

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н. Н. Дацун

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

*Допущено методическим советом
Пермского государственного национального
исследовательского университета в качестве
учебно-методического пособия для студентов, обучающихся
по направлению подготовки магистров
«Прикладная математика и информатика»*



Пермь 2019

УДК 519.7:004
ББК 32.817
Д215

Дацун Н. Н.

Д215 Теоретические основы информационных систем [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Н. Н. Дацун; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Электрон. дан. – Пермь, 2019. – 3,83 Мб; 100 с. – Режим доступа: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/dacun-teor-osnovy-info-sistem.pdf>. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-7944-3353-1

Учебно-методическое пособие содержит материалы, которые помогут обобщить знания и навыки разработки и применения теоретического аппарата для решения задач, возникающих на различных этапах жизненного цикла информационных систем различного назначения, подготовить студентов к оформлению ВКР. Комплекс практических занятий и самостоятельной работы студентов выполняется по тематике исследований в предметной области ВКР студентов. Для каждого практического занятия приведены цель, общие методические указания, сроки выполнения и общая оценка, содержание отчета.

Издание предназначено для студентов магистратуры очной формы обучения направления подготовки «Прикладная математика и информатика».

Учебное пособие будет полезно студентам других ИТ-направлений и специальностей.

УДК 519.7:004
ББК 32.817

*Издается по решению ученого совета
механико-математического факультета*

Пермского государственного национального исследовательского университета

Рецензенты: д-р техн. наук, профессор кафедры автоматики и телемеханики Пермского национального исследовательского политехнического университета **С. Ф. Тюрин**;

кафедра информационных технологий в бизнесе Пермского филиала ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики"» (рецензенты – д-р пед. наук **Е. Г. Плотникова**, канд. физ.-мат. наук **Л. Н. Лядова**)

ISBN 978-5-7944-3353-1

© Дацун Н. Н., 2019
© ПГНИУ, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Теоретические основы систем и информационных систем.....	10
1.1 Теория систем и системный анализ	10
1.2 Формализация понятия системы	10
1.3 Теоретико-множественный подход к определению систем	12
1.4 Контрольные вопросы	15
2 Теоретические основы информационных систем.....	16
2.1 Теоретико-множественный подход к определению ИС	16
2.2 Структура информационной системы	19
2.3 Функции информационной системы.....	21
2.4 Информационные процессы	21
2.5 Контрольные вопросы	22
3 Классификация ИС как элемент их анализа.....	23
3.1 Классификация систем	23
3.2 Классификация информационных систем.....	26
3.3 Контрольные вопросы	35
4 Требования к информационной системе	37
4.1 Понятие «требование к системе»	37
4.2 Классификация требований	37
4.3 Нормативные документы в области работы с требованиями	38
4.4 Техническое задание.....	39
4.5 Контрольные вопросы	39
5 Постановка задачи.....	40
6 Систематическое картографирование литературы как профессиональный информационный поиск.....	45
6.1 Систематическое картографирование литературы и его этапы.....	45
6.2 Определение исследовательских вопросов	45
6.3 Проведение поиска публикаций	45
6.4 Скрининг документов.....	47
6.5 Ключевые слова с помощью аннотаций.....	50
6.6 Извлечение данных и картографирование процесса.....	51
6.7 Автоматизация выполнения этапов SMS	52
6.8 Контрольные вопросы	54
7 Разработка функциональных требований к ИС при ООП к моделированию. Оценка трудоемкости разработки.....	55
7.1 Разработка требований к ИС.....	55
7.2 Разработка функциональных требований к ИС	55
7.3 Оценка трудоемкости разработки ПО на основе вариантов использования.....	56
7.4 Контрольные вопросы	58
8 Моделирование функционирования ИС при структурном подходе к моделированию.....	59
8.1 Функциональные модели ИС.....	59

8.2	Контрольные вопросы	61
9	Формальные методы оценки ПИ	62
9.1	Количественный анализ интерфейса	62
9.2	Контрольные вопросы	64
10	Общие методические указания и требования к проведению практических занятий и выполнению домашних заданий	65
10.1	Персонификация файлов документов	65
10.2	Оформление документов	65
10.3	Документирование моделей	65
10.4	Заимствование	65
10.5	Порядок предоставления отчетов по домашним заданиям	65
10.6	Оценивание и самооценивание домашних заданий и его связь с графиком учебного процесса по дисциплине «ТО ИС» ...	66
11	Практическое занятие № 1. Формализация описания и классификация И	67
12	Практическое занятие № 2. Формализация требований к ИС	68
13	Практическое занятие № 3. SMS: определение исследовательских вопросов, стратегии поиска, источников данных научных публикаций и ключевых слов	69
14	Практическое занятие № 4. SMS: проведение поиска	70
14.1	Цель практического занятия № 4	70
14.2	Методические указания к проведению ПЗ № 4	70
14.3	Пример проведения поиска документов	70
14.4	Домашнее задание № 4	77
15	Практическое занятие № 5. SMS: Скрининг документов	78
16	Практическое занятие № 6. SMS: ключевые слова с помощью аннотаций	79
17	Практическое занятие № 7. SMS: извлечение данных и картографирование процесса	80
18	Практическое занятие № 8. SMS: обсуждение	81
19	Практическое занятие № 9. Разработка формальных моделей ИС на основе ООП к моделированию и оценка трудоемкости разработки ПО	82
20	Практическое занятие № 10. Разработка формальных моделей ИС на основе структурного подхода к моделированию	83
21	Практическое занятие № 11. Формальные методы оценки производительности пользовательского интерфейса	84
22	Практическое занятие № 12. Парное оценивание SMS	85
23	Входной контроль по дисциплине «ТО ИС»	86
24	Критерии парного оценивания SMS, созданных студентами	87
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	91
	ПРИЛОЖЕНИЕ А Пример оформления титульного листа отчета по домашним заданиям в соответствии с ГОСТ 7.32	95
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б ФРАГМЕНТЫ ФАЙЛОВ ЭКСПОРТА	96
	ПРИЛОЖЕНИЕ В ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭТАПОВ SMS В СИСТЕМЕ BIBREADER	97

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В настоящем пособии применяют следующие сокращения и обозначения:

ACM	– англ. Association for Computing Machinery – Ассоциация вычислительной техники
ACM DL	– англ. ACM Digital Library – цифровая библиотека научных публикаций ACM
APA	– англ. American Psychological Association – Американская психологическая ассоциация
API	– англ. Application Programming Interface – программный интерфейс приложения
CASE	– англ. Computer-Aided Software Engineering – программные средства, поддерживающие процессы создания и сопровождения подобных систем на большинстве этапов жизненного цикла системы
DLT	– англ. Distributed Ledger Technology – технология распределенной главной бухгалтерской книги (регистра)
DOI	– англ. Digital Object Identifier – цифровой идентификатор объекта
DSM	– англ. Domain-Specific Modelling – предметно-ориентированное моделирование
DSS	– англ. Decision Support System – системы (поддержки) принятия решений
EF	– англ. Environmental Factor – уровень квалификации разработчиков
GOMS	– англ. <u>G</u> oals, <u>O</u> perators, <u>M</u> ethods, <u>S</u> election Rules) – метод измерения скорости работы ПИ
GUI	– англ. Graphical User Interface – графический пользовательский интерфейс
ICS	– англ. Industrial Control Systems – управляющая система, промышленная система управления
IDEF	– англ. <u>I</u> CAM <u>D</u> efinition — методологии семейства ICAM (Integrated Computer-Aided Manufacturing) для решения задач моделирования сложных систем
IEEE	– англ. Institute of Electrical and Electronics Engineers – Институт инженеров электротехники и электроники
IEEE Xplore DL	– англ. IEEE Xplore Digital Library – цифровая библиотека научных публикаций IEEE
IP	– англ. Internet Protocol – «межсетевой протокол»
ISBN	– англ. International Standart Book Number — международный стандартный номер книги; код, который служит для идентификации книг

