

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

Кафедра автоматизации обработки информации (АОИ)

## **ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ**

Методические указания к организации самостоятельной работы  
для студентов направлений  
«Бизнес-информатика» (уровень бакалавриата),  
«Программная инженерия» (уровень бакалавриата)

**Силич Мария Петровна**

Общая теория систем: Методические указания к организации самостоятельной работы для студентов направлений «Бизнес-информатика» (уровень бакалавриата), «Программная инженерия» (уровень бакалавриата) / М.П. Силич. – Томск, 2018. – 27 с.

© Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2018

© Силич М.П., 2018

## Оглавление

Введение.....	4
1 Проработка лекционного материала .....	5
1.1 Общие положения.....	5
1.2 Вопросы по теме «Строение и функционирование систем».....	5
1.3 Вопросы по теме «Модели систем».....	6
1.4 Вопросы по теме «Типы измерительных шкал» .....	7
1.5 Вопросы по теме «Декомпозиция систем» .....	8
1.6 Вопросы по теме «Композиция систем» .....	9
1.7 Вопросы по теме «Неформальные методы анализа и синтеза систем».....	11
2 Подготовка к контрольным работам .....	12
2.1 Общие положения.....	12
2.2 Контрольная работа «Интеграция измерений свойств систем» .....	12
2.3 Контрольная работа «Экспертная оценка свойств систем» .....	14
2.4 Контрольная работа «Оценка систем в условиях неопределенности» .....	15
3 Выполнение индивидуальных заданий.....	17
3.1 Индивидуальное задание «Анализ структуры и свойств системы» .....	17
3.2 Индивидуальное задание «Синтез структуры и свойств системы».....	20
4 Самостоятельное изучение тем теоретической части курса .....	24
4.1 Тема «Модели систем».....	24
4.2 Тема «Оценка свойств систем в условиях неопределенности» .....	25
4.3 Тема «Композиция систем».....	26
4.4 Тема «Неформальные методы анализа и синтеза систем».....	27

## Введение

**Целью** самостоятельной работы является систематизация, расширение и закрепление теоретических знаний, а также приобретение навыков исследовательской деятельности в сфере анализа и синтеза сложных систем.

Самостоятельная работа студента по дисциплине «Общая теория систем» включает следующие виды:

1. Подготовка к практическим занятиям.
2. Подготовка к лабораторной работе.
2. Проработка лекционного материала.
3. Подготовка к контрольным работам.
4. Выполнение индивидуальных заданий.
5. Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса.

Содержание самостоятельной работы для студентов различных направлений и форм обучения может отличаться. Для некоторых направлений и форм обучения выполняются не все виды работ и не все темы по отдельным видам работ из представленных в данном учебно-методическом пособии. Содержание и продолжительность (в академических часах) самостоятельной работы студента по каждому направлению обучения указаны в рабочих программах дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы по подготовке к практическим занятиям и лабораторной работе** приводится в методических указаниях к практическим занятиям, лабораторной работе по дисциплине.

Содержание остальных видов самостоятельной работы приводится в данном учебно-методическом пособии.

# 1 Проработка лекционного материала

## 1.1 Общие положения

**Цель** проработки лекционного материала – закрепление теоретических знаний, полученных во время лекции.

Проработка лекционного материала выполняется после лекции и заключается в изучении конспекта лекций. Рекомендуется также прочитать раздел основного учебного пособия и дополнительной литературы по теме лекции, чтобы получить дополнительные знания, восполнить пробелы, если они имелись.

**Форма контроля** данного вида самостоятельной работы – тестовый опрос, проводимый на следующей лекции.

Ниже приводятся вопросы для тестового контроля знаний. Вопросы приводятся без вариантов ответов и предназначены для самостоятельной подготовки студентов к тестам. При тестировании студенту выдается вариант теста, состоящий из одного или нескольких вопросов.

## 1.2 Вопросы по теме «Строение и функционирование систем»

1. Выберите определения системы, которые являются дескриптивными.
2. Выберите определения системы, которые являются конструктивными.
3. Выберите формулы, соответствующие дескриптивному определению системы.
4. Выберите формулы, соответствующие конструктивному определению системы.
5. Что называется сущностью системы?
6. Что называется явлением?
7. Что называется структурой системы?
8. Как называется следующая закономерность: «отдельные компоненты системы (и сама система) выступают как части системы более высокого уровня и одновременно как системы для компонент низшего уровня»?
9. Как называется следующая закономерность: «появление у системы при объединении составляющих ее частей в целое принципиально новых качеств, не имеющих у отдельных частей»?
10. Выберите формулу, формально описывающую свойство эмерджентности системы.
11. За счет чего выполняется принцип эмерджентности системы?
12. За счет чего выполняется свойство целостности системы?
13. Что называется состоянием системы?
14. Что называется поведением (функционированием) системы?

15. Как в пространстве состояний может быть отображено поведение?
16. Как называется закономерность прохождения системами определенных стадий развития?
17. Как называется способность системы в ответ на поток возмущений из внешней среды вырабатывать соответствующие корректирующие действия, возвращающие систему в устойчивое состояние динамического баланса с внешней средой?
18. Как называется способность системы в ответ на поток возмущений из внешней среды преобразовать свою внутреннюю структуру?
19. Как называется способность достигать не зависящего от времени состояния, которое не зависит от начальных условий и определяется исключительно параметрами системы?
20. Что называется управлением системой?
21. Чем отличается замкнутая система управления от разомкнутой?
22. Что означает обратная связь в системе управления?
23. Что в соответствии с законом необходимого разнообразия представляет собой неопределенность управления?
24. Выберите формулу, формально описывающую закон необходимого разнообразия.
25. К каким классам систем относится человек?
26. К каким классам систем относится автомобиль?
27. К каким классам систем относятся растения?
28. Чем характеризуются закрытые системы?
29. Выберите формулу определения количества информации.
30. Как определяется количество информации?

