

Программа учебной дисциплины «Системный анализ и проектирование»

Утверждена

Академическим советом ООП

Протокол № 8.1.2.1-14/01 от «28» июня 2018 г.

Автор	Бабкин Э.А.
Число кредитов	4
Контактная работа (час.)	74
Самостоятельная работа (час.)	78
Курс	1
Формат изучения дисциплины	без использования онлайн курса

I. ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ

Целями освоения дисциплины «Системный анализ и проектирование» являются овладение студентами основными концепциями системного анализа и проектирования в области инженерии организации и методов принятия решений.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- терминологию, принятую в изучаемой дисциплине, ее основные понятия и определения;
- основы теории и практики имитационного моделирования с использованием стандарта Modelica;
- знать назначение и принципы построения моделей сложных систем в терминах диаграмм причинных связей;
- знать ключевые этапы развития общей теории систем, результаты основных исследователей;
- знать назначение и принципы построения моделей сложных систем в терминах парадигмы системной динамики.
- знать характеристики основных системных архетипов и уметь их выделять и анализировать в моделях изучаемых систем.

уметь:

- разрабатывать модели сложных систем средствами диаграмм причинных связей и системной динамики;
- применять полученные теоретические знания к решению практических вопросов анализа структуры и деятельности организации использованием системного подхода и средств имитационного моделирования;
- анализировать, верифицировать, оценивать полноту информации в ходе профессиональной деятельности, при необходимости восполнять и синтезировать недостающую информацию.

владеть:

- навыками проведения анализа предметной области и представления результатов для аудитории;
- навыками реализации имитационных моделей с использованием принципов киберфизической системы и системной динамики, анализа и выбора подходящих моделей данных и средств обработки результатов экспериментов в зависимости от специфики отрасли.

Изучение дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

- базовый курс теории вероятностей и математической статистики;
- основные принципы управления информационными системами;
- современные методы проектирования и реализации информационных систем;
- программирование на языке Java.

Для освоения учебной дисциплины студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- анализировать, информацию в ходе профессиональной деятельности, при необходимости восполнять и синтезировать недостающую информацию;
- разрабатывать и применять экономико-математические модели для обоснования проектных решений в сфере ИКТ.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

- Информационные системы поддержки принятия решений.

II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Научные основы использования системного подхода в ходе анализа проблемных ситуаций

Человек и организация в сложном разобленном мире в ситуации ограниченных ресурсов. Основы концептуального описания проблемной ситуации: событие, обстоятельства, контекст. Категории проблем. «Мерзкие» проблемы. Особенности проблем. Проклятие скорости и нелинейности. Категориальный аппарат для решения проблем: ЛПР, исходы, оценка, критерии, оптимизация, субоптимизация, планирование, управление, консенсус. Инженерный подход к решению проблем. Возможные исходы при решении проблемы. Наличие различных уровней логики при решении проблем.

Раздел 2. Понятие системы и общая теория систем

Когнитивные функции, задействованные в ходе анализа и решения проблем по Дж. Ванн Гигу. Система как инструмент человеческого мышления для решения сложных проблем. История появления и развития холистического мышления и понятия «система». Парадигмы научного мышления: греческая философия, схоластика, ренессанс, детерминизм, системный подход. Определения понятия «система» в концепциях различных мыслителей: Гегель, Бергаланфи, Черчман, Аккоф, Хитчинс. Система и внешняя среда. Генетическая связь понятия «система» и инженерии организации: концепция системы в теории Дитца. Ключевые принципы общей теории систем. Законы, принципы, теоремы и гипотезы общей теории систем. Ключевые исследователи и этапы развития общей теории систем: Боулдинг, Бир, Клир, Чекланд, Аккоф, Черман, ван Гиг. Понятие сложной системы. Особенности изучения сложных систем. Подходы к классификации систем. Подходы к структурированию и композиции сложных систем: мета-система, система систем. Решение проблемы как проектирование и разработка системы по Черчману и ван Гигу. Эпистемологический аспект проектирования систем. История применения системного подхода к разработке сложных инженерных объектов.

Раздел 3. Понятие модели как разновидности системы

Рольное определение понятия «модель». Назначение моделей. Системы в роли моделей. Языки моделей. Способы определения моделей. Вычислительный эксперимент как вид моделирования. Структура и особенности вычислительных моделей. Методы разработки вычислительных моделей. Характерные особенности имитационного моделирования в программных системах. Виды зависимостей, наиболее часто используемых в вычислительных моделях. Дискретные и непрерывные вычислительные модели. Различия в управленческих и инженерных моделях, черный и белый ящик. Ограничения и пределы моделирования. Ремесло компьютерного моделирования – анализ чувствительности, интерпретация, валидация, верификация.