ISSN	– англ. International Standard Serial Number – международный стандартный номер сериального издания, который служит для идентификации газет, журналов и любых категорий периодических изданий на любом носителе, как печатном, так и электронном.
KLM	– англ. Keystroke-Level Model – метод оценки скорости работы с системой на уровне интерфейса
MIS	– англ. Management Information System – информационно-управляющая система
MOOC	– англ. Massive(ly) Open Online Course – массовый открытый онлайн курс
MSC	– англ. Message Sequence Chart – диаграмма последовательности сообщений, стандартизованная Международным союзом электросвязи
PCS	– англ. Process Control Systems – управляющая система, система управления технологическим процессом
RAD	– англ. Rapid Application Development – быстрая разработка приложений
RATS	– англ. Resource Allocation and Tracking System – система мониторинга и управления ресурсами
RUP	– англ. Rational Unified Process – методология разработки программного обеспечения компании Rational Software
SADT	– англ. Structured Analysis and Design – структурный анализ и проектирование
SD	– англ. Sequence Diagram – диаграмма последовательностей
SEO	– англ. Search Engine Optimization – проверка текста на соответствие требованиям поискового продвижения
SLR	– англ. Systematic Literature Review – систематическое исследование литературы
SMS	– англ. Systematic Mapping Study – систематическое исследование литературы с представлением результатов в виде карт (систематическое картографирование)
Std	– англ. Standard – стандарт
TCF	– англ. Technical Complexity Factor – техническая сложность проекта
TCP	– англ. Transmission Control Protocol – протокол управления передачей
TCP/IP	– стек протоколов TCP/IP – набор сетевых протоколов, на которых базируется Интернет
UCD	– англ. Use Case Diagram – диаграмма вариантов использования (прецедентов)
UCP	– англ. Use Case Points – баллы варианта использования
UML	– англ. Unified Modeling Language – унифицированный язык моделирования

UUCP	– англ. Unadjusted Use Case Points – нескорректированные баллы прецедента
WoS	– англ. Web of Science – поисковая интернет-платформа с функцией наукометрической БД
АИС	– автоматизированная информационная система
англ.	– английский
АС	– автоматизированная система
АСНИ	– автоматизированная система научных исследований
АСУ	– автоматизированная система управления
АРМ	– автоматизированное рабочее место
БД	– база данных
БО	– библиографическое описание
ВКР	– выпускная квалификационная работа магистра
г.	– год
гг.	– годы
ГОСТ	– Межгосударственный стандарт Содружества Независимых Государств
ДЗ	– домашнее задание
долл	– доллар американский
др.	– другие
ЕТИС	– единая телеинформационная система ПГНИУ
ЕЯ	– естественный язык
ЖЦ	– жизненный цикл
ИВ	– исследовательский вопрос
ИВС	– информационно-вычислительная система
ИнС	– интеллектуальная информационная система
ИП	– исходные публикации
ИПр	– информационные процессы
ИПС	– информационно-поисковая система
ИС	– информационная система
ИСС	– информационно-справочная система
ИТ	– информационная технология
ИУС	– информационно-управляющая система (<i>англ.</i> MIS)
КТ	– контрольная точка
ЛПР	– лицо, принимающее решение
ЛР	– лабораторная работа
мес.	– месяц
млн	– миллион
НИР	– научно-исследовательская работа
ООП	– объектно-ориентированный подход
ПГНИУ	– Пермский государственный национальный исследовательский университет
ПЗ	– практическое занятие
ПИ	– пользовательский интерфейс

ПК	– персональный компьютер
ПО	– программное обеспечение
ПП	– первичные публикации
ППП	– пакет прикладных программ
пр.	– прочее
ПрО	– предметная область
РП	– релевантные публикации
САД	– система автоматизации делопроизводства
СМУР	– система мониторинга и управления ресурсами
СОД	– система обработки данных
СОЗ	– системы, основанные на знаниях
СППР	– системы поддержки принятия решений
СУБД	– система управления базами данных
СУБИ	– система управления библиографической информацией
СУД	– система управления доступом (англ. Access Control System)
СУП	– система управления производством (англ. Manufacturing System)
т.е.	– то есть
ТЗ	– техническое задание
ТО ИС	– теоретические основы информационных систем
УП	– уникальные публикации
УС	– управляющая система (англ. PCS или ICS)
СЭОД	– система электронной обработки данных
ФГБОУ	– федеральное государственное бюджетное образовательное
ВО	учреждение высшего образования
ФИО	– фамилия и инициалы
s	– электронно-вычислительная машина
ЭНБ	– электронная научная библиотека
ЭС	– экспертная система
ЯП	– язык программирования

ВЫПИСКИ ИЗ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ

Наименование	Кол-во семестров	Лекции	Практические	Самостоятельная работа	Лабораторные работы	Кредиты	Форма отчетности, триместр
01.04.02 Прикладная математика и информатика	1	28	24	72	0	3	Экзамен, 1
01.04.02 Прикладная математика и информатика	1	28	24	72	0	3	Экзамен, 4

ВВЕДЕНИЕ

Изучение дисциплины «Теоретические основы информационных систем» предусмотрено в базовой части учебных планов направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика (магистратура).

Учебное пособие содержит материалы, которые помогут обобщить знания и навыки разработки и применения математического аппарата для решения задач, возникающих при проектировании и разработке информационных систем различного назначения, подготовить студентов к оформлению ВКР.

Комплекс практических занятий и самостоятельной работы студентов по этой дисциплине направлен на формирование умений:

- разрабатывать формальные модели ИС и программных систем;
- анализировать новые научные результаты, научную литературу или научно-исследовательские проекты, связанные с разработкой теоретических основ и технологий создания адаптируемых информационных систем различного назначения;
- составлять научные обзоры по тематике исследований в предметной области ВКР.

В пособии представлены:

- формализация описания систем и информационных систем и их классификации,
- основы требований к ИС и формализация требований в виде постановки задачи,
- методология систематического картографирования литературы как профессионального информационного поиска по тематике исследований в предметной области ВКР,
- разработка формальных моделей ИС на основе объектно-ориентированного и структурного подхода к их моделированию,
- формальные методы оценки трудоемкости разработки ПО на основе вариантов использования,
- формальные методы оценки производительности пользовательского интерфейса,
- методические указания, требования, оценивание, форма отчетности и задания по выполнению самостоятельной работы студентов,
- справочный аппарат для выполнения парного оценивания SMS.

Целью комплекса практических занятий является SMS по тематике исследований в предметной области ВКР. Результат SMS оформляется в виде презентации, которая проходит процедуру парного оценивания и публичной защиты с ответами на замечания оценщиков работ.

Пособие содержит список печатных и электронных источников.

В приложениях представлены образцы документов, необходимых для выполнения и оформления домашних заданий.

Текст методического пособия подготовлен в соответствии с ГОСТ 7.32 [1] и ГОСТ Р 7.0.5 [2].

1 Теоретические основы систем и информационных систем

1.1 Теория систем и системный анализ

Теория систем – это научная дисциплина, которая изучает различные явления, отвлекаясь от их конкретной природы, и основывается лишь на формальных взаимосвязях различных составляющих их факторов и на характере их изменений под влиянием внешних условий. Для нее объектом исследования является «система», т.е. только формальная взаимосвязь наблюдаемых признаков и свойств.