### **1.3 Вопросы по теме «Модели систем»**

1. Каковы основные свойства моделей?
2. Что понимается под адекватностью модели?
3. Какие из нижеперечисленных моделей используют прямой вид подобия?
4. Какие из нижеперечисленных моделей используют условный вид подобия?
5. Сопоставьте видам моделей (познавательные, нормативные, статические, динамические, детерминированные, стохастические) их основную характеристику.
6. К каким типам моделей относится блок-схема алгоритма?
7. К каким типам моделей относится летающая модель самолета?
8. На каком языке представлена ниже приведенная модель дерева целей?
9. Что отражается в модели «черного ящика»?
10. Что отражается в модели состава системы?

11. В виде какой схемы может быть представлена модель состава системы?
12. Что отражается в модели структуры системы?
13. К какому типу моделей систем относится модель, описывающая связи предприятия с поставщиками?
14. К какому типу моделей систем относится модель, описывающая организационную систему управления (схему подчиненности в организации)?
15. К какому типу моделей систем относится сетевой график работ?
16. Установите соответствие между видами моделей систем («черного ящика», состава, структуры) и конкретными примерами моделей.

#### 1.4 Вопросы по теме «Типы измерительных шкал»

1. Каково определяющее отношение (отношения) для номинальной шкалы?
2. Какие операции допустимы над данными, измеренными по номинальной шкале?
3. При измерении объектов  $x_1 - x_5$  по номинальной шкале, содержащей три класса эквивалентности ( $c_1, c_2, c_3$ ), были получены следующие результаты: .... Определите значения  $\delta_{ij}$  ( $\delta$  - символ Кронекера) для следующих пар объектов: ....
4. Каково определяющее отношение (отношения) для порядковой (ранговой) шкалы?
5. Что из нижеперечисленного измеряется с помощью порядковой шкалы?
6. Что из нижеперечисленного измеряется с помощью шкалы интервалов?
7. Каково определяющее отношение (отношения) для шкалы отношений?
8. Какие операции допустимы над данными, измеренными по шкале отношений?
9. Какая шкала (какие шкалы) позволяет оценить, во сколько раз свойство одного объекта превосходит то же свойство другого объекта?
10. Какая шкала (какие шкалы) имеют абсолютный нуль и единицу измерения, одинаковую по всей длине шкалы?
11. Какие аксиомы должны выполняться при использовании номинальной шкалы?
12. Какие аксиомы должны выполняться при использовании порядковой шкалы?

## **1.5 Вопросы по теме «Декомпозиция систем»**

1. Как может быть задано основание декомпозиции?
2. Какие множества подсистем порождаются стандартными основаниями декомпозиции «...», «...»? Сначала напишите ответ для основания «...», потом – для основания «...».
3. Установите соответствие между стандартными основаниями декомпозиции (в левом столбце таблицы) и множествами подсистем, порождаемых этими основаниями (в правом столбце таблицы).
4. Применение какого стандартного основания декомпозиции позволило выделить при декомпозиции деятельности производственной системы следующее множество подсистем: "...", "...", "...", "..."?
5. На рисунке приведена иерархия подсистем учебной деятельности университета. Какие основания декомпозиции применялись при ее построении? Напишите последовательно основания, примененные на втором, третьем и четвертом уровнях.
6. На рисунке приведена иерархия подсистем производственной системы. Какие основания декомпозиции применялись при ее построении? Напишите последовательно основания, примененные на втором, третьем и четвертом уровнях.
7. Выберите правильные высказывания относительно формирования стандартных оснований декомпозиции.
8. Выберите правильные высказывания относительно применения стандартных оснований декомпозиции.
9. Расположите шаги алгоритма декомпозиции (для одного цикла декомпозиции) в том порядке, в котором они применяются.
10. Какие отношения связывают элементы смежных уровней в иерархии типа страт?
11. Какие отношения связывают элементы смежных уровней в иерархии типа слоев?
12. Выберите примеры иерархий, относящихся к иерархиям типа слоев.
13. Какие отношения связывают элементы смежных уровней в иерархии типа эшелонов?
14. Какие отношения связывают элементы смежных уровней в иерархии типа классов?
15. К какому типу многоуровневых иерархий относится дерево ...?
16. К какому типу многоуровневых иерархий относится иерархия, приведенная на рисунке?
17. Установите соответствие между типами многоуровневых иерархий и видами отношений, связывающих элементы смежных уровней иерархии



## 1.6 Вопросы по теме «Композиция систем»

1. Рядом приведена морфологическая таблица. Сколько вариантов останется после проведения второго шага морфологического синтеза, если на каждом шаге будет отброшено по ... комбинации?

Признаки	Альтернативные варианты			
A1				
A2				
A3				

2. Ниже приведена морфологическая таблица и таблица с результатами первого шага морфологического синтеза. Какого размера должна быть построена таблица на втором шаге морфологического синтеза? Напишите количество строк и столбцов.

Морфологическая таблица

признаки	Альтернативные варианты			
A1				
A2				
A3				

Шаг 1 морфологического синтеза

	A21	A22	A23	...
A11				
A12				
A13				
...				

3. Рядом приведена морфологическая таблица. Определите, сколько таблиц должно быть построено на этапе морфологического синтеза? Напишите количество таблиц.

Признаки	Альтернативные варианты			
A1				
A2				
A3				

4. Рядом приведена морфологическая таблица. Определите, какого размера будет построена таблица на втором шаге морфологического синтеза, если на первом шаге будет отброшено ... комбинации? Напишите количество строк и столбцов.

