq 1 \quad \forall x, y \in \mathbb{R}$

б)  $(A \wedge B \rightarrow C) \rightarrow (A \rightarrow (B \rightarrow C))$

в)  $(A \rightarrow B) \wedge \neg B \rightarrow \neg A$

г)  $A \wedge \neg A$

9. Запишите в виде формул высказывание:

"Если произведение трех чисел равно нулю, то одно из этих чисел равно нулю".

10. Запишите в виде формул теоремы:

а) Каждое число делящееся на 4, делится и на 2;

б) Некоторые числа делящиеся на 2 не делятся на 4.

11. Пусть заданы два нечетких множества:

$$A = \{(x_1 | 0,1), (x_2 | 0,2), (x_3 | 0,5), (x_4 | 0,7), (x_5 | 0,2), (x_6 | 0,9), (x_7 | 1)\}$$

и

$$B = \{(x_1 | 0,4), (x_2 | 0), (x_3 | 0,2), (x_4 | 0,6), (x_5 | 0,1), (x_6 | 1), (x_7 | 1)\}.$$

Найти расстояние между ними и ближайшее к нечеткому множеству  $A$  четкое множество

12. Задан граф на рис. 1. Построить матрицу смежностей.

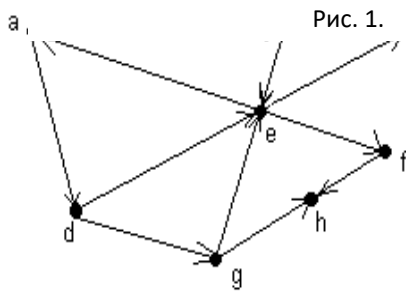
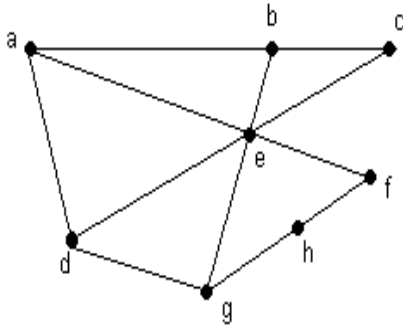


Рис. 2.

13. Задан ориентированный граф, изображенный на рис. 2.

а) Построить матрицу инцидентий.

**5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)**

1. Для произвольных множеств  $A, B, H$  проверить, является ли выполнение включения  $\alpha$  необходимым и достаточным условием выполнения равенства  $\beta$ .  $\alpha: A \cup B \subseteq H$ ,  $\beta: A \Delta H = (B \setminus A) \cup (H \setminus A)$

2. Решить систему соотношений относительно множества  $X$  и найти условия совместимости системы

$$\begin{cases} B \Delta C = X \cap A \\ X \setminus C = A \cap B \\ C \subseteq A \cap B \end{cases}$$

3. Решить систему уравнений относительно множества  $X$  и найти условия совместимости системы или доказать ее несовместимость

$$\begin{cases} A \Delta X = B \setminus C \\ C \cap X = A \cup X \\ B \setminus X = A \setminus X \end{cases}$$

4. Для данного графика  $P$  найти  $P^{-1}$ ,  $P \circ P$ ,  $P^{-1} \circ P$ ,  $pr_2(P^{-1} \circ P) \times pr_1(P \circ P)$   
 $P = \{(1,1), (1,2), (2,3), (2,2)\}$ . По определению инверсии  $P^{-1} = \{(1,1), (2,1), (3,2), (2,2)\}$

5. Дано соответствие  $\Gamma = (X, Y, G)$  (табл. А.6).

1. Изобразить соответствие  $\alpha$  в виде графа.

2. Найти, какими из четырех основных свойств (всюду определенность, сюръективность, функциональность, инъективность) обладает  $\Gamma$ .
3. Найти образ множества  $A$  и прообраз множества  $B$  при данном соответствии.
4. Построить соответствие между конечными множествами, обладающее набором свойств, противоположных данному.

Для данного и построенного соответствий отметить случаи отображений, указать их тип, отметить случаи биекций.

$$X = \{a, b, c, d\}, \quad Y = \{1, 2, 3, 4, 5\}, \quad G = \{(d, 2), (b, 1), (b, 5), (d, 4)\}, \quad A = \{a, b\}, \\ B = \{3, 4\}.$$

1. Дано отношение  $\Phi(A, G)$  / Выяснить, какими из свойств: рефлексивность, антирефлексивность, симметричность, антисимметричность, транзитивность, связность – обладает данное отношение  $\Phi(A, G)$ .

2. Выяснить, что представляет из себя отношение  $\Phi * \Phi$  и  $\Phi * \Phi^{-1}$ .

3. Построить на конечном множестве отношение, обладающее таким же набором свойств, что и данное. Изобразить его в виде графа и задать аналитически.

$A$  – множество теннисистов, участвующих в турнире, где каждый должен сыграть с каждым 3 партии,  $G: x\varphi y \Leftrightarrow x$  обыграл  $y$ .