Роль теории систем в системном анализе трудно переоценить. Принципиальные схемы обычно строят по словесному описанию задачи (например, в виде диаграмм IDEF0 [3]), чтобы выявить основные подсистемы и установить их взаимосвязи. Поэтому они используются для выявления общей структуры системы, упрощения работы по дальнейшей структуризации и построению аналитических моделей. Обладая простотой, принципиальные схемы не являются строгими. Модели общей теории систем имеют строгое математическое описание при сохранении простоты. Таким образом, эти модели играют роль промежуточного звена между описанием системы и математической или машинной моделью. Это представление предложено в работе [4], раздел 1 (рисунок 1.1)

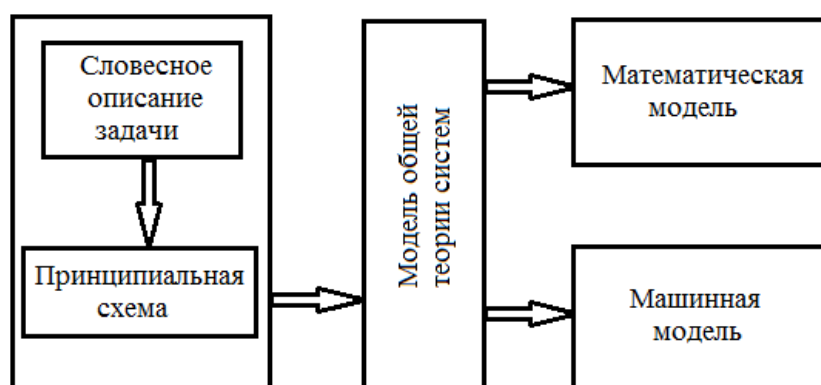


Рисунок 1.1 – Место модели общей теории систем

1.2 Формализация понятия системы

Определение 1.1 [4]. Системой называется отношение на непустых множествах

$$S \subset \times \{ V_i; i \in I \}, \quad (1.1)$$

где \times – символ декартова произведения; I – множество индексов. Все компоненты $V_i; i \in I$ называются объектами системы. Если множество I конечно, то (1.1) получает вид

$$S \subset V_1 \times V_2 \times \dots \times V_n. \quad (1.2)$$

Определение 1.2 [4]. Пусть $I_x \subset I$ и $I_y \subset I$ образуют разбиение множества I ($I_x \cap I_y = \emptyset$ и $I_x \cup I_y = I$). Множество $X = \times \{V_i; i \in I_x\}$ называют входным объектом, а множество $Y = \times \{V_i; i \in I_y\}$ – выходным объектом системы. Тогда система S определяется отношением

$$S \subset X \times Y. \quad (1.3)$$

Такую систему еще называют системой «вход – выход» (или «черный ящик»).

Чтобы на основании (1.3) построить некоторую теорию, необходимо наделить систему как отношение некоторой дополнительной структурой. Это можно сделать двумя способами [4]:

- 1) ввести дополнительную структуру для элементов объектов системы (рассматривать сам элемент $v_i \in V_i$ как некоторое множество с подходящей структурой),
- 2) ввести структуру непосредственно для самих объектов системы $V_i, i \in I$.

Первый путь приводит к понятию временных систем, а второй – к понятию алгебраической системы.

Временные системы [4]. Если элементы одного из объектов системы есть функции, например $v: T_v \rightarrow A_v$, то объект называют функциональным. Интерес представляет случай, когда области определения функции и области значений всех функций для данного объекта V одинаковы (каждая функция $v \in V$ является отображением T в A , $v: T \rightarrow A$). В этом случае T называется индексирующим множеством для V , а A – алфавитом объекта V . (мощность множества A не ограничивается).

Если при этом индексирующее множество линейно упорядочено, то его называют множеством моментов времени. Функции, определенные на подобных множествах моментов времени, называют функциями времени. Объект, элементами которого являются временные функции, называют временным объектом; системы, определенные на временных объектах, – временными системами.

Алгебраические системы [4]. Алгебраический подход состоит в определении на V одной или нескольких операций, относительно которых V становится алгеброй. В простейшем случае определяется бинарная операция $R: V \times V \rightarrow V$ и предполагается, что в V можно выделить такое подмножество W , что любой элемент $v \in V$ можно получить в результате применения операции R к элементам из W или к элементам, уже построенным из элементов множества W подобным образом. В этом случае W называют множеством производящих элементов, или алфавитом объекта, его элементы – символами, а элементы объекта V – словами. Если R есть операция сочленения, то слова – это просто последовательности элементов алфавита W . Для объектов с конечными алфавитами алфавит временного объекта и алфавит алгебраического объекта – это обычно одни и те же множества. Для объектов с бесконечными алфавитами множество производящих элементов и область значений функций времени оказываются различными множествами (даже разной мощности).

В общем случае алгебраический объект порождается целым семейством операций: объект V задается некоторым множеством операций $\bar{R} = \{R_1, \dots, R_n\}$ и правилом, согласно которому V содержит все примитивные элементы, $W \subset V$ и все элементы, которые могут быть порождены из примитивных в результате многократного применения операций из \bar{R} .

Оба выше рассмотренных подхода в основном эквивалентны. Подход, связанный с изучением временных систем, имеет более содержательную интуитивную интерпретацию (явлений, связанных с эволюцией во времени и переходами состояний). Но алгебраические структуры используются как для общих систем, так и для общих временных систем.

Определение 1.3 [4]. Если S является функцией

$$S: X \rightarrow Y, \quad (1.4)$$

то соответствующая система будет называться функциональной.

Определение 1.4 [4]. Для системы S пусть C – произвольное множество, а функция $R: (C \times X) \rightarrow Y$ такова, что

$$(x, y) \in S \Leftrightarrow (\exists c) [R(c, x) = y].$$

Тогда C называется множеством или объектом глобальных состояний системы, его элементы – глобальными состояниями системы, функция R – глобальной реакцией системы S (скобки в выражении $R: (C \times X) \rightarrow Y$ означают, что функция R является частичной).

В математике системой называют также определенного типа математическую модель, отражающую состояния или процессы в исследуемой реальной системе. Например, при исследовании динамики линейных стационарных обыкновенных динамических систем с дискретным относительным временем t системой называют

$$S \triangleq \langle A, B, C, D \rangle. \quad (1.5)$$

Математическая модель имеет вид системы векторно-матричных уравнений:

$$\begin{cases} z(t+1) = A z(t) + B x(t) \\ y(t) = C z(t) + D x(t), \end{cases} \quad (1.6)$$

где x – вход; z – выход; y – выход; A, B, C, D – матрицы; $x \in \mathbb{R}^m$, $z \in \mathbb{R}^n$, $y \in \mathbb{R}^r$, A, B, C, D имеют соответствующие этим векторным величинам размерности [5].

1.3 Теоретико-множественный подход к определению систем

Определение 1.5 учитывает все основные компоненты, рассматриваемые в автоматике [6]:

$$S \triangleq \langle X, Y, Z, H, O \rangle, \quad (1.7)$$

где X – входы; Y – выходы; Z – состояния; H – оператор переходов; O – оператор выходов.

Определение 1.6 соответствует уровню биосистем [6]:

$$S \equiv \langle GO, CE, MP, EV, FC, RP \rangle, \quad (1.8)$$

где GO – генетическое (родовое) начало; CE – условия существования; MP – обменные явления; EV – развитие; FC – функционирование; RP – репродукция (воспроизведение).