Признаки	Альтернативные варианты			
A1				
A2				
A3				

5. Сформируйте код функции университета «...» по методу Казарновского, используя следующие обозначения основных функций:

$h$ – производство,	$i$ – обеспечение предметами деятельности,
$v$ – жизнеобеспечение,	$k$ – обеспечение инструментами,
$p$ – организация,	$l$ – обеспечение энергией,
$c$ – управление,	$o$ – вывод продукции,
$f$ – обновление	$t$ – технологическое преобразование.

Напишите код функции (при этом интерпретируйте приведенные наименования функций с учетом предметной области, например,  $h$  – учебный процесс).

6. Выберите текстовую интерпретацию функции с кодом ..., сгенерированной методом Казарновского с использованием следующих обозначений:

$h$ – производство,	$i$ – обеспечение предметами деятельности,
$v$ – жизнеобеспечение,	$k$ – обеспечение инструментами,
$p$ – организация,	$l$ – обеспечение энергией,
$c$ – управление,	$o$ – вывод продукции,
$f$ – обновление	$t$ – технологическое преобразование.

7. Установите соответствие между функциями производственной системы (в левом столбце таблицы) и их кодами, сформированными методом Казарновского (в правом столбце таблицы) с использованием следующих обозначений:  $h$  – производство,  $v$  – жизнеобеспечение,  $p$  – организация (адаптация),  $c$  – управление,  $f$  – обновление,  $i$  – обеспечение предметами деятельности,  $k$  – обеспечение инструментами,  $l$  – обеспечение энергией,  $o$  – вывод продукции,  $t$  – технологическое преобразование.

8. Напишите код функции управления процессом обучения в университете «...», сгенерированной методом порождающих грамматик, при условии, что множество этапов жизненного цикла обучения  $P = \{\dots, \dots, \dots\}$ ; множество этапов управления  $Z = \{\dots, \dots, \dots\}$ , множество фаз переработки информации  $X = \{\dots, \dots, \dots\}$ .

9. Выберите текстовую интерпретацию функции управления процессом обучения в университете с кодом ..., сгенерированную методом порождающих грамматик, при условии, что множество этапов жизненного цикла обучения  $P = \{\dots, \dots, \dots\}$ ; множество этапов управления  $Z = \{\dots, \dots, \dots\}$ , множество фаз переработки информации  $X = \{\dots, \dots, \dots\}$ .

10. Установите соответствие между функциями управления процессом обучения в университете, сгенерированными методом порождающих грамматик (в левом столбце таблицы), и кодами этих функций (в правом столбце таблицы) при условии, что множество этапов жизненного цикла обучения  $P = \{\dots, \dots, \dots\}$ ; множество этапов управления  $Z = \{\dots, \dots, \dots\}$ , множество фаз переработки информации  $X = \{\dots, \dots, \dots\}$ .

### **1.7 Вопросы по теме «Неформальные методы анализа и синтеза систем»**

1. Выберите принципы проведения мозговой атаки.
2. Выберите этапы, выполняемые при выполнении экспертизы методом Дельфи. Перечислите выбранные варианты в том порядке, в котором следуют соответствующие этапы.
3. Выберите принципы выполнения экспертизы методом Дельфи.
4. Сопоставьте наименованиям эвристических приемов (из левого столбца) их описание (из правого столбца).
5. Выберите принципы синектики.

## 2 Подготовка к контрольным работам

### 2.1 Общие положения

**Целью** подготовки к контрольным работам является приобретение умений и навыков применять полученные теоретические знания для решения прикладных задач.

**Форма контроля** данного вида самостоятельной работы – контрольная работа, проводимая во время аудиторных занятий или консультаций.

Подготовка к контрольным работам заключается в решении задач. Ниже приводятся задания для контрольных работ. Задания приводятся без конкретных данных. При подготовке к контрольной работе студенту необходимо решить задачи на любых примерах.

### 2.2 Контрольная работа «Интеграция измерений свойств систем»

1. В таблице приведены результаты измерения трех фирм-конкурентов по трем критериям, а также минимальные и максимальные значения по каждому критерию. Определите интегральные оценки фирм методом аддитивной свертки. При нормировании по критериям стоимости и времени учтите, что чем меньше значение критерия, тем оценка должна быть выше.

Критерии		Результаты измерений				
Наименование	вес	Ф1	Ф2	Ф3	min	max
Стоимость продукции, руб.						
Время изготовления, час						
Качество продукции, балл						

2. В таблице приведены результаты измерения существующего варианта (СВ) и двух новых вариантов (НВ1, НВ2) бизнес-процесса по трем критериям. Определите интегральные оценки новых вариантов методом аддитивной свертки. Для нормирования по критериям стоимости и времени используйте долю убыли значения критерия для нового варианта по отношению к значению критерия для существующего варианта. Для нормирования по критерию каче-

Критерий		Результаты измерений		
Наименование	вес	СВ	НВ1	НВ2
Стоимость, руб.				
Время, час				
Качество, балл				

ства используйте отношение значения критерия к максимальному значению (10). Вычисленные оценки можете округлить.

3. В таблице приведены нормированные значения трех критериев для фирм Ф1 и Ф2, а также экспертные оценки важности критериев (по 5-балльной шкале). Преобразуйте оценки важности в весовые коэффициенты и вычислите интегральную оценку для каждой фирмы методом аддитивной свертки.

Критерий	Важность	Ф1	Ф2
Доля рынка			
Репутация			
Возраст			

4. В таблице приведены результаты экспертной оценки трех видов продукции по трем критериям. В качестве шкальных значений использовались числа на отрезке  $[0, 1]$  (0 – наихудшее значение, 1 - наилучшее). Определите интегральные оценки продукции методами мультипликативной свертки и идеальной точки при условии, что критерии имеют одинаковый вес. При вычислении можете округлять получаемые значения..