Раздел 4. Особенности моделирования организаций

Подход к определению организации через различные метафоры: машина, организм, культура и т.п. Организация как система. Системные свойства организации. Понятие системного менеджмента. Ожидаемые «потребительские» свойства моделей организации. Ожидаемые свойства языка моделей организации. Сравнительный анализ простых методов моделирования организации на примере конечных автоматов и формализма сетей Петри. Влияние проанализированных методов моделирования на структуру и функции современных информационных систем. Модели организационной кибернетики: модель жизнеспособной системы С. Бира. Назначение моделей на языке причинных связей. Структура языка моделей причинных связей. Методы разработки сложных моделей причинных связей. Примеры использования моделей причинных связей для анализа структуры и поведения организации в проблемной ситуации. Назначение и возможности подхода к моделированию на основе системной динамики Дж. Форрестера. Язык и структура моделей системной динамики. Переход от моделей причинных связей к моделям системной динамики. Особенности компьютерной реализации моделей системной динамики. Известные примеры использования моделей системной динамики для анализа сложных систем. Методы использования моделей системной динамики в ходе оптимизации и проектирования организационных систем.

Раздел 5. Язык моделирования Modelica и программная среда OpenModelica

Назначение языка Modelica и история развития. Реализация системного подхода в языке Modelica. Примеры практической реализации. Возможности и ограничения реализации языка Modelica в среде моделирования OpenModelica. Высокоуровневый дизайн среды OpenModelica. Обзор возможностей компонента OMEdit. Синтаксис и семантика языка Modelica. Объектно-ориентированный подход к разработке вычислительных моделей в среде OpenModelica. Управляющие структуры языка Modelica. Моделирование физических и кибер-физических систем в среде OpenModelica. Особенности разработки дискретно-событийных и гибридных моделей. Механизмы структурирования и расширения моделей – пакеты и библиотеки. Обзор основных стандартных библиотек среды OpenModelica. Методология моделирования сложных гибридных систем в среде OpenModelica. Методология реализации моделей системной динамики в среде OpenModelica.

Раздел 6. Анализ архетипов систем

Понятие архетипа системы. Восемь видов архетипов систем. Анализ архетипов систем по Киму и Сенге. Методы выделения архетипов в моделях реальных систем. Методы использования архетипов в ходе оптимизации и проектирования сложных систем. Анализ структуры и динамики архетипов систем средствами среды OpenModelica.

Раздел 7. Направления развития теории системного анализа

Тенденции развития системного менеджмента. Теория и практика инженерии систем. Этические аспекты инженерии сложных систем. Перспективные методы вычислительного моделирования сложных систем. Перспективные направления научных исследований в области теории систем и системного анализа.

III. ОЦЕНИВАНИЕ

Преподаватель оценивает работу студентов на практических занятиях и самостоятельную работу, выставяя баллы за активность в аудитории, контрольные работы и домашние расчетные задания. Оценки за все виды работ преподаватель выставляет в рабочую электронную ведомость.

Результирующая оценка $O_{\text{аудиторная}}$ по 10-ти балльной шкале за работу в аудитории определяется перед итоговым контролем.

Накопленная оценка за текущий контроль учитывает результаты студента по текущему контролю следующим образом:

$$O_{\text{текущий}} = O_{\text{к/р}};$$

$$O_{\text{накопленная}} = 0.2 \cdot O_{\text{текущий}} + 0.8 \cdot O_{\text{аудиторная}}$$

Результирующая оценка за итоговый контроль в форме экзамена выставляется по следующей формуле, где $O_{\text{экзамен}}$ – оценка за работу непосредственно на экзамене:

$$O_{\text{итоговый}} = 0.30 \cdot O_{\text{экзамен}} + 0.70 \cdot O_{\text{накопленная}}$$

Способ округления оценок – арифметический. В диплом выставляется итоговая оценка по дисциплине.

IV. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства для текущего контроля студента

Для домашнего задания – самостоятельной разработки модели средствами языка Modelica студентам предлагаются такие отрасли (предметные области):

1. ретейл-торговля;
2. инвентарный учет;
3. контроль выполнения поручений (procurement);
4. обработка заказов;
5. взаимодействие с клиентами (CRM);
6. бухгалтерский учет;
7. управление кадрами;
8. финансовые услуги;
9. телекоммуникации;
10. коммунальные услуги;
11. транспорт;
12. образование;
13. здравоохранение;
14. электронная торговля;
15. страхование.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