Определения 1.2–1.4 были даны для случая системы «черный ящик». Далее будут рассмотрены и использованы варианты определения системы с учетом связей между ее элементами.

Определение 1.7 [7]–[8]. Система есть совокупность объектов (элементов) v_i и связей (отношений) r_j между ними:

$$S \equiv \langle V, R \rangle, \quad (1.9)$$

где $V = \{v_i\}$; $R = \{r_j\}$,
или

$$S \equiv \langle \{v_i\}, \{r_j\} \rangle, \quad (1.10)$$

где $v_i \in V$; $r_j \in R$.

Определение 1.8 [8]–[10]. С учетом свойств (атрибутов) p_i объектов («вещей») v_i система есть совокупность

$$S \equiv \langle V, R, P \rangle, \quad (1.11)$$

где $V = \{v_i\}$; $R = \{r_j\}$; $P = \{p_i\}$.

Это определение двойственное: в одном из них свойства p_i характеризуют элементы v_i , а в другом – свойства p_j характеризуют отношения r_j [8]–[9]:

$$S \equiv \langle \{v_i(p_i)\}, \{r_j\} \rangle, \quad (1.12)$$

где $v_i \in V$; $p_i \in P$; $r_j \in R$

$$S \equiv \langle \{v_i\}, \{r_j(p_j)\} \rangle, \quad (1.13)$$

где $v_i \in V$; $r_j \in R$; $p_j \in P$

Определение 1.9 для нейрокибернетических исследований [6]:

$$S \equiv \langle M, C, RC, SL, SO, BC, EM \rangle, \quad (1.14)$$

где M – модели; C – связи; RC – пересчет; SL – самообучение; SO – самоорганизация; BC – проводимость связей; EM – возбуждение моделей.

Определение 1.10 для теории автоматического управления [6]:

$$S \equiv \langle T, X, Y, Z, \Omega, OV, \eta, \varphi \rangle, \quad (1.15)$$

где T – время; X – входы; Y – выходы; Z – состояния; Ω – класс операторов на выходе; OV – значения операторов на выходе; η – функциональная связь в уравнении $y(t_2) = \eta(x(t_1), z(t_1), t_2)$; φ – функциональная связь в уравнении $z(t_2) = \varphi(x(t_1), z(t_1), t_2)$.

Определение 1.11 [8], [11]–[12]. Система с целью есть

$$S \equiv \langle V, R, G \rangle, \quad (1.16)$$

где $V = \{v_i\}$; $R = \{r_j\}$; G – цель, совокупность или структура целей.

Примечание. Вариант определения системы с целью для системы «черный ящик» [11]–[12]:

$$S \equiv \langle X, Y, G \rangle, \quad (1.17)$$

где X – входной объект; Y – выходной объект; G – внутренний объект (цель).

Определение 1.12. Система с целью с учетом среды и времени есть «конечное множество функциональных элементов и отношений между ними, выделенное из среды в соответствии с определенной целью в рамках определенного временного интервала» [8], [13]:

$$S \equiv \langle V, R, G, E, \Delta t \rangle, \quad (1.18)$$

где $V = \{v_i\}$; $R = \{r_j\}$; G – цель; E – среда; Δt – интервал времени.

При этом цель предполагается заданной.

Определение 1.13. Система с целью с учетом наблюдателя *OBS* [8], [14]:

$$S \equiv \langle V, R, G, OBS \rangle, \quad (1.19)$$

где $V = \{v_i\}$; $R = \{r_j\}$; G – цель; *OBS* – наблюдатель (лицо, исследующее или проектирующее систему [14]).

Определение 1.14. Система – «... есть отражение в сознании субъекта (исследователя, наблюдателя) свойств объектов и их отношений в решении задачи исследования, познания» [8], [15]:

$$S \equiv \langle V, R, P, G, OBS \rangle, \quad (1.20)$$

где $V = \{v_i\}$; $R = \{r_i\}$; $P = \{p_i\}$; G – цель; *OBS* – наблюдатель.

Определение 1.15. Система – «...отображение на языке наблюдателя объектов, отношений и их свойств в решении задачи исследования, познания» [8], [15]:

$$S \equiv \langle V, R, P, G, OBS, L \rangle, \quad (1.21)$$

где $V = \{v_i\}$; $R = \{r_i\}$; $P = \{p_i\}$; G – цель; *OBS* – наблюдатель; L – язык наблюдателя.

Определение 1.16 для организационных систем [6]:

$$S \equiv \langle G, RO, RI, EX, PR, DT, CTR, DR, EF \rangle, \quad (1.22)$$

где G – цели и планы; RO – внешние ресурсы; RI – внутренние ресурсы; EX – исполнители; PR – процесс; DT – помехи; CTR – контроль; DR – управление; EF – эффект.

Определения 1.11-1.15 соответствуют терминальному [4] или лингвистическому подходу [15] – подходу к исследованию и/или проектированию системы от элементов («снизу») [8].

1.4 Контрольные вопросы

1. Предмет теория систем.
2. Формальное определение системы «черный ящик».
3. Отличие временных систем от алгебраических.
4. Формальное определение функциональной системы.
5. Компоненты систем, рассматриваемых в автоматике.
6. Формальное определение, соответствующее уровню биосистем.
7. Формальное определение системы для нейрокибернетических исследований.
8. Формальное определение системы с целью с учетом наблюдателя.
9. Формальное определение организационных систем.

2 Теоретические основы информационных систем

2.1 Теоретико-множественный подход к определению ИС

Федеральным законом «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» [16] определены основные понятия, связанные с ИС:

«Информация – сведения (сообщения, данные) независимо от формы их представления. Информационные технологии – процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов. Информационная система – совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств».

В организации существует и участвует в различных процессах информация трех видов:

- 1) структурированная,
- 2) слабоструктурированная,
- 3) неструктурированная.

Она создается и используется разными пользователями. Персонал нижнего звена работает со структурированной информацией. Одной из целей деятельности работников среднего звена (специалистов) является обработка слабоструктурированной информации. Потребности ЛПР (руководителей) сосредоточены на неструктурированной информации.

При создании ИС, особенно для социально-экономических объектов, предпочтение рекомендуется отдавать аксиологическому подходу – от целей, потребностей («сверху»), т.е. системно-целевому подходу [8].

Определение 2.1 [8], [17]. Информационная система в контексте системно-целевого подхода есть:

$$IS \triangleq \langle G, ST, TH, CD, OBS \rangle, \quad (2.1)$$

где G – совокупность или структура целей; $ST = \{st_{np}, st_{org}, \dots st_{ит}, \dots\}$ – совокупность структур, реализующих цели (st_{np} – производственная, st_{org} – организационная, $st_{ит}$ – ИТ-структура т.п.); $TH = \{meth, means, alg, \dots\}$ – совокупность технологий ($meth$ – методы, $means$ – средства, alg – алгоритмы и т.п.), реализующих систему; $CD = \{\varphi_{ex}, \varphi_{in}\}$ – условия существования системы, т.е. факторы, влияющие на ее создание и функционирование: φ_{ex} – внешние, φ_{in} – внутренние; OBS – наблюдатели (специалисты и ЛПР).

Определение 2.2 [8], [18]. Информационная система в контексте процессного подхода, базирующегося на анализе бизнес-процессов:

$$IS \triangleq \langle G, V_{ex}, V_{in}, R, F, \Delta t, RG \rangle, \quad (2.2)$$

где G – цели; V_{ex} – внешние элементы; V_{in} – внутренние элементы; R – отношения, включая динамические взаимодействия; F – функции (процессы, операции); Δt – период существования системы; RG – закономерности, определяющие структуру системы и ее взаимодействие с внешней средой.

Определение 2.3 [8], [19]. Информационно-поисковая система:

$$IRS \triangleq \langle D, Q, R, D' \rangle, \quad (2.3)$$

где D – документы; Q – информационные запросы; R – отношения, $\exists R: (\forall qi \in Q \rightarrow D')$; D' – ответы на информационный запрос, $D' \in D$

Определение 2.4 [8], [20]. Информационно-поисковая система:

$$IRS \triangleq \langle LS, D, TM, OBS \rangle, \quad (2.4)$$

где LS – логико-семантический аппарат; D – снабженные поисковыми образами документы; TM – технические средства; OBS – наблюдатели (пользователи и обслуживающий персонал ИПС),

$$LS \triangleq \langle RL, IND, CSC \rangle, \quad (2.5)$$

где RL – информационно-поисковый язык; IND – правила индексирования; CSC – критерии смыслового соответствия.

Определение 2.5. Информационно-поисковая система (обобщенное определение) [8]:

$$IS \triangleq \langle G, ST, LS, TH, CD, E, \Delta t, OBS \rangle, \quad (2.6)$$

где G – цели (в АИС могут интерпретироваться как структура функциональной части АСУ, в документальных и документально-фактографических ИС – как потребности); ST – структуры информационных массивов (баз данных в фактографических системах; снабженных поисковыми образами документов в документальных ИПС; хранилищ информации разного рода); LS – логико-семантический аппарат (согласно формуле (2.5)); TH – технологии в широком смысле (TM – технические средства; $meth$ – методы сбора, хранения, обработки информации, включая алгоритмы alg , программные процедуры или ППП, информационные технологии ИТ и т.п.); CD – внешние φ_{ext} и внутренние φ_{int} условия, влияющие на создание и функционирование ИС; E – среда; Δt – интервал времени создания и функционирования («жизни») информационной системы, OBS – наблюдатели (проектировщики, пользователи и обслуживающий персонал ИПС).

Определение 2.6. Информационно-семантическая система [8], [17]:

$$ISS \triangleq \langle G, ST, tp_{iss}, CD, T \rangle, \quad (2.7)$$

где G – цель; ST – структура; $tp_{iss} \in TP$ – подмножество технологических процессов для данной ISS ; CD – условия; T – время.

$$tp_{iss} \triangleq \langle meth, means, SemSI \rangle, \quad (2.8)$$

где $meth$ – методы; $means$ – средства; $SemSI$ – семантическая переработка семантической информации.

Определение 2.7. Базовое определение онтологии [21]:

$$O \triangleq \langle C, R, F \rangle, \quad (2.9)$$

где C – концепты (термины, понятия, классы) ПрО, которую представляет онтология O ; R – отношения между понятиями заданной ПрО; F – функции интерпретации (аксиоматизация), заданные на концептах C и/или отношениях R онтологии O . В простейшем случае это определение сокращают до формы

$$O \equiv \langle C, R \rangle \quad (2.10)$$

Определение 2.8. Определение (2.9) может быть расширено [22]:

$$O \equiv \langle C, R, F, A, I, V, L \rangle, \quad (2.11)$$

где A – атрибуты понятий C ; I – экземпляры; V – конкретные значения у элементов A ; L – лексические метки (словарь онтологии).

Теоретико-множественный подход может быть применен для формализации описания не только информационной системы, но процессов, происходящих в ней. Рассмотрим базовое понятие ПИ – сценарий. Это описание действий, выполняемых пользователем эргатической системы в процессе диалога в рамках решения конкретной задачи на пути достижения его цели. Явное выделение сценариев позволяет контролировать допустимые последовательности состояний, локализовать изменения структуры диалога, упростить разработку и отладку диалоговых программ, обеспечивает независимое тестирование диалога. Цели разработки сценария:

- выявление и устранение возможных «тупиковых» ситуаций,
- выбор рациональных путей перехода из одного состояния в другое (из текущего в нужное),
- выявление неоднозначных ситуаций, требующих оказания дополнительной помощи пользователю.

Автоматическое ведение диалога в соответствии со сценарием диалога называется интерпретацией диалога.

Определение 2.9. Формальное определение сценария:

$$D \equiv \langle S, A, C, R, G, I, W \rangle, \quad (2.12)$$

где S – множество состояний; A – множество операций; $C = Q \cup F$ – множество условий: Q – множество входных сообщений (запросов); F – множество программных условий; R – множество выходных сообщений (реакций); G – структура (граф) диалога:

$$\begin{aligned} G: S \times C &\rightarrow S, \\ S &\rightarrow R; \end{aligned}$$

I – информационная модель диалога:

$$\begin{aligned} S \times C &\rightarrow R \\ S &\rightarrow A; \end{aligned}$$

W – операционная модель диалога: $S \times C \rightarrow A$.

2.2 Структура информационной системы

Представление информационной системы как черного ящика иллюстрирует рисунок 2.1, где X – входная информация, документы, данные других систем; Y – результаты операций, сообщения об ошибках, предупреждения, выходная информация, отчеты и пр.

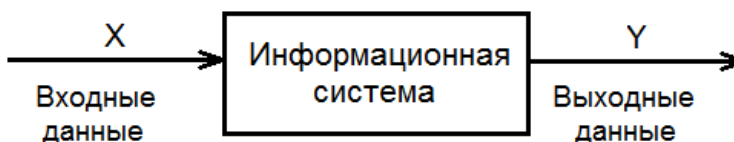


Рисунок 2.1 – ИС как «черный ящик»

Структуру ИС составляет совокупность отдельных ее частей (подсистем), выделенных по какому-либо признаку. Если общую структуру ИС рассматривать как совокупность подсистем независимо от сферы применения, то подсистемы называют обеспечивающими. Среди основных подсистем ИС выделяют информационное, техническое, математическое, программное, организационное и правовое обеспечение

Структура ИС после декомпозиции независимо от сферы применения приведена на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 – Структура ИС как совокупность обеспечивающих подсистем

Техническое обеспечение – это комплекс технических средств, предназначенных для работы ИС, и соответствующая документация на эти средства и технологические процессы. Комплекс технических средств составляют компьютеры любых моделей, устройства сбора, накопления, обработки, передачи и вывода информации, устройства передачи данных и линий связи, оргтехника и устройства автоматического съема информации, эксплуатационные материалы и др. Предварительный выбор технических

средств, организация их эксплуатации, технологический процесс обработки данных, технологическое оснащение оформляют в виде соответствующих документов. Документацию делят на три группы:

- 1) общесистемная, включающая государственные и отраслевые стандарты по техническому обеспечению,
- 2) специализированная, содержащая комплекс методик по всем этапам разработки технического обеспечения,
- 3) нормативно-справочная, используемая при выполнении расчетов по техническому обеспечению.

Существуют основные формы организации технического обеспечения: централизованная и частично или полностью децентрализованная. Централизованное техническое обеспечение базируется на использовании в информационной системе больших ЭВМ и центров обработки данных. Децентрализация технических средств предполагает реализацию функциональных подсистем на ПК непосредственно на рабочих местах.