7. Выполнить следующие операции над нечеткими множествами  $A$  и  $B$ :  $\bar{A}, A \cup B, A \cap B, A \sqcup B, A + B, A - B, \text{con}(A), \text{DIL}(A)$

$$A: \{(a|0,6), (b|0,1), (c|0,4)\}$$

$$B: \{(a|0,4), (b|0,8), (c|0,9)\}$$

8. Построить таблицу данной булевой функции  $f(x, y, z) = x \rightarrow y \wedge z \vee \bar{x}$ .

9. Написать таблицу функции  $h(x, y)$ , являющейся суперпозицией функций

$$h(x, y) = f_2(y, y, f_1(x, y, z)), \text{ если}$$

$$f_1 = (10010111)$$

$$f_2 = (01101011)$$

10. Дана функция  $f(x, y, z) = (01011010)$ .

1. Выяснить, какие переменные являются существенными, а какие фиктивными.

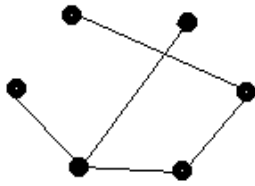
2. Выразить  $f(x, y, z)$  формулой, в которую входят только существенные переменные.

11. Изобразить граф со следующим набором степеней вершин  $\{0, 3, 3, 3, 3\}$ , а также полный граф.

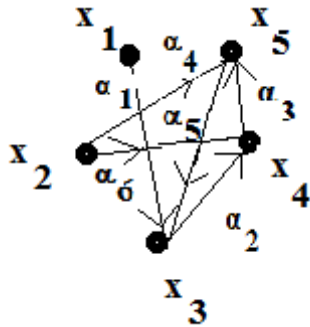
12. Построить однородный граф с пятью вершинами степени четыре.



13. Для данного планарного графа изобразить изоморфный ему граф, такой, что все вершины лежат на одной прямой и ребра не пересекаются. Изобразить суграф и подграф



14. По матрице смежности  $A = \begin{pmatrix} 00101 \\ 00100 \\ 01010 \\ 00101 \\ 10010 \end{pmatrix}$  построить граф



15. Ориентированный граф имеет вершины  $X = \{a, b, c, d, e, f\}$ . Построить матрицу достижимости для указанного множества дуг  $E$ .  
 $E = \{(e, a), (b, f), (c, d), (f, e), (f, c)\}$ .

16. По последовательности Прюффера  $\{2, 2, 2, 1, 1\}$ ,  $n = 5 + 2 = 7$  построить дерево.

**5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)**

**5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности**

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

**5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

**5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

Особенности проведения (экзамена, зачета и / или защиты курсовой работы)

На подготовку к ответу на два вопроса в билете на экзамене дается 40 минут и еще 20 минут на решение стандартного примера. Конспектом пользоваться можно, но общее время просмотра ограничено 5 минутами при ответе на два экзаменационных вопроса и один дополнительный. Переписывать из конспекта нельзя.

При ответе на зачете дается один вопрос, время на подготовку 30 минут и 20 минут на решение стандартного примера. Конспектом пользоваться можно, но переписывать из конспекта нельзя.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Шапошников, А. В., Бережной, В. В., Лягин, А. М., Плетухина, А. А.	Теория систем массового обслуживания	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/75605.html">http://www.iprbookshop.ru/75605.html</a>
Мещерякова Г. П., Бочкарев В. Б., Крылов А. В.	Дискретная математика. Множества. Логика. Графы	СПб.: СПбГУПТД	2015	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3359">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3359</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Силич, В. А., Силич, М. П.	Теория систем и системный анализ	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники	2011	<a href="http://www.iprbookshop.ru/13987.html">http://www.iprbookshop.ru/13987.html</a>
Бернштейн, Т. В., Храмова, Т. В.	Практикум по дискретной математике	Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/55492.html">http://www.iprbookshop.ru/55492.html</a>
Данелян, Т. Я.	Теория систем и системный анализ	Москва: Евразийский открытый институт	2011	<a href="http://www.iprbookshop.ru/10867.html">http://www.iprbookshop.ru/10867.html</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. информационные справочные системы

a. [http://www.matburo.ru/tv\\_spr.php](http://www.matburo.ru/tv_spr.php)

b. [http://www.twirpx.com/files/mathematics/tvms/probability\\_theory/ft.reference/](http://www.twirpx.com/files/mathematics/tvms/probability_theory/ft.reference/)

c. [http://www.matburo.ru/tv\\_komb.php](http://www.matburo.ru/tv_komb.php)

2. Программное обеспечение:

a. программа для работы с электронными таблицами Excel, входит в состав Microsoft Office

3. программа для работы с калькулятором Калькулятор, входит в состав Стандартные материалы

Информационно-образовательной среды заочной формы обучения СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://edu.sutd.ru/moodle/>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска