

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЧЕРЕПОВЕЦКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт информационных технологий

Кафедра математики и информатики

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕОРИЯ СИСТЕМ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ»

Направление подготовки (специальность):

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Образовательная программа:

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Очная форма обучения

Составители:

Толстиков А.В., доцент кафедры МиИ,
канд. ф.-м. наук, доцент

г. Череповец - 2022

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Клименко, И. С. Теория систем и системный анализ: учебное пособие / И. С. Клименко. — Сочи: РосНОУ, 2018. — 264 с. — ISBN 978-5-89789-093-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162178>
2. Яковлев, С. В. Теория систем и системный анализ: учебное пособие / С. В. Яковлев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Ставрополь: СКФУ, 2014. — 354 с. — ISBN 978-509296-0720-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155304>
3. Пьянков, В. А. Общая теория систем и системный анализ: учебное пособие / В. А. Пьянков, А. Д. Липенков; под редакцией А. В. Панюкова. — Челябинск: ЮУрГУ, 2013. — 104 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/146056>

Дополнительная литература:

1. Кабардов, М. М. Теория систем и системный анализ: учебно-методическое пособие / М. М. Кабардов. — Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2017. — 49 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/181506>
2. Волкова, В.Н. Теория систем и системный анализ: учебник для вузов / Волкова В.Н., Денисов А.А. - Москва: Юрайт, 2010. - 679 с.
3. Антонов, А.В. Системный анализ: учебник для вузов / Антонов А.В. - 2-е изд. - Москва: Высшая школа, 2006. - 454 с.: ил.
4. Вдовин, В.М. Теория систем и системный анализ: учебник для студентов вузов / Вдовин В.М., Суркова Л.Е., Валентинов В.А. - Москва: ИТК "Дашков и К°", 2010. - 638 с.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Лаврушкина Е.Г. , Слугина Н.Л. Теория систем и системный анализ. Учебное пособие. – Владивосток, Издательство ВГУЭС, 2007.
2. Родионов И. Б. Теория систем и системный анализ. Учебное пособие. URL: <https://victor-safronov.ru/systems-analysis/lectures/rodionov.html>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень информационных справочных систем (при необходимости)

1. Электронная библиотека «Университетская библиотека online». URL: <http://biblioclub.ru/>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>
3. Образовательный портал Череповецкого государственного университета. URL: <https://edu.chsu.ru/>

4. Образовательная платформа Юрайт, Научная школа: [Санкт-Петербургский государственный экономический университет \(г. Санкт-Петербург\)](https://urait.ru/author-course/teoriya-sistem-i-sistemnyy-analiz-489572), онлайн курсы: Теория систем и системный анализ: URL: <https://urait.ru/author-course/teoriya-sistem-i-sistemnyy-analiz-489572>

Учебно-методические указания и рекомендации к изучению тем лекционных и практических занятий, самостоятельной работе студентов

Лекции

| раздел дисциплины | Название темы лекции с кратким содержанием | час |
|-----------------------------|--|-----|
| 1. Теория систем. | Предмет общей теории систем. Причины возникновения общей теории систем. История теории систем. Предмет теории систем. Определение системы. Основные понятия теории систем. Методы теории систем. Связь теории систем с другими науками. Виды систем и их свойства. Классификация систем по виду научного направления, по степени определенности функционирования, по степени организованности, по происхождению, по основным элементам, по взаимодействию со средой, по степени сложности, по естественному разделению, по определению выходных сигналов, по изменению во времени, по типу организации. Свойства систем. Нелинейные динамические системы. | 4 |
| | Принципы и закономерности исследования и моделирования систем. Закономерности взаимодействия части и целого. Закономерности иерархической упорядоченности систем. Закономерности осуществимости систем. Закономерности развития систем. Закономерности самоорганизации. Закономерности возникновения и формулирования идей. Закономерности формирования иерархических структур целей. Основы теоретико-множественного описания и анализа систем. Основные понятия теории множеств и отношений: множества и подмножества, операции над множествами и их свойства, декартово произведение множеств, отношения, бинарные отношения и их изображение, отношение эквивалентности, классы эквивалентности, фактор множество, отношения порядка, упорядоченные множества, функциональные отношения, отображения и их виды. | 4 |
| | Функциональное, морфологическое и информационное описание и моделирование систем. Функциональное описание систем. Графические способы функционального описания систем. Описание методологии IDEF0. Морфологическое описание и моделирование систем. Описание системы на теоретико-множественном языке. Методы описания структуры. Структурные схемы и графы. Информационное описание и моделирование систем. Система объект, структура системы, множество состояний системы, системная сложность, предел Бремермана, мера сложности системы и методы упрощения системы, структурированная система, характеристическая функция системы, динамическая система, устойчивость и управляемость динамической системы, качество системы и ее эффективность. | 6 |
| 2. Системный анализ. | Системные исследования. Основные методологические особенности системных исследований. Специфика системного исследования. Системный подход. Основные преимущества системного подхода. Принципы системного подхода. Этапы системного подхода. Современное развитие системного подхода. Цель системного анализа. Принципы системности и комплексности. | 4 |

| | | |
|--|--|----|
| | Последовательность и приёмы системного анализа. Системное описание экономического анализа. Методы организации сложных экспертиз. Системный анализ информационных ресурсов. | |
| | <p>Структура системного анализа. Математические модели. Структура системного анализа. Декомпозиция систем. Анализ систем. Синтез систем. Формирование общего и детального представления о системе. Классификация видов моделирования систем. Принципы и подходы к построению математической модели. Этапы построения математической модели.</p> <p>Оценка сложных систем. Теория эффективности. Показатели и критерии эффективности функционирования системы. Этапы оценивания сложных систем. Понятие шкалы. Виды шкал. Шкалы номинального типа. Шкалы порядка. Шкалы интервалов. Шкалы отношений. Шкалы разностей.</p> | 4 |
| | <p>Методы системного анализа. Методика проведения системного анализа. Неформальные методы: методы «мозговой атаки», методы экспертных оценок, метод «Дельфи», диагностические методы, морфологические методы, метод дерева целей. Формализованные методы: матричные методы, сетевые методы, статистические методы, математическое (линейное, нелинейное, стохастическое) программирование, эвристическое программирование, оптимальное управление.</p> | 6 |
| | Итого | 28 |

Практические занятия

| раздел дисциплины | Название темы лекции с кратким содержанием | час |
|--------------------------|---|-----|
| 1. Теория систем. | <p>Виды систем и их свойства. Классификация систем по виду научного направления, по степени определенности функционирования, по степени организованности, по происхождению, по основным элементам, по взаимодействию со средой, по степени сложности, по естественному разделению, по определению выходных сигналов, по изменению во времени, по типу организации. Свойства систем. Нелинейные динамические системы.</p> | 4 |
| | <p>Принципы и закономерности исследования и моделирования систем. Закономерности взаимодействия части и целого. Закономерности иерархической упорядоченности систем. Закономерности осуществимости систем. Закономерности развития систем. Закономерности самоорганизации. Закономерности возникновения и формулирования идей. Закономерности формирования иерархических структур целей.</p> <p>Основы теоретико-множественного описания и анализа систем. Основные понятия теории множеств и отношений: множества и подмножества, операции над множествами и их свойства, декартово произведение множеств, отношения, бинарные отношения и их изображение, отношение эквивалентности, классы эквивалентности, фактор множество, отношения порядка, упорядоченные множества, функциональные отношения, отображения и их виды.</p> | 6 |
| | <p>Функциональное, морфологическое и информационное описание и моделирование систем. Функциональное описание систем. Графические способы функционального описания систем. Описание методологии IDEF0. Морфологическое описание и моделирование систем. Описание системы на теоретико-множественном языке. Методы описания структуры. Структурные схемы и графы. Информационное описание и моделирование систем.</p> <p>Система объект, структура системы, множество состояний системы, системная сложность, предел Бремермана, мера сложности системы и методы</p> | 6 |

| | | |
|-----------------------------|--|----|
| | упрощения системы, структурированная система, характеристическая функция системы, динамическая система, устойчивость и управляемость динамической системы, качество системы и ее эффективность. | |
| 2. Системный анализ. | <p>Этапы системного подхода. Принципы системности и комплексности. Последовательность и приёмы системного анализа. Системное описание экономического анализа. Методы организации сложных экспертиз. Системный анализ информационных ресурсов.</p> <p>Структура системного анализа. Математические модели. Структура системного анализа. Декомпозиция систем. Анализ систем. Синтез систем. Классификация видов моделирования систем. Принципы и подходы к построению математической модели. Этапы построения математической модели.</p> <p>Оценка сложных систем. Теория эффективности. Показатели и критерии эффективности функционирования системы. Этапы оценивания сложных систем. Понятие шкалы. Виды шкал. Шкалы номинального типа. Шкалы порядка. Шкалы интервалов. Шкалы отношений. Шкалы разностей.</p> | 8 |
| | <p>Методы системного анализа. Методика проведения системного анализа. Неформальные методы: методы «мозговой атаки», методы экспертных оценок, метод «Дельфи», диагностические методы, морфологические методы, метод дерева целей. Формализованные методы: матричные методы, сетевые методы, статистические методы, математическое (линейное, нелинейное, стохастическое) программирование, эвристическое программирование, оптимальное управление.</p> | 8 |
| | Итого | 32 |

Средства контроля качества обучения

Примерные варианты индивидуальных заданий

1 задание (теоретическое). Понятия теории систем. Состояние. Поведение. Равновесие. Устойчивость. Развитие. Цель. Объект Подсистемы. Структуры. Функция. Свойства. Связь.

2 задание (теоретическое). Системные исследования Основные методологические особенности системных исследований. Три аспекта системных исследований.

3 задание. Есть шесть деталей для обработки и два станка *A* и *B*. Каждая деталь должна быть обработана в первую очередь на станке *A*, во вторую на станке *B*. Время обработки деталей приведено в табл. На каждом из станков можно одновременно обрабатывать только одну деталь, каждая деталь может обрабатываться только на одном станке, процесс обработки детали не может прерываться.

Определить вариант плана запуска деталей, при котором общее время их обработки будет минимальным. Посчитать общее время обработки деталей в порядке 1,2,3,4,5,6 и общее время обработки деталей в полученном варианте плана запуска деталей.

| Номер детали | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|
| Станок <i>A</i> | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 |
| Станок <i>B</i> | 1 | 3 | 4 | 5 | 3 | 2 |

4 задание. Процесс сборки изделия (автомобиля, прибора и т.п.) можно рассматривать как систему, элементами которой являются отдельные операции. Их взаимосвязь представлена матрицей инцидентий, приведенной в таблице. По данным таблицы постройте уровни порядка

следования операций по очередности. Итоговый результат представьте в виде порядкового графа.

| Операции | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 |
|----------|----|----|----|----|----|
| 01 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 02 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 03 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 05 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |

5 задание. В лаборатории имеется парк измерительных приборов. Требуется оценить пригодность приборов для решения измерительной задачи, например, для измерения постоянного электрического напряжения в диапазоне (1:10) V с погрешностью не более 1%, затраты времени на измерение – не более 30 сек; условия измерения – нормальные. Число приборов (вольтметров) равно 5.