Математическое и программное обеспечение – это совокупность математических методов, моделей, алгоритмов и программ для реализации целей и задач ИС, а также нормального функционирования комплекса технических средств. К средствам математического обеспечения относятся средства моделирования процессов управления; типовые задачи управления; методы математического программирования, математической статистики, теории массового обслуживания и др. В состав ПО входят общесистемные и специальные программные продукты, а также техническая документация. Общее ПО разделяют на системное и прикладное. Общесистемное ПО ориентировано на пользователей, предназначено для решения типовых задач обработки информации, служит для расширения функциональных возможностей компьютеров, контроля и управления процессом обработки данных. Специальное программное обеспечение делят на системное и профессиональное. Специальное ПО представляет собой совокупность программ, разработанных при создании конкретной ИС. В его состав входят ППП, реализующие разработанные модели разной степени адекватности, отражающие функционирование реального объекта. Техническая документация на разработку программных средств должна содержать описание задач, задание на алгоритмизацию, экономико-математическую модель задачи, контрольные примеры.

Организационное обеспечение – это совокупность методов и средств, регламентирующих взаимодействие работников с техническими средствами и между собой в процессе разработки и эксплуатации информационной системы; включает методические и руководящие материалы по различным стадиям разработки и внедрения ИС (предпроектное обследование, выбор автоматизируемых задач, их внедрение и пр.).

Правовое обеспечение – это совокупность правовых норм, определяющих создание, юридический статус и функционирование ИС, регламентирующих порядок получения, преобразования и использования информации. В состав

правового обеспечения входят законы, указы, постановления государственных органов власти, приказы, инструкции и другие нормативные документы министерств, ведомств, организаций, местных органов власти. В правовом обеспечении можно выделить общую часть, регулирующую функционирование любой информационной системы, и локальную часть, регулирующую функционирование конкретной системы. Правовое обеспечение этапов разработки информационной системы включает нормативные акты, связанные с договорными отношениями разработчика и заказчика и правовым регулированием отклонений от договора. Правовое обеспечение этапов функционирования информационной системы включает: статус информационной системы; права, обязанности и ответственность персонала; правовые положения отдельных видов процесса управления; порядок создания и использования информации и пр.

2.3 Функции информационной системы

Набор функций информационной системы включает пять «контуров» [23]:

- 1) C – связь (communication), регистрация, передача информации, перемещение ее в пространстве,
- 2) M – память (memory), хранение информации, перенос ее во времени t ,
- 3) K – расчет (от «калькулятор», «компьютер») обработка, получение новой информации,
- 4) R – рассуждение (reason), разум,
- 5) P – «политика».

Для создания простой информационной системы достаточно первых трех контуров (C , M , K).

Для реализации функции C и M разрабатывают соответствующие средства, для исследования процессов сбора и передачи C информации разрабатывают и применяют различные модели.

Для реализации функции K разрабатывают модели, алгоритмы и программы, ориентированные на решение конкретных задач.

В живых системах кроме обработки информации типа расчетов, необходимы рассуждения R . В более сложно организованных социальных системах также нужна еще и функция политики P , для реализации которой нужна соответствующая информация. Моделирование функций R и P является предметом исследования специальных методов и моделей, базирующихся на идеях искусственного интеллекта, извлечения знаний и др. научных направлений, ориентированных на формализацию исследования семантической информации.

2.4 Информационные процессы

Информационные процессы – это последовательности операций во времени при проектировании, производстве изделий; в экономике – бизнес-

процессы; в управлении – организационно-технологические процедуры подготовки и реализации управленческих решений по организации производства, обслуживания, торговли. ИПр связаны с регистрацией, хранением, передачей, обработкой, представлением, поиском, использованием информации [8].

С понятием «информационные процессы» связаны:

- компьютерная технология (ввод, хранение, обработка, поиск, представление),
- функционально-ориентированные и объектно-ориентированные CASE- и RAD-технологии,
- IDEF-технологии (компьютерная реализация методологии SADT) [3],
- процессы возникновения и распространения научно-технической информации (информационные потоки).

2.5 Контрольные вопросы

1. Неформальное определение понятия «информационная система».
2. Типы пользователей ИС.
3. Формальное определение информационной системы в контексте системно-целевого подхода.
4. Формальное определение информационной системы в контексте процессного подхода.
5. Обобщенное определение информационно-поисковой системы.
6. Базовое определение онтологии.
7. Расширенное определение онтологии.
8. Общая структура ИС независимо от сферы применения.
9. Основные обеспечивающие подсистемы ИС.
10. Отличия между основными формами организации технического обеспечения ИС.
11. Средства математического обеспечения ИС.
12. Состав программного обеспечения ИС.
13. Понятие организационного обеспечения ИС.
14. Части правового обеспечения ИС.
15. Набор функций информационной системы.
16. Связь между информационными процессами и информацией.

3 Классификация ИС как элемент их анализа

Информационные системы создаются для автоматизации процессов в различных системах. Приступая к разработке ИС, необходимо классифицировать класс системы, подлежащей автоматизации и цифровизации. Далее необходимо определить класс самой информационной системы.

3.1 Классификация систем

В основе используемых классификаций систем лежат те или иные признаки, характерные для основных компонентов, определяющих систему, описанных в п. 1.3. Классификация систем может быть многомерной, т.е. проведена более чем по одной характеристике. Обычно классификация проводится [5] по предметному признаку и категориальному признаку.

При классификации по предметному признаку выделяют основные типы существующих систем по природе входящих в них элементов.

При классификации по категориальному признаку выделяются общие характерные признаки, присущие любым системам независимо от их материального воплощения. Эта классификация используется чаще, так как системные исследования ведутся с целью выявления категориальных свойств системы [5].

3.1.1 Классификация систем по признакам, которые не отражают специфические особенности их математических моделей.

По форме существования все системы делятся на физические и абстрактные (формируются людьми для отражения тех или иных явлений; например, математические модели реальных физических систем) [5].

По способу создания различают системы искусственного происхождения (орудия, механизмы, машины, автоматы, роботы), естественного происхождения (живые, неживые, экологические, социальные) и смешанного происхождения (эргономические, биотехнические, организационные, автоматизированные) [12].

По природе входящих в системы элементов выделяют технические, биологические, социальные, экономические, энергетические и т.п. Некоторые системы при этом являются системами комбинированного типа (робототехническая система, транспортное средство) [5].

По целевой ориентации выделяют системы целенаправленного типа и системы без явно выраженной цели [5].

По целевому назначению системы можно разделить на предназначенные для достижения одной, двух, трех и большого числа целей [5].

По характеру своего развития системы можно делить на элементарно- и функционально стабильные и развивающиеся. Развивающиеся системы пополняют свой состав элементами, поступающими из внешней среды, и создаваемыми самой системой. Также они могут расширять свои функциональные возможности [5].

По характеру взаимосвязи с внешней средой выделяют системы открытые (неавтономные) и закрытые (автономные). Открытые системы взаимодействуют с внешней средой, обмениваются с ней веществом, энергией и/или информацией. У закрытых систем подобные взаимодействия отсутствуют; таких систем в природе фактически не существует [5].

По приспособляемости к условиям существования системы делятся на не приспособляющиеся (не адаптивные) и приспособляющиеся (адаптивные) [5].

По количественному признаку все компоненты систем могут рассматриваться как монокомпоненты (один элемент, одно свойство, одно отношение) и поликомпоненты (много элементов, много свойств и/или отношений). Соответственно, системы классифицируют как системы с монокомпонентами и системы с поликомпонентами [5].

По структуре связей между элементами различают системы со связями последовательными, параллельными, кольцевыми, веерными; с обратными связями и иерархической структурой, а также с комбинированными связями [5].

По положению относительно внешней среды системы делят на неподвижные и подвижные (транспортные средства, манипуляционные и транспортные роботы) [5].