Критерии	Оценки объектов		
	П1	П2	П3
Надежность			
Качество			
Репутация			

5. В таблице приведены значения двух критериев для поставщиков П1 и П2. Вычислите интегральную оценку для каждого из поставщиков методом мультипликативной свертки (при условии, что критерии имеют равный вес). При нормировании учтите, что чем меньше стоимость и время, тем лучше. Минимальная стоимость – 0 руб., максимальная – 1000 руб., минимальное время – 0 час, максимальное – 100 час.

Критерий	П1	П2
Стоимость продукции, руб.		
Время доставки, час.		

6. В таблице приведены результаты ранжирования трех видов продукции по четырем критериям. Критерии также были про-ранжированы по важности. Определите интегральные оценки продукции методом идеальной точки. При вычислении весов критериев сначала присвойте ранги в обратном порядке (от наихудшего к наилучшему), а затем нормируйте инверсные ранги, используя в качестве нормирующего значения сумму рангов.

Критерии		Ранги объектов		
Наименование	ранг	П1	П2	П3
Надежность				
Качество				
Репутация				
Упаковка				

## 2.3 Контрольная работа «Экспертная оценка свойств систем»

1. Два эксперта сравнили объекты  $x_1, x_2, x_3$ . Эксперт 1 считает, что  $x_3 \succ x_1 \equiv x_2$ , а эксперт 2 считает, что ... . Определите ранги объектов, присвоенные каждым из экспертов (1 – наилучший ранг), и подсчитайте обобщенные ранги методом суммы мест. Последовательно напишите ранги объектов  $x_1, x_2$  и  $x_3$ .

2. Рядом приведена матрица парных сравнений объектов O1, O2, O3, имеющих следующие ранги: O1 – ..., O2 – ..., O3 – ... . Перечислите ячейки матрицы, имеющие неправильные значения, например: (1;2), (3;2) (сначала указывается номер строки, а затем – номер столбца).

	O1	O2	O3
O1			
O2			
O3			

3. Три эксперта построили следующие матрицы парных сравнений:




Постройте обобщенную матрицу по методу нахождения медианы и определите обобщенные ранги объектов (1 – наилучший ранг).

4. В таблице приведены результаты непосредственной оценки трех объектов двумя экспертами, а также оценки компетентности экспертов ( $k$ ). Объекты оценивались с использованием значений: о(отлично) = 1, х(хорошо) = 0.7, с(средне) = 0.5, п(плохо) = 0.2, н(неудовлетворительно) = 0. Определите обобщенные оценки с учетом компетентности экспертов.

Эксперты	$k$	Объекты		
		O1	O2	O3
Эксперт 1				
Эксперт 2				

5. При сравнении качества четырех объектов методом последовательного сравнения на первом шаге были получены следующие оценки:  $x_1 - 8, x_2 - 4, x_3 - \dots, x_4 - \dots$ . Известно, что объект ... лучше каждого из объектов ..., но хуже их совокупности и хуже .... Объект ... лучше объекта .... Объект ... лучше всех остальных объектов по отдельности и вместе взятых. Какие оценки будут увеличены (уменьшены) на последующих шагах? Напишите коды объектов (объекта), для которых оценка увеличится (уменьшится), например:  $x_2, x_1$ .

## 2.4 Контрольная работа «Оценка систем в условиях неопределенности»

1. В таблице приведены значения эффективности двух вариантов решения при трех различных состояниях среды (для каждой ситуации указана вероятность ее появления). Определите значения эффективности для каждого варианта по критерию среднего выигрыша.

Состояния среды	Вероятность	Варианты	
		B1	B2
Ситуация 1			
Ситуация 2			
Ситуация 3			

2. В таблице приведены значения эффективности трех вариантов решения при трех различных состояниях среды. Определите значения эффективности для каждого варианта по критерию Лапласа.

Состояния среды	Варианты		
	B1	B2	B3
Ситуация 1			
Ситуация 2			
Ситуация 3			

3. В таблице приведены значения эффективности двух вариантов решения при трех различных состояниях среды. Определите значения эффективности для каждого варианта по критерию пессимизма-оптимизма (Гурвица) при условии, что коэффициент оптимизма  $\alpha =$  .....

Состояния среды	Варианты	
	B1	B2
Ситуация 1		
Ситуация 2		
Ситуация 3		

4. В таблице приведены значения эффективности трех вариантов решения при трех различных состояниях среды. Определите значения эффективности для каждого варианта по критерию Сэвиджа. Напишите последовательно значения критерия для вариантов B1, B2 и B3.

Состояния среды	Варианты		
	B1	B2	B3
Ситуация 1			
Ситуация 2			
Ситуация 3			

5. В таблице приведены значения эффективности 4 вариантов решения при трех различных состояниях среды. Определите наилучший вариант по критерию максимина и по критерию максимакса. Напишите последовательно наилучший вариант по критерию максимина и наилучший вариант по критерию максимакса, например: B4, B2.

Состояния среды	Варианты			
	B1	B2	B3	B4
Ситуация 1				
Ситуация 2				
Ситуация 3				

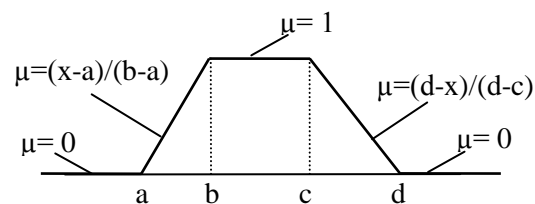
6. В таблице приведены степени принадлежности трех девушек к нечетким множествам «высокая» и «красивая». Каковы степени принадлежности девушек к нечеткому множеству «манекенщица», являющемуся пересечением множеств «высокая» и «красивая»? Напишите последовательно значения степеней принадлежности для Кати, Лены и Насти.

