

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»

Институт информационных технологий, математики и механики

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол от  
30.11.2022 №13

**Рабочая программа дисциплины**

**Теория систем и системный анализ**

---

Уровень высшего образования  
**бакалавриат**

---

Направление подготовки  
**090303 Прикладная информатика**

---

Направленность образовательной программы  
**Прикладная информатика в информационной сфере**

---

Форма обучения  
**очная**

---

Нижегород  
2021

## 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.11 «Теория систем и системный анализ» относится к обязательной части ООП направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
<b>ОПК-8.</b> Способен принимать участие в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла	<b>ОПК-8.1.</b> Демонстрирует знание основных технологий создания и внедрения информационных систем, стандартов управления жизненным циклом информационной системы.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• основные понятия и утверждения дисциплины «Теория систем и системный анализ»;</li> <li>• методологию решения оптимизационных задач.</li> </ul>	Собеседование
	<b>ОПК-8.2.</b> Демонстрирует умение осуществлять организационное обеспечение выполнения работ на всех стадиях создания и в процессе жизненного цикла информационной системы.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• применять системный подход к рассматриваемой проблеме;</li> <li>• на основе описания предметной области строить математическую модель;</li> <li>• использовать принципы оптимальности при решении конкретных задач</li> </ul>	Задача
	<b>ОПК-8.3.</b> Имеет практический опыт составления плановой и отчетной документации по управлению проектами создания информационных	<ul style="list-style-type: none"> <li>• алгоритмами решения задач, связанных с принятием решений;</li> <li>• навыками выделения классов систем, для изучения которых можно использовать некоторые более или менее общие подходы</li> </ul>	Задача

	<i>систем на стадиях жизненного цикла.</i>		
--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины «Теория систем и системный анализ»

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>2 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
<b>в том числе</b>	
<b>контактная работа:</b>	<b>33</b>
- занятия лекционного типа	<b>32</b>
- текущий контроль (КСР)	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>39</b>
<b>Промежуточная аттестация – зачет</b>	

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа студентов, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Лабораторные работы	Всего контактных часов	
1. Основные принципы теории систем и системного анализа. Специфика и особенности системного анализа. Признаки сложных систем Принципы проектирования сложных систем. Схема вычислительного эксперимента.	10	4			4	6
2. Принятие решений при задании целей с помощью связанных с ними отношений предпочтений. Построение матриц предпочтений. Задачи группировки в пары элементов одного множества, двух множеств. Понятие устойчивости решения.	10	4			4	6
3. Задачи о назначениях. Канонический вид. Задачи о назначениях с линейными и нелинейными критериями. Алгоритмы решения.	10	4			4	6
4. Моделирование сложных систем, управляемых однородными Марковскими цепями. Общие понятия: состояния системы, переходы, управления, затраты, доходы. Примеры производственных систем. Одностадийные системы: изготовления изделий из заготовок. Двух стадийные системы: производства выплавки стали. Принцип Беллмана.	10	6			6	4
5. Модели и методы принятия решений в сетевых	10	6			6	4

канонических структурах. Распределение ресурсов в сетевых канонических структурах. Задачи многоресурсного сетевого планирования.						
6. Экстремальные задачи переборного типа. Точные и эвристические методы решения задач. Теорема Данцига об оптимальном решении непрерывной задачи о ранце. Решение канонической задачи о ранце методом ветвей и границ и методом динамического программирования. Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ и методом динамического программирования.	11	4			4	7
7. Задачи теории расписаний как задачи частично целочисленного линейного программирования: задачи однопроцессорного и многопроцессорного обслуживания потока заявок. Задачи упорядочения при условии минимизации целевых функций на перестановках. Перестановочный прием в задачах теории расписаний. Теорема Лившица-Кладова. Задача Джонсона. График Ганта.	10	4			4	6
Текущий контроль	1				1	
Промежуточная аттестация: зачет						
Итого	72	32	0	0	33	39

Текущий контроль успеваемости реализуется в форме опросов и тестирования на занятиях лекционного типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет).