По степени сосредоточенности в пространстве различают системы сосредоточенные и распределенные (вычислительные сети, гидрометеослужба страны, нефте- и газопроводы, телефонные и теплоснабжающие сети городов, системы электроснабжения регионов) [5].

Пример 3.1: система электровоз. Ее классификация: система физическая, искусственная, техническая, целенаправленная, функционально-стабильная, открытая, неприспособляющаяся, с поликомпонентами, с комбинированными связями, сосредоточенная, подвижная (в момент движения электровоза).

3.1.2 Классификация систем по признакам, которые непосредственно отражаются на типах используемых для них математических моделей [5].

По описанию переменных системы делят на системы с качественными переменными (содержательное, формализованное или смешанное описание), с количественными переменными (дискретные, непрерывные, смешанные) и с смешанным описанием переменных. Системы с непрерывными переменными, в свою очередь, подразделяют на детерминированные, стохастические, размытые и смешанные [12].

По типу переменных, используемых для описания состояний, свойств, характеристик системы и протекающих в них процессов, системы и их элементы делят на системы и элементы с вещественными, целыми и комплексными и/или логическими переменными, а также комбинированными из вышеуказанных. Логические переменные могут быть булевыми переменными или переменными многозначной логики [5].

По типу функции S , определенной в (1.4), системы делят на «черный ящик» (S не известна), непараметризованный класс (S известна частично), параметризованный класс (S известна до параметров), «белый ящик» (S известна

полностью). Системы параметризованного класса делят на инерционные (с памятью) и безынерционные (без памяти). Безынерционные системы, в свою очередь, подразделяют на системы замкнутые (с обратной связью) и разомкнутые (без обратной связи). Среди разомкнутых систем различают линейные, нелинейные и квазилинейные [12]. Безынерционные и инерционные системы могут находиться как в статических, так и в динамических режимах [5].

По способу управления системы делят на управляемые извне (без обратной связи, регулирование, управление по параметрам, управление по структуре), самоуправляемые (программное управление, автоматическое регулирование, параметрическая адаптация, самоорганизация) и с комбинированным управлением (автоматические, полуавтоматические, автоматизированные, организационные) [12].

3.1.3 Классификация систем на простые, сложные, сверхсложные, большие.

Классификационные признаки и классы систем, рассмотренные в п. 3.1.1–3.1.2, являются общепризнанными [5]. При делении систем на простые, сложные, сверхсложные, большие и т.п. применяют несколько различных классификаций.

Деление систем по числу входящих в них элементов: малая (10...1000 элементов в системе), сложная ($10^3 \dots 10^7$), ультрасложная ($10^7 \dots 10^{30}$) и суперсложная ($10^{30} \dots 10^{200}$) [24].

Согласно [25], систему следует считать сложной лишь тогда, когда ее поведение можно описать не менее чем на двух математических языках (свойства системы должны характеризоваться разными математическими моделями [5]).

Кроме одномерных классификаций по признаку сложности системы существуют и двумерные.

Классификация [12] приводит к делению систем по сложности как представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Классификация систем по степени ресурсной обеспеченности управления

Ресурсы	Обеспеченность	
	Полная	Недостаточная
Энергетические	Обычные	Энергокритичные
Материальные	Малые	Большие
Информационные	Простые	Сложные

Согласно [26], в классификации участвует по первому измерению характеристика детерминированные / вероятностные системы; по второму – характеристика сложности: простые (состоящие из небольшого числа элементов) / сложные (достаточно разветвленные, но поддающиеся описанию) / очень сложные (не поддающиеся описанию).

Таким образом, систему можно определить как сложную, если для нее характерны [5]:

- многомерность (большие размерность, число элементов, объемы информации в ней и т.п.),
- многообразие элементов (различных по назначению и физической природе),
- многообразие структуры связей между элементами,
- многокритериальность (наличие нескольких, часто противоречивых, критериев, которым должна удовлетворять система),
- многократные изменения состава и/или структуры системы в процессе функционирования.

3.2 Классификация информационных систем

Единой классификации информационных систем не существует. Это связано с тем, что долгое время различные направления ИС развивались относительно независимо, поэтому и классификации в каждом из направлений предлагались также независимые [8].

3.2.1 Наиболее общим подходом к классификации ИС можно считать доменный подход к описанию ИТ-архитектур. Доменная архитектура – это эталонная модель, которая описывает множество систем, реализующих похожую структуру, функциональность и поведение [27]. Схемы классификации, основанные на этом подходе, выделяют два типа доменов [27]: домен задач (Problem domains) и домен решений (Solution domains).

3.2.2 Деление на классы в домене задач выполняют по признакам [27] степень автоматизации, масштабность применения, характер решаемых задач, тип домена и предметная область.

По признаку степень автоматизации ИС делят на автоматические (выполняют все операции по переработке информации без участия человека) и автоматизированные (предполагают участие в процессе обработки информации человека и технических средств; главная роль отводится компьютеру).

По признаку масштабность применения различают ИС персональные [27] (одиночные [28]), для использования группой пользователей [27] (групповые [28]), корпоративные [27]–[28] и глобальные [27]. Одиночные ИС предназначены для использования одним человеком; групповые – для коллективного использования членами рабочей группы. Корпоративные ИС охватывают информационные процессы отдельной организации, глобальные – ИПР многих организаций.

По признаку характер решаемых задач используется деление ИС на ориентированные на решение крупномасштабных задач вычислительного характера [27], информационно-справочные [27]–[28], поддержки принятия решений [8], [27]–[28], коммуникационные [27] и ориентированные на предоставление услуг [27]. Информационно-справочные системы основаны на гипертекстовых документах и мультимедиа; наибольшее развитие получили в Интернете [28]. СППР предназначены для решения в режиме диалога плохо

структурированных задач; обеспечивают значительное участие в работе системы человека (модификация входных данных, процедур обработки, целей и ограничений задачи, выбор стратегии оценки вариантов решений); включают СУБД и базу моделей с системой управления этой базой, а также систему управления диалогом; используются на уровне стратегического планирования, оперативного и управленческого контроля [8]. Системы, ориентированные на предоставление услуг, обеспечивают сервисы доступа в Интернет, хранения данных, доступа к вычислительным ресурсам, доступа к данным и т.п. [27].

По признаку тип домена ИС разделяют на информационно-управляющие, управляющие, мониторинга и управления ресурсами, управления производством и управления доступом [27].

ИУС собирают данные из нескольких источников, анализируют информацию и сообщают данные, чтобы помочь ЛПР в принятии управленческих решений.

К классу УС относят различные типы систем управления и связанных с ними приборов, которые включают устройства, системы, сети и элементы управления, используемые для управления и/или автоматизации (например, производственных процессов в случае ICS). PCS функционируют как части оборудования вдоль производственной линии, которые проверяют процесс различными способами и возвращают данные для мониторинга и устранения неполадок.

СМУР предназначены для целей контроля за деятельностью фирмы, обеспечивая высшие звенья управления важной укрупненной информацией; не предназначены для помощи в принятии решений, но полезны для выявления оперативных проблем, а также при анализе разного рода управленческих ситуаций за счет обеспечения текущей и ретроспективной информации [8]. К этому классу относятся банковские системы; системы управления документооборотом; системы управления транспортными потоками; системы управления глобальными сетями [27].