Люди	Степени принадлежности	
	высокая	красивая
Катя		
Лена		
Настя		

7. В таблице приведены степени принадлежности трех человек к нечетким множествам «известный» и «богатый». Каковы степени принадлежности этих людей к нечеткому множеству «успешный», являющемуся объединением множеств «известный» и «богатый»? Напишите последовательно значения степеней принадлежности для Ивана, Сергея и Павла.

Люди	Степени принадлежности	
	известный	богатый
Иван		
Сергей		
Павел		

8. На рисунке приведены формулы для трапецевидных функций принадлежности. Пусть для значения «средний» переменной «рост» заданы следующие параметры функции:  $a = \dots$ ,  $b = \dots$ ,  $c = \dots$ ,  $d = \dots$ . Определите степени уверенности в том, что следующие люди имеют средний рост: Иван – рост ..., Павел – ..., Сергей – .... Напишите последовательно степени уверенности для Ивана, Павла и Сергея.



9. В таблице приведены значения критериев, являющихся лингвистическими переменными, для двух вариантов систем В1, В2. Определите эффективность по правилам:  
 If «стоимость» = ... & «качество» = ... v ... then «эффективность» = ... .  
 If «стоимость» = ... & «качество» = ... v ... then «эффективность» = ... .  
 Напишите последовательно значение эффективности и степень уверенности для В1 и для В2, например:  $v/0.5$ ;  $c/0.35$ .

Критерии	В1	В2
Стоимость	$c/0.7$	...
Качество	...	...



## **3 Выполнение индивидуальных заданий**

### **3.1 Индивидуальное задание «Анализ структуры и свойств системы»**

#### **Цель индивидуального задания**

Получить практические навыки в анализе структуры сложной системы и окружающей среды, а также в измерении и оценке свойств системы.

#### **Варианты заданий**

Варианты индивидуальных заданий представляют собой наименования сложных систем, являющихся объектом анализа.

Примеры систем:

- производственная система – конкретная компания, предприятие, учреждение;

- бизнес-процесс – производство продукции (например, изготовление мебели, дверей, кондитерских изделий), оказание услуги (например, ремонт квартир, гостиничное обслуживание, проведение рекламных компаний), поставка комплектующих, реализация продукции, логистика и т.д.;

- программно-технический комплекс, автоматизированная информационная система;

- сфера деятельности в регионе (например, сфера занятости, транспортная система, сфера туризма).

#### **Форма отчетности**

По результатам выполнения индивидуального задания оформляется отчет в текстовом редакторе LibreOffice Writer (аналог MS Word). Отчет должен содержать текст, описывающий результаты выполнения всех этапов задания в соответствии с методическими указаниями, дополненный схемами, рисунками, таблицами.

#### **Порядок выполнения и содержание работ**

##### ***1. Описание окружающей среды системы.***

Выделите подсистемы окружающей среды для выбранной системы. Это могут быть как подсистемы макросреды, т.е. факторы общественной жизни, оказывающие влияние на систему, так и подсистемы микросреды, т.е. организации и люди, непосредственно или опосредованно связанные с системой.

Используйте при этом стандартные основания декомпозиции:

- «Подсистемы макросреды» – технологическое, экономическое, географическое, социально-культурное, политико-правовое окружение;

- «Подсистемы микросреды» – вышестоящие организации, подведомственные организации, поставщики, партнеры, клиенты, конкуренты.

При выделении подсистем давайте как можно более конкретные наименования. Например, при выделении подсистем микросреды можно указать конкретные организации-поставщики, вышестоящие органы, группы потребителей.

Определите взаимосвязи подсистем – информационные, материальные, финансовые потоки. Приведите схему взаимосвязи системы с окружающей средой.

## ***2. Построение иерархии подсистем исследуемой системы.***

Декомпозируйте деятельность выбранной системы. Используйте при этом стандартные основания декомпозиции:

- «Основная – обеспечивающая деятельность» – например, выделение подсистемы производство продуктов (оказания услуг) и подсистемы обслуживания инфраструктуры;

- «Виды конечных продуктов» – например, выделение процессов производства различных продуктов (оказания различных видов услуг);

- «Жизненный цикл основной деятельности» – например, выделение процессов жизненного цикла производства продукции, таких, как маркетинг, проектирование и разработка продукта, материально-техническое снабжение (закупки); производство продукта (предоставление услуги); упаковка и хранение продукта; транспортировка и реализация.

- «Виды обеспечивающей деятельности» – например, выделение подсистем, поддерживающих различные виды ресурсов производственной системы, таких, как обслуживание оборудования, обслуживание зданий, информационное обеспечение; управление персоналом, охрана труда и техника безопасности, финансовая деятельность, юридическое обеспечение.

- «Технологические этапы» – выделение отдельных этапов основных или обеспечивающих процессов, предусмотренных технологией.

Старайтесь давать подсистемам конкретные наименования. Так, при выделении подсистем по видам конечных продуктов указывайте конкретную продукцию (услуги). Выделение этапов жизненного цикла и технологических этапов производите, исходя из используемой в системе технологии.

Выберите несколько основных подсистем (от трех до пяти) и выделите для каждой из них структурные элементы:

- входы/предметы деятельности (сырье, материалы, комплектующие, информация);

- выходы/результаты деятельности (продукт, услуга, информация);

- кадры/субъекты деятельности (люди, выполняющие деятельность);
- оборудование/средства деятельности (инструменты, станки, машины, средства связи, помещения).

Если в качестве исследуемой системы выступает не производственная система и не бизнес-процесс, а, например, социальная сфера региона, то, по согласованию с преподавателем, могут быть использованы другие классификаторы, например, вместо структурных элементов – различные аспекты, характеризующие подсистему.

Опишите связи между подсистемами. Можете привести схемы взаимосвязей подсистем (для каждой совокупности подсистем, полученных в результате декомпозиции одной и той же материнской системы, может быть построена отдельная схема).