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Теория систем и системный анализ» включает выполнение заданий под контролем преподавателя и подготовку к зачету.

##### Темы заданий

1. Применение алгоритма Гейла-Шепли при решении задач группировки в пары при наличии индивидуальных предпочтений:

- полная и неполная система предпочтений,
- группировка с несколькими элементами,
- транспортная задача с учётом взаимных предпочтений,
- задача обмена.

2. Однокритериальные задачи о назначениях:

- линейный максимизируемый/минимизируемый критерий,
- нелинейный критерий – минимаксный/максиминный

1. Дискретно-управляемые системы:

- с одним типом состояний;
- с двумя типами состояний;

2. Временные характеристики сетевых моделей. критический путь.

3. Задачи теории расписаний

• применение метода ветвей и границ при обслуживании потока заявок с разным временем их поступления;

• приближённое решение задачи календарного планирования графика;

• задача Джонсона;

• решение задачи о ранце методом ветвей и границ, методом динамического программирования;

• решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ, методом динамического программирования.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Литература для обеспечения выполнения самостоятельной работы приведена в п. 6.

## 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:

### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»

	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 5.2.1. Контрольные вопросы для оценивания компетенции ОПК-8

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. Моделирование сложных систем. Схема вычислительного эксперимента.	ОПК-8
2. Классификация сложных систем по методам решения в зависимости от класса задач.	ОПК-8
3. Информационно – советующие системы. Задачи группировки в пары с учетом взаимных предпочтений элементов 2-х множеств.	ОПК-8
4. Информационно – советующие системы. Задачи группировки в пары с учетом взаимных предпочтений элементов одного множества	ОПК-8
5. Информационно – советующие системы. Задачи группировки в пары с учетом взаимных предпочтений в транспортных задачах.	ОПК-8
6. Задачи о назначениях с линейным критерием.	ОПК-8
7. Задачи о назначениях с нелинейным критерием.	ОПК-8
8. Моделирование сложных систем, управляемых однородными Марковскими цепями.	ОПК-8
9. Процесс выплавки стали как стохастический процесс с двумя типами состояний.	ОПК-8
10. Дискретно - управляемые технические системы. Процесс изготовления изделий как стохастический процесс с одним типом состояний.	ОПК-8
11. Дискретно - управляемые технические системы. Процесс выплавки стали как стохастический процесс с двумя типами состояний.	ОПК-8
12. Основные понятия сетевой модели. Правила построения сетевой модели.	ОПК-8

13. Планирование проектных задач. Расчет временных характеристик сетевой модели.	ОПК-8
14. Задача номенклатурного планирования (одномерный и двумерный случаи).	ОПК-8
15. Задача оптимальной загрузки уникального оборудования и её решение методом ветвей и границ (задача о ранце).	ОПК-8
16. Задача оптимальной загрузки уникального оборудования и её решение методом динамического программирования.	ОПК-8
17. Задача оптимальной загрузки уникального оборудования и её решение табличным методом (задача о ранце).	ОПК-8
18. Задача об оптимальной переналадке уникального оборудования и её решение методом ветвей и границ (задача коммивояжера).	ОПК-8
19. Задача об оптимальной переналадке уникального оборудования и её решение методом динамического программирования (задача коммивояжера)..	ОПК-8
20. Задача теории расписаний с одним обслуживающим прибором. Задача мастера.	ОПК-8
21. Задачи теории расписаний. Обработка m деталей на n станках.	ОПК-8
22. Задачи теории расписаний. Задача Джонсона для двух и трех станков.	ОПК-8
23. Общая схема применения метода ветвей и границ	ОПК-8
24. Задачи теории расписаний с одним обслуживающим прибором и разным временем поступления заявок.	ОПК-8
25. Задачи теории расписаний. Классы задач, для которых применим перестановочный прием.	ОПК-8

### 5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ОПК-8:

1. Задача объединения в пары

7	6	4	6	7	1	7
1	5	3	4	6	2	2
2	2	7	2	5	3	1
4	4	2	1	2	4	3
6	3	1	5	1	5	5
5	7	5	3	4	6	6
3	1	6	7	3	7	4
a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7

