

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

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол
№13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Теория систем и системный анализ

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

09.03.03 Прикладная информатика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Прикладная информатика в области обработки данных

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очно-заочная

(очная / очно-заочная / заочная)

1. Место 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 системный анализ» относится к обязательной части ООП направления подготовки 09.03 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**	
ОПК-8. Способен принимать участие в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла	ОПК-8.1. Демонстрирует знание основных технологий создания и внедрения информационных систем, стандартов управления жизненным циклом информационной системы.	Знать <ul style="list-style-type: none"> • основные понятия и утверждения дисциплины «Теория систем и системный анализ»; • методологию решения оптимизационных задач. 	Задача Собеседование
	ОПК-8.2. Демонстрирует умение осуществлять организационное обеспечение выполнения работ на всех стадиях создания и в процессе жизненного цикла информационной системы.	Уметь <ul style="list-style-type: none"> • применять системный подход к рассматриваемой проблеме; • на основе описания предметной области строить математическую модель; • использовать принципы оптимальности при решении конкретных задач 	
	ОПК-8.3. Имеет практический опыт составления плановой и отчетной документации по управлению проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла.	Владеть <ul style="list-style-type: none"> • алгоритмами решения задач, связанных с принятием решений; • навыками выделения классов систем, для изучения которых можно использовать некоторые более или менее общие подходы 	

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очно-заочная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	34
- занятия семинарского типа	32
- текущий контроль (КСР)	2
самостоятельная работа	38
Промежуточная аттестация – Экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная
1. Основные принципы теории систем и системного анализа. Специфика и особенности системного анализа. Признаки сложных систем. Принципы проектирования сложных систем. Схема вычислительного эксперимента.	11	6	0	0	6	5
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	0	0	4	6
3. Задачи о назначениях. Канонический вид. Задачи о назначениях с линейными и нелинейными критериями. Алгоритмы решения.	9	4	0	0	4	5
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.	11	4	0	0	4	7

5. Модели и методы принятия решений в сетевых канонических структурах. Распределение ресурсов в сетевых канонических структурах. Задачи многоресурсного сетевого планирования.	9	4	0	0	4	5
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.	10	5	0	0	5	5
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	5	0	0	5	5
Текущий контроль (КСР)	2					
Промежуточная аттестация экзамен	36					
Итого	108	32	0	0	34	38

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий лекционного типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (экзамен).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

1. Для самоконтроля у студента имеется возможность изучения материала в дистанционном управляемом курсе (требуется авторизация):

<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=4377>

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

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

3. Дискретно-управляемые системы:

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

4. Временные характеристики сетевых моделей. Критический путь.

5. 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 коммивояжёра 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 (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатор а достижения компетенции)	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 ошибок.	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	При решении стандартных	Продемонстрированы	Продемонстрированы все	Продемонстрированы все	Продемонстрированы все	Продемонстрированы все

	минимальных умений. Невозможно оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможно 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 при оценке компетенции ОПК-8

1. Моделирование сложных систем. Схема вычислительного эксперимента.
2. Классификация сложных систем по методам решения в зависимости от класса задач.
3. Информационно – советующие системы. Задачи группировки в пары с учетом взаимных предпочтений элементов 2-х множеств.
4. Информационно – советующие системы. Задачи группировки в пары с учетом взаимных предпочтений элементов одного множества
5. Информационно – советующие системы. Задачи группировки в пары с учетом взаимных предпочтений в транспортных задачах.
6. Задачи о назначениях с линейным критерием.
7. Задачи о назначениях с нелинейным критерием.
8. Моделирование сложных систем, управляемых однородными Марковскими цепями.
9. Процесс выплавки стали как стохастический процесс с двумя типами состояний.
10. Дискретно - управляемые технические системы. Процесс изготовления изделий как стохастический процесс с одним типом состояний.
11. Дискретно - управляемые технические системы. Процесс выплавки стали как стохастический процесс с двумя типами состояний.
12. Основные понятия сетевой модели. Правила построения сетевой модели.
13. Планирование проектных задач. Расчет временных характеристик сетевой модели.
14. Задача номенклатурного планирования (одномерный и двумерный случаи).
15. Задача оптимальной загрузки уникального оборудования и её решение методом ветвей и границ (задача о ранце).
16. Задача оптимальной загрузки уникального оборудования и её решение методом динамического программирования.
17. Задача оптимальной загрузки уникального оборудования и её решение табличным методом (задача о ранце).
18. Задача об оптимальной переналадке уникального оборудования и её решение методом ветвей и границ (задача коммивояжёра).
19. Задача об оптимальной переналадке уникального оборудования и её решение методом динамического программирования (задача коммивояжёра)..
20. Задача теории расписаний с одним обслуживающим прибором. Задача мастера.
21. Задачи теории расписаний. Обработка m деталей на n станках.
22. Задачи теории расписаний. Задача Джонсона для двух и трех станков.
23. Общая схема применения метода ветвей и границ
24. Задачи теории расписаний с одним обслуживающим прибором и разным временем поступления заявок.
25. Задачи теории расписаний. Классы задач, для которых применим перестановочный прием.

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ОПК-8: Задачи для оценки 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
в1	в2	в3	в4	в5	в6	в7

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.

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

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

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 _i	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

1. Вагнер Г. Основы исследования операций. М. Мир, т.2, 1972.
2. Р. Ховард. Динамическое программирование и марковские процессы, М., Сов.Радио, 1964.
3. Корбут А.А., Финкельштейн Ю.Ю., Дискретное программирование. М., Наука, 1969.
4. 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

1. Коротченко А.Г., Сморякова В.М., Чернышова Н.Н. Принципы оптимальности в задачах принятия решений. Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015, 44 с. (Регистрационный номер 944.15.01 фонда компьютерных изданий Нижегородского госуниверситета)
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, 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 с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению (профилю) **09.03.03 Прикладная информатика**

Автор _____ доцент Фомина И.А.

Рецензент _____ профессор Федосенко Ю.С.

Заведующий кафедрой _____ профессор Прилуцкий М.Х.

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

30.11.2022 года, протокол № 3