### ***3. Экспертная оценка свойств системы.***

Выберите объекты оценивания (например, система в целом или определенные подсистемы) и свойства, которые будут оцениваться (например, качество конечного продукта, уровень эффективности деятельности, степень автоматизации, уровень квалификации персонала).

Выберите шкалу и метод оценивания, например, ранжирование, метод парных сравнений, метод непосредственной оценки и т.д. Если метод предполагает сравнение с другими аналогичными системами, выберите объекты сравнения. Например, для оценки уровня компании осуществляется сравнение с другими фирмами-лидерами, имеющими аналогичные процессы, для оценки уровня развития определенной сферы региона — сравнение с другими регионами, странами.

Оцените свойства системы относительно требований или относительно других систем с помощью выбранного метода оценивания. Можете привлечь нескольких лиц, готовых выступить в качестве эксперта. Обработайте результаты экспертизы — выявите обобщенные оценки, определите согласованность экспертов.

Для оценки некоторых свойств можете использовать методы нечеткого оценивания. В этом случае вам необходимо построить функции принадлежности и использовать их для получения нечеткой оценки.

Сделайте выводы о сильных и слабых сторонах исследуемой системы.

### ***4. Получение интегральной оценки по результатам объективного измерения.***

Выберите объекты, которые будут измеряться, а также объективно измеряемые показатели, например, средняя стоимость в рублях производства единицы продукции, средняя продолжительность выполнения заказа и т.д. Выберите не менее трех показателей. Выберите другие аналогичные системы для сравнения с исследуемой системой.

Сделайте оценку важности выбранных показателей и нормируйте оценки важности для получения весовых коэффициентов.

Приведите результаты измерений исследуемой системы и аналогичных систем по выбранным показателям (это могут быть реальные данные или гипотетические). Нормируйте значения показателей.

Выберите метод интеграции измерений (аддитивной свертки, мультипликативной свертки, идеальной точки) и определите интегральные оценки систем с учетом важности показателей.

Сделайте вывод об уровне развития исследуемой системы по сравнению с другими аналогичными системами.

### **Рекомендуемые источники**

1. Основы теории систем и системного анализа: Учебное пособие / Силич М. П., Силич В. А. – 2013. 342 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/5452> (дата обращения 7.06.2018).

2. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа: Учеб. пособие. – 3-е изд. – Томск: Изд-во НТЛ, 2001. – 390 с.

3. Вдовин В.М. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс] : учебник / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. — Электрон. дан. — Москва : Дашков и К, 2016. — 644 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93352> (дата обращения 7.06.2018).

4. Антонов А.В. Системный анализ : Учебник для вузов / А. В. Антонов. - 2-е изд., стереотип. – М. : Высшая школа, 2006. – 452 с.

## **3.2 Индивидуальное задание «Синтез структуры и свойств системы»**

### **Цель индивидуального задания**

Получить практические навыки в формировании структуры проектируемой (совершенствуемой) системы, в формировании и выборе вариантов реализации компонент системы.

### **Варианты заданий**

Варианты индивидуальных заданий представляют собой наименования сложных систем, являющихся объектом синтеза или совершенствования. Примеры систем:

- производственная система – конкретная компания, предприятие, учреждение;

- бизнес-процесс – производство продукции (например, изготовление мебели, дверей, кондитерских изделий), оказание услуги (например, ремонт квартир, гостиничное обслуживание, проведение рекламных

компаний), поставка комплектующих, реализация продукции, логистика и т.д.;

- программно-технический комплекс, автоматизированная информационная система;

- сфера деятельности в регионе (например, сфера занятости, транспортная система, сфера туризма).

### **Форма отчетности**

По результатам выполнения индивидуального задания оформляется отчет в текстовом редакторе LibreOffice Writer (аналог MS Word). Отчет должен содержать текст, описывающий результаты выполнения всех этапов задания в соответствии с методическими указаниями, дополненный схемами, рисунками, таблицами.

### **Порядок выполнения и содержание работ**

#### ***1. Формирование требований к проектируемой системе.***

Сформулируйте требования к синтезируемой системе со стороны всех заинтересованных лиц. Для предприятий, бизнес-процессов такими лицами будут клиенты (потребители, заказчики), руководство компании, поставщики; для автоматизированных систем — пользователи, заказчики; для сферы деятельности в регионе — население региона, органы управления, организации.

Требования могут касаться как конечного результата деятельности системы (например, требования к функциональности продукции, ее внешнему виду, к долговечности, удобству использования), так и характеристик самой деятельности (например, требования к срокам изготовления продукции, к затратам на изготовление и т.д.).

Для совершенствуемой системы вместо требований могут быть сформулированы цели совершенствования (например, "повысить качество продукции", "снизить себестоимость").

Требования (цели) могут быть сгруппированы и представлены в виде иерархии.

#### ***2. Формирование структуры проектируемой системы***

Постройте иерархию подсистем проектируемой системы. Декомпозиция деятельности системы выполняется аналогично декомпозиции существующей системы. Можете использовать стандартные основания декомпозиции.

Для синтеза функций можете использовать методы порождающих грамматик, например, метод Казарновского или метод Волковой.

Опишите связи между подсистемами. Можете привести схемы взаимосвязей подсистем (для каждой совокупности подсистем, полученных в результате декомпозиции одной и той же материнской системы, может быть построена отдельная схема).

### ***3 Генерация вариантов реализации компонент системы***

Выберите объекты, для которых будете генерировать варианты реализации. Это может быть система в целом или определенные подсистемы. Выберите метод генерации – морфологический анализ, мозговая атака, эвристические приемы (например, метод Повилейко. синектика). Можете использовать несколько различных методов.

При генерации вариантов методом морфологического анализа выберите комбинируемые признаки. Это могут быть структурные элементы деятельности (средства деятельности, субъекты деятельности, предметы деятельности, результаты деятельности), характеристики структурных элементов, технология. Сгенерируйте варианты для каждого признака. Выполните морфологический синтез. Опишите полученные варианты.