5	1	3	6	1	2	7
2	3	2	2	2	3	6
7	2	7	4	3	4	5
6	5	6	5	7	5	3
4	6	5	3	6	6	1
3	7	4	1	5	7	4
1	4	1	7	4	1	2
b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7

2. Задача изготовления изделий как стохастический процесс с одним типом состояний. Найти оптимальную стратегию.

$$n = 3, m = 2, h_1 = 1, h_2 = 2, h_3 = 3, g_1 = 5, g_2 = 7,$$

$$p_{11} = 1/2, p_{12} = 1/2, p_{21} = 2/3, p_{22} = 1/3, p_{31} = 1/4, p_{32} = 3/4,$$

3. Задача изготовления изделий как стохастический процесс с двумя типами состояний. Найти оптимальную стратегию.

$$n = 2, m = 3, s = 2, h_1 = 2,5, h_2 = 3,5, g_1 = 2, g_2 = 3, g_3 = 4,$$

$$p_{11} = 1/4, p_{12} = 3/4, p_{21} = 4/5, p_{22} = 1/5. K(1) = \{1,3\}, K(2) = \{2,3\}, \vec{k} = (1,0,1), T_0 = 2.$$

4. Построить сеть, найти критический путь.

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
t <sub>i</sub>	3	2	4	6	5	8	3	7	5	2	3	6	4	9	7	4	0
k(i)	0	0	1	2,3	2,3	4	5	6,7	6,7	6,7	8	10	9,11,12	9,11,12	13	14,15	16

5. Задача однопроцессорного обслуживания потока из шести заявок. Определить оптимальное расписание обслуживания:

i	t(i)	τ(i)	a(i)
1	0	2	3
2	1	4	7
3	1	1	8
4	3	2	7
5	4	2	3
6	5	2	7

6. Решить задачу о ранце методом ветвей и границ, табличным методом, методом динамического программирования

$$5x_1 + 7x_2 + 3x_3 + 6x_4 \rightarrow \max,$$

$$2x_1 + 3x_2 + 7x_3 + 5x_4 \leq 9,$$

7. Решить задачу коммивояжера методом ветвей и границ, методом динамического программирования.

	1	2	3	4	5
1	-	6	4	9	7
2	3	-	7	5	8
3	9	7	-	5	4
4	7	5	9	-	9
5	3	7	5	7	-

8. Решить задачу о назначениях с линейным минимизируемым критерием.

J(i)/R(i)	R1	R2	R3	R4	R5
J1	7	9	10	3	8
J2	6	6	9	2	7
J3	6	11	10	11	9
J4	6	3	4	1	1
J5	11	1	13	9	12

9. Решить задачу о назначениях с минимаксным критерием.

J(i)/R(i)	R1	R2	R3	R4	R5
J1	6	4	5	4	3
J2	1	7	4	6	2
J3	5	3	5	8	3
J4	4	3	1	2	7
J5	4	1	5	4	7

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Основная литература

Волкова В. Н., Денисов А. А. - Теория систем и системный анализ: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 010502 (351400) "Приклад. информатика". - М.: Юрайт, 2010. - 679 с. (12 экз)

### Дополнительная литература

Коротченко А.Г., Сморякова В.М., Чернышова Н.Н. Принципы оптимальности в задачах принятия решений. Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Ниже-

городский госуниверситет, 2015, 44 с. (Регистрационный номер 944.15.01 фонда компьютерных изданий Нижегородского госуниверситета)  
[http://www.unn.ru/books/met\\_files/opt.docx](http://www.unn.ru/books/met_files/opt.docx)

### **Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

1. Сайт компании Interface ltd <http://www.interface.ru>.
2. Сайт «Открытые системы» <http://www.osp.ru>.
3. Сайт «CIT Forum» <http://www.citforum.ru>

### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой (лекционного), оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика».

Автор доцент \_\_\_\_\_ Фомина И.А.

Рецензент профессор \_\_\_\_\_ Федосенко Ю.С.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Прилуцкий М.Х.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

07.12.2022 протокол №4