Вопросы к зачету

| |
|---|
| 1. Причины возникновения общей теории систем. История теории систем. |
| 2. Предмет теории систем. Определение системы |
| 3. Связь теории систем с другими науками. Теория систем как междисциплинарная наука. |
| 4. Понятия теории систем. Состояние. Поведение. Равновесие. Устойчивость. Развитие. Цель. Объект Подсистемы. Структуры. Функция. Свойства. Связь. |
| 5. Основные признаки систем. Методы теории систем. |
| 6. Классификация систем. Хорошо организованные системы. Плохо организованные системы. Самоорганизующиеся системы. Большие и сложные системы. |
| 7. Свойства систем. |
| 8. Закономерности взаимодействия части и целого. |
| 9. Закономерности иерархической упорядоченности систем |
| 10. Закономерности осуществимости систем. |
| 11. Закономерности развития систем. |
| 12. Закономерности самоорганизации. |
| 13. Закономерности возникновения и формулирования идей. |
| 14. Закономерности формирования иерархических структур целей. |
| 15. Закон необходимого разнообразия |
| 16. Нелинейные динамические системы |
| 17. Понятие кибернетической системы. Кибернетическая система как форма представления систем. |
| 18. Множества и подмножества. Операции над множествами и их свойства. Декартово произведение множеств. |
| 19. Отношения. Бинарные отношения и их изображение. |
| 20. Отношение эквивалентности. Классы эквивалентности. Фактор множество. |
| 21. Отношения порядка. Упорядоченные множества. |
| 22. Функциональные отношения. Отображения и их виды. |
| 23. Функциональное описание систем. Графические способы функционального описания систем. |
| 24. Описание методологии IDEF0. Пример применения методологии IDEF0. |
| 25. Морфологическое описание и моделирование систем. |
| 26. Система объект. Структура системы. Множество состояний системы. |

| |
|--|
| 27. Описание системы на теоретико-множественном языке. |
| 28. Методы описания структуры. Структурные схемы и графы. |
| 29. Информационное описание и моделирование систем. |
| 30. Системная сложность. Предел Бремермана. Мера сложности системы и методы упрощения системы. |
| 31. Структурированная система. Характеристическая функция системы. |
| 32. Динамическая система. Устойчивость и управляемость динамической системы. |
| 33. Качество системы и ее эффективность. |
| 34. Системные исследования Основные методологические особенности системных исследований. Три аспекта системных исследований. |
| 35. Мягкая и жесткая системные методологии. Специфика системного исследования. |
| 36. Системный подход. Основные преимущества системного подхода. Принципы и этапы системного подхода. Современное развитие системного подхода. |
| 37. Цель системного анализа. Принципы системности и комплексности |
| 38. Сущность и задачи системного анализа. Основные принципы системного анализа. |
| 39. Структура системного анализа. Основные этапы системного анализа. |
| 40. Алгоритм решения задач системного исследования конкретной проблемы. |
| 41. Методика проведения системного анализа. |
| 42. Методы системного анализа. Основные неформальные методы системного анализа и их суть: Методы экспертных оценок. Метод «Дельфи». Диагностические методы Морфологические методы. Метод дерева целей. |
| 43. Формализованные методы системного анализа. Матричные методы. Сетевые методы. Статистические методы. Дискретное описание. Математическое программирование. |
| 44. Декомпозиция систем. |
| 45. Анализ систем. |
| 46. Синтез систем. |
| 47. Формирование общего и детального представления о системе. |
| 48. Классификация видов моделирования систем. |
| 49. Принципы и подходы к построению математической модели. Этапы построения математической модели. |
| 50. Показатели и критерии эффективности функционирования системы. |
| 51. Понятия «модель» и «моделирование». Абстрактная модель системы произвольной природы. Физическое и математическое моделирование. |
| 52. Обобщенный алгоритм построения математической модели. |
| 53. Оценка сложных систем четыре этапа оценивания сложных систем. |
| 54. Понятие шкалы оценивания. Виды шкал. Шкалы номинального типа. Шкалы порядка. |
| 55. Шкалы интервалов. Шкалы отношений. Шкалы разностей |
| 56. Особенности экономических систем. |
| 57. Области применения системного анализа в экономике. |
| 58. Применение системного анализа в управлении. |
| 59. Последовательность и приёмы системного анализа. Системное описание экономического анализа |
| 60. Методы организации сложных экспертиз |
| 61. Системный анализ информационных ресурсов |