Если в качестве метода генерации была выбрана мозговая атака, соберите команду, организуйте сеанс мозговой атаки. Опишите предложенные во время сеанса варианты.

Если были выбраны эвристические методы изобретательской деятельности, попробуйте применить различные эвристические приемы (неологию, аналогию, инверсию, адаптацию, дифференциацию, импульсацию и др.). Опишите предложенные варианты.

### ***4. Оценка и выбор вариантов реализации.***

Сформулируйте задачу (задачи) выбора – из какого множества вариантов будет осуществляться выбор, при каких ограничениях и по каким критериям. Выберите метод (методы) оценки и выбора вариантов.

В случае, если в качестве критериев выбора сложно предложить объективно измеряемые показатели, лучше использовать методы экспертного оценивания – ранжирование, метод парных сравнений, метод непосредственной оценки, метод последовательного сравнения. Проведите экспертизу выбранным методом, обработайте мнения экспертов, определите согласованное мнение. Результатом должны быть приоритеты оцениваемых вариантов.

Если варианты можно оценить по множеству объективно измеряемых показателей, то задача выбора сводится к определению интегральной оценки. Используйте методы получения интегральной оценки по множеству критериев – методы аддитивной, мультипликативной свертки, метод идеальной точки. Определите оценки важности частных критериев, задайте значения критериев для каждого из вариантов, вычислите значения интегрального критерия с учетом важности частных критериев.

Если выбор осуществляется в условиях неопределенного состояния среды, то необходимо определить и описать возможные ситуации (будущие состояния среды), а также спрогнозировать вероятности появ-

ления этих ситуаций. Следует выбрать метод вычисления общей эффективности вариантов – среднего выигрыша, Лапласа, Вальда, максимакса, Гурвица, Сэвиджа. Для каждого варианта определяются значения эффективности в различных ситуациях, а затем определяется общая эффективность вариантов по выбранному методу.

Можно использовать комбинацию методов для одной и той же задачи выбора.

Примените выбранный метод (методы) для оценки и выбора вариантов. Опишите выбранные варианты реализации.

### **Рекомендуемые источники**

1. Основы теории систем и системного анализа: Учебное пособие / Силич М. П., Силич В. А. – 2013. 342 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/5452> (дата обращения 7.06.2018).

2. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа: Учеб. пособие. – 3-е изд. – Томск: Изд-во НТЛ, 2001. – 390 с.

3. Вдовин В.М. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс] : учебник / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. — Электрон. дан. — Москва : Дашков и К, 2016. — 644 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93352> (дата обращения 7.06.2018).

4. Антонов А.В. Системный анализ : Учебник для вузов / А. В. Антонов. - 2-е изд., стереотип. – М. : Высшая школа, 2006. – 452 с.

## 4 Самостоятельное изучение тем теоретической части курса

### 4.1 Тема «Модели систем»

#### Перечень вопросов, подлежащих изучению

1. *Моделирование*. Понятие модели, свойства моделей, принципы моделирования. Классификация моделей, языки описания моделей.

2. *Базовые модели систем*. Модель черного ящика. Модель состава. Модель структуры. Виды структур.

#### Методические рекомендации по изучению

Понятие модели, свойства моделей (приближенность, адекватность и др.), принципы моделирования рассматриваются в [1 (п. 2.1), 2 (п. 3.1), 4 (п. 11.1.1)]. Классификация моделей по разным признакам приводятся в [1 (п. 2.1), 4 (п. 11.1.2)]. Языки, на которых могут быть представлены абстрактные модели, охарактеризованы в [1 (п. 2.1)], причем показано, как одна и та же модель дерева целей может быть описана на разных языках.

Модель "черного ящика" рассматривается в [1 (п. 2.2), 2 (п. 3.2), 3 (п. 3.3)]. Обратите внимание, что имеются разные подходы к построению данного вида моделей и к понятию входов и выходов. В [1 (п. 2.2)] обсуждаются различия в подходах.

Модель состава системы описана в [1 (п. 2.2), 2 (п. 3.2), 3 (п.3.4)]. Вопросы построения модели структуры, а также виды структур (иерархические, сетевые и др.) рассматриваются в [1 (п. 2.2), 2 (п. 3.2), 3 (п. 3.5, п. 3.6), 4 (гл. 13)].

#### Рекомендуемые источники

1. Основы теории систем и системного анализа: Учебное пособие / Силич М. П., Силич В. А. - 2013. 342 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/5452> (дата обращения 7.06.2018).

2. Антонов А.В. Системный анализ : Учебник для вузов / А. В. Антонов. - 2-е изд., стереотип. – М. : Высшая школа, 2006. – 452 с.

3. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа: Учеб. пособие. – 3-е изд. – Томск: Изд-во НТЛ, 2001. – 396 с.

4. Вдовин В.М. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс] : учебник / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. — Электрон. дан. — Москва : Дашков и К, 2016. — 644 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93352> (дата обращения 7.06.2018).



## 4.2 Тема «Оценка свойств систем в условиях неопределенности»

### Перечень вопросов, подлежащих изучению

#### 1. *Виды неопределенности.*

2. *Выбор управления в условиях риска.* Оценка эффективности вариантов управления системой в условиях неопределенности состояний внешней среды. Критерий среднего выигрыша, Лапласа, Вальда, максимакса, Гурвица, Сэвиджа.

3. *Нечеткая оценка свойств системы.* Понятие нечеткости. Функция принадлежности, лингвистические переменные, нечеткие логические операции.

### Методические рекомендации по изучению

Виды неопределенности – неизвестность, неоднозначность, недостоверность – охарактеризованы в [1 (п. 2.3.3)].