1. Какие исследователи принимали первичность описания ситуации на основе события ?
2. В чем разница между контекстом и обстоятельствами проблемной ситуации ,
3. Почему в эпоху детерминизма вопрос свободной воли был иррелевантным?
4. Чем отличается разрешение проблемы от растворения проблемы ?
5. Какие общие черты систем можно обнаружить в определении системы у Р. Аккофа и Черчмана ?
6. Какие роли выделяет при определении системы С. У. Черчман ?
7. В чем новизна постановки вопроса разработки систем у Дж. Ванн Гига ?
8. Какие ключевые отличия двух верхних эпистемологических уровней в теории мета-систем Дж. ван Гига ?
9. В чем отличие концептуальной системы от абстрактной системы ?
10. Как энтропия влияет на искусственные системы ?
11. Какие теории систем наиболее подходят для анализа и планирования организационной деятельности ?
12. В какой теории ключевую роль играет понятие жизнеспособности ?
13. Почему системы большого масштаба лучше адаптируются к изменениям ?
14. Как влияет определение границы между системой и внешней средой на результаты моделирования в методологии DEMO ?
15. В чем состоит удобство использования линейных моделей ?
16. Какие ключевые элементы можно выделить в структуре компьютерных имитационных моделей ?
17. Чем валидация отличается от верификации ?
18. Почему наличие разных характерных масштабов в моделях сложных систем затрудняет их создание и анализ ?
19. Чем отличаются структурные и функциональные модели ?
20. Почему модели типа «черный ящик» сложно использовать для планирования стратегических изменений ?
21. Какие основные характеристики имеет метафора организации как политической системы ?
22. Какие актуальные методы анализа бизнес-процессов используют формальные основы сетей Петри ?
23. В чем состоит принцип алгедонической связи у С. Бира ?
24. Какую роль играет система третьего типа в модели жизнеспособной системы ?
25. Какие важные несоответствия отмечают в реальной организации и ее модели как жизнеспособной системы ?
26. Какое правило используется для определения типа связи между причиной и следствием в модели причинных связей ?
27. Почему петля отрицательной обратной связи называется стабилизирующей ?
28. В чем важность явного моделирования аспекта задержки в моделях причинных связей ?
29. Какие виды зависимостей позволяет моделировать метод системной динамики ?
30. В чем состоит назначение потоков в моделях системной динамики ?
31. Обладает ли единственным исходом результат моделирования модели World 3 ?
32. Какие способы перепроектирования могут быть использованы для моделей системной динамики ?
33. Каково назначение компонента OMNotebook в среде OpenModelica ?
34. Что такое Dymola ?
35. Почему важно явно определять стоки и истоки в моделях системной динамики, реализуемых в среде OpenModelica ?
36. Какая конструкция языка используется в среде OpenModelica для определения функциональной зависимости между переменными ?
37. В чем назначение объекта Sum_3 стандартной математической библиотеки OpenModelica ?
38. В чем заключается перегрузка функций в среде OpenModelica ?
39. Каково назначение коннекторов потоков в среде OpenModelica ?
40. Какими двумя предложениями можно охарактеризовать суть архетипа «Fixes that fail» ?

41. Какая переменная является ключевой в архетипе «Success to the Successful» ?
42. Какой инструмент визуализации зависимостей в среде OpenModelica позволяет наглядно представить результат «Behavior over Time» при изучении архетипов ?
43. В чем заключается принципиальная новизна многоагентных моделей сложных систем ?
44. Какая характерная особенность в постановке исследований систем у Зингера ?
45. Почему важно исследовать феномен Sensemaking, возникающий в сложных социально-технических системах ?

V. РЕСУРСЫ

5.1 Основная литература

- 1) Козлов В.Н. Системный анализ, оптимизация и принятие решений. Спб.: Проспект, 2014. - 174 с.
- 2) Баринов, В.А. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник: Учебное пособие / В.А. Баринов, Л.С. Болотова; Под ред. В.Н. Волкова, А.А. Емельянов. - М.: ФиС, ИНФРА-М, 2012. - 848 с.
- 3) P. Fritzson. Principles of Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 3.3: A Cyber-Physical Approach, 2nd Edition, Wiley, 2014.
- 4) V. Anderson. Systems Thinking Basics: from Concepts to Casual Loops, Pegasus Communication, 2015.

5.2 Дополнительная литература

1. Медоуз Д. Азбука системного мышления. Бинум: лаборатория знаний. 2011.
2. L. B. Sweeney, D.H. Meadows. The Systems Thinking Playbook: Exercises to Stretch and Build Learning and Systems Thinking, 2010 .
3. M. Ramage, K. Shipp, System thinkers, Springer, 2009. <http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-84882-525-3>
4. J. P. Van Gigch, Metadecisions: rehabilitation epistemology, Kluwer, 2003.
5. M.C. Jackson, Systems Approaches to Management, 2009.
6. D.H. Meadows, Thinking in Systems: A Primer, 2009.
7. Сенге П. Пятая дисциплина. Искусство и практика самообучающейся организации. М.: Олимп-Бизнес, 2011 г.

5.3 Программное обеспечение

№ п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
1	OpenModelica	из внутренней сети университета или установка на компьютере студента - СПО

5.4 Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)

№ п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
1	База цитирования SCOPUS	Из внутренней сети университета (договор)

5.5 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

- ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы);
- мультимедийный проектор с дистанционным управлением.

Учебные аудитории для лабораторных и самостоятельных занятий по дисциплине оснащены требуемыми ресурсами, с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде НИУ ВШЭ.