Методы оценки эффективности вариантов управления системой в условиях неопределенности состояний внешней среды (риска) и выбора оптимального варианта по различным критериям (среднего выигрыша, Лапласа, Вальда, максимакса, Гурвица, Сэвиджа) рассматриваются в [1 (п. 2.3.3), 2 (гл. 13), 3 (п.7.6), 4 (9.4.2)].

Вопросы нечеткой оценки свойств системы обсуждаются в [1, 2, 3]. В [3] вместо понятия "нечеткость" используется синоним "размытость". Понятие нечеткого (размытого) множества дается в [1 (п. 2.3.3), 2 (п. 6.5, п. 13.6), 3 (п. 7.8)], лингвистической переменной – в [1 (п. 2.3.3)]. Логические операции (объединение, пересечение и др.) над нечеткими множествами описаны в 1 (п. 2.3.3), 3 (п. 7.8)]. Кроме того, в [1 (п. 2.3.3)] даются основы нечеткого логического вывода на системе логических правил-продукций.

### Рекомендуемые источники

1. Основы теории систем и системного анализа: Учебное пособие / Силич М. П., Силич В. А. - 2013. 342 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/5452> (дата обращения 7.06.2018).

2. Антонов А.В. Системный анализ : Учебник для вузов / А. В. Антонов. - 2-е изд., стереотип. – М. : Высшая школа, 2006. – 452 с.

3. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа: Учеб. пособие. – 3-е изд. – Томск: Изд-во НТЛ, 2001. – 396 с.

4. Вдовин В.М. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс] : учебник / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. — Электрон. дан. — Москва : Дашков и К, 2016. — 644 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93352> (дата обращения 7.06.2018).

## 4.3 Тема «Композиция системы»

### Перечень вопросов, подлежащих изучению

1. *Метод морфологического анализа.* Основная идея метода. Этапы морфологического анализа и синтеза.

2. *Методы порождающих грамматик.* Метод формирования структуры целей и функций Волковой. Метод структурно-функционального проектирования Казарновского. Комбинаторный метод формирования задач управления системой.

### Методические рекомендации по изучению

Основная идея метода морфологического анализа (морфологического ящика) – одного из самых популярных методов генерирования альтернативных вариантов проектируемой системы – состоит в генерировании всех возможных комбинаций признаков. Метод описан в большом количестве публикаций, в частности, в [1 (п. 2.4.2), 2 (п. 9.5), 3 (2.9)]. При этом в [1 (п. 2.4.2)] рассматривается эвристический прием сокращения числа комбинаций

В основе методов порождающих грамматик лежит механизм комбинирования признаков структуризации проектируемой системы, подобный тому, который используется в методе морфологического анализа. Метод формирования структуры целей и функций Волковой, предполагающий комбинирование подсистем, порождаемых стандартными основаниями декомпозиции, рассмотрен в [1 (п. 2.4.2)]. Там же рассматривается метод структурно-функционального проектирования Казарновского, предназначенный для формирования функций производственной системы путем комбинирования "элементарных" видов деятельности. Также в [1 (п. 2.4.2)] описывается метод генерации задач и функций управления производственной системой, предусматривающий комбинирование подсистем, порождаемых стандартными основаниями декомпозиции по жизненным циклам производства, управления и переработки информации.

### Рекомендуемые источники

1. Основы теории систем и системного анализа: Учебное пособие / Силич М. П., Силич В. А. – 2013. 342 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/5452> (дата обращения 7.06.2018).

2. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа: Учеб. пособие. – 3-е изд. – Томск: Изд-во НТЛ, 2001. – 396 с.

3. Антонов А.В. Системный анализ : Учебник для вузов / А. В. Антонов. - 2-е изд., стереотип. – М. : Высшая школа, 2006. – 452 с.

## 4.4 Тема «Неформальные методы анализа и синтеза систем»

### Перечень вопросов, подлежащих изучению

1. *Метод мозговой атаки*. Основная идея метода. Принципы, технология проведения мозговой атаки.

2. *Метод Дельфи*. Основная идея метода. Принципы, технология проведения экспертизы методом Дельфи.

3. *Эвристические методы генерации нестандартных решений*. Метод эвристических приемов. Метод "Десятичная матрица Повилейко". Метод синектики.

### Методические рекомендации по изучению

Метод мозговой атаки (мозгового штурма) – наиболее популярный неформальный метод генерации идей. Идея метода, принципы, технология описаны во многих источниках, в частности, в [1 (п. 3.1.3), 2 (п. 9.5), 3 (п. 2.9)].

Метод Дельфи (Делфи) может использоваться для генерации альтернатив, однако чаще он используется для экспертной оценки альтернатив. Описание метода (основной идеи, принципов, технологии проведения) имеется во многих публикациях, например, в [1 (п. 3.1.3), 2 (п. 7.10), 3 (п. 2.9)].

Эвристические приемы представляют собой советы или рекомендации, "в каком направлении нужно искать", чтобы получить решение задачи. Они позволяют находить нестандартные решения. Среди методов, использующих эвристические приемы генерации, предлагается рассмотреть два – "Десятичная матрица Повилейко" и метод синектики. Первый рассматривается в [1 (п. 3.1.3)]. Краткое описание метода синектики можно найти в [1 (п. 3.1.3)], более подробное – в [2 (п. 9.5)].

### Рекомендуемые источники

1. Основы теории систем и системного анализа: Учебное пособие / Силич М. П., Силич В. А. – 2013. 342 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/5452> (дата обращения 7.06.2018).

2. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа: Учеб. пособие. – 3-е изд. – Томск: Изд-во НТЛ, 2001. – 396 с.

3. Антонов А.В. Системный анализ : Учебник для вузов / А. В. Антонов. - 2-е изд., стереотип. – М. : Высшая школа, 2006. – 452 с.