Производственные системы (Manufacturing Systems) состоят из продуктов, оборудования, людей, информации, функций управления и поддержки для экономического и конкурентного развития, производства, поставки и полного жизненного цикла продуктов для удовлетворения потребностей рынка и общества. Система управления производством как ИС имеет соответствующие функции, методы и процессы управления, обеспечивающие реализацию производственными подразделениями поставленных целей (функций управления). Рисунок 3.1 иллюстрирует, что в такой ИС выделяют объект управления, субъект управления (управляющая подсистема), контур управления и др. Обратная связь – это информация об управляемом процессе, в том числе о результатах управления. Объект управления может выступать в двух формах: производственное предприятие (совокупность его производственных фондов), либо непосредственно производственный процесс.

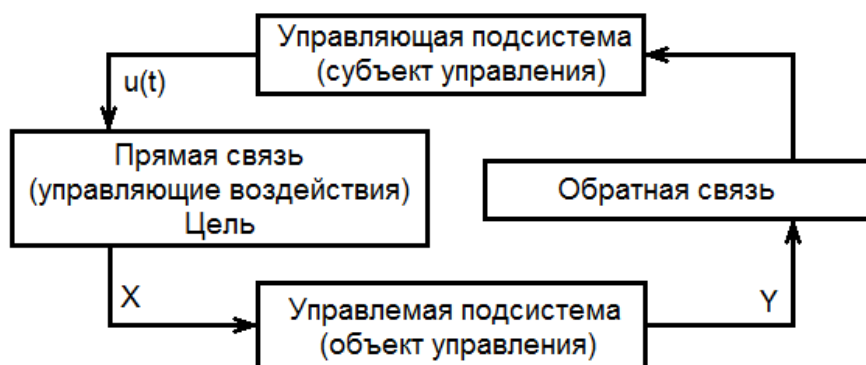


Рисунок 3.1 – Система управления

На СУД возлагается решение задач, связанных с обеспечением доступа субъектов к объектам и ресурсам с использованием четко определенных политик и процедур (например, системы безопасности, банкоматы, торговые автоматы) [27]. Существует два направления контроля и управления доступом в ИС: физическое и логическое. В СУД физическое управление доступом применяется к техническим и аппаратным средствам ИС, а также к информации, представленной в печатной, визуальной и аудиоформе, логическое – к программным средствам и информации, представленной в электронной форме. Логическое управление – это основной механизм многопользовательских систем, призванный обеспечить конфиденциальность и целостность объектов и, в некоторой степени, их доступность (путем запрещения обслуживания неавторизованных пользователей). Оно реализуется программными средствами.

ИС, классифицированные по признаку тип домена, различаются также и по предъявляемым к ним требованиям [27], [29]

По принадлежности к предметной области ИС ориентируются на использование в рамках конкретной ПрО: телекоммуникационные, торговые, медицинские, обучающие, управления организацией, встроенные и т.д.

3.2.3 Деление на классы в домене решений выполняют по двум признакам: техническая архитектура и программная архитектура. По признаку техническая архитектура ИС разделяют на системы, реализованные на одном хосте; системы, реализованные на нескольких хостах и системы, реализованные в идее виртуального сетевого ресурса. По признаку программная архитектура ИС разделяют дальше с учетом характеристик подход к реализации и архитектурный стиль [27].

Программная архитектура может быть реализована на основе двух подходов [27]: монолитное и многомодульное приложения. Многомодульные приложения далее разделяют на подклассы по способам реализации модулей и интеграции модулей в систему. Согласно подходам к реализации модулей выделяют системы с *представлением модуля как объекта*; *представлением модуля как компонента*; *реализацией модуля в виде Web-службы*; *реализацией модуля в виде grid-службы* и реализацией модуля в виде облачного сервиса

[27]. Подходами к интеграции модулей являются сокеты; вызов удаленных процедур; очереди сообщений; бизнес-процессы; межагентные коммуникации; разделяемые БД и разделяемые файлы [27].

В классификации архитектурных стилей выделяют пять групп [27]: потоки данных; вызов с возвратом; независимые компоненты; централизованные данные и виртуальные машины.

Системы, работающие по принципу потоков данных, разделяют на системы типа конвейеры и фильтры и системы пакетно-последовательной обработки [27].

К системам, работающим по принципу вызова с возвратом, принадлежат системы типа программа-сопрограмма; объектно-ориентированные системы; клиент-серверные системы и иерархические многоуровневые системы [27]. Разновидностью стиля программа-сопрограмма является ИС типа ведущий-ведомый [27]: сопрограммы (ведомые) работают под управлением основной программы (ведущий), все они работают одновременно, например, в многопроцессорных системах или сети с произвольной топологией. Клиент-серверные системы также рассматриваются как разновидность стиля программа-сопрограмма, при котором клиент и сервер могут работать на разных хостах или на одном хосте. Среди клиент-серверных систем различают два типа: с тонким и толстым клиентом (имеет код для реализации бизнес-логики) [27]. Клиент-серверные системы также классифицируют по модели, согласно которой клиент обращается к услугам сервера [28]: двухуровневая (сервер, ответственный за управление данными, клиент реализует логику приложения и логику представления), трехуровневая (на нижнем уровне клиент реализует логику представления; на среднем сервер приложений выполняет логику приложения; на верхнем уровне специализированный сервер управляет данными) и четырёхуровневая архитектура (с уровнями контроллер домена, Web-сервер, сервер приложений и сервер БД) Процессы в трех- и четырехуровневой моделях более устойчивые, так как работают независимо от клиентов и серверов [27].

Системы, работающие по принципу независимых компонентов, подразделяются на системы взаимодействующих процессов и системы, управляемые событиями [27].

Среди систем, использующих централизованные данные, выделяют системы, основанные на использовании централизованной БД и системы, использующие принцип классной доски [27].

К системам, работающим по принципу виртуальной машины, относятся интерпретаторы и системы, основанные на правилах [27].

3.2.4 По признаку структурированности задач ИС делят на системы, решающие структурированные (формализуемые) задачи, (известны все элементы ИС и связи между ними; удастся выразить ее содержание в форме математической модели, имеющей точный алгоритм решения), неструктурированные (неформализуемые) задачи (задачи, в которых невозможно выделить элементы и установить между ними связи; решение

задач из-за невозможности создания математического описания и разработки алгоритма связано с большими трудностями) и частично структурированные задачи (известна часть элементов и связей между ними). Последние с учетом типологии пользователей (п. 2.1) подразделяются на два вида: ИС, создающие отчеты и ориентированные главным образом на обработку данных (поиск, сортировку, агрегирование, фильтрацию), и ИС, разрабатывающие альтернативы решений (основанные на различных моделях для выработки и оценки альтернатив решения).

3.2.5 По характеру представления и логической организации хранимой информации ИС делят на фактографические, документальные, документально-фактографические и геоинформационные [8].

Фактографические ИС накапливают и хранят данные в виде множества экземпляров одного или нескольких типов структурных элементов (информационных объектов), которые отражают сведения по какому-либо факту, событию и пр., отделенному от других сведений. К фактографическим ИС относятся два подкласса: системы обработки данных (работают в автоматическом режиме; предназначены для решения хорошо структурированных задач, по которым имеются входные данные, известны алгоритмы решения задач) [8] и АИС и АСУ. АИС как класс были определены в п. 3.2.2 при рассмотрении признака степень автоматизации. АСУ обладают особенностями, присущими открытым системам с активными элементами: неоднозначность использования понятий «цели – средства», «система – подсистема»; трудность прогнозирования или непредсказуемость поведения системы при внесении в нее изменений. Для обеспечения адаптивности системы предусматривают соответствующие средства, обеспечивающие целеобразование, способность вырабатывать варианты поведения, изменять структуру системы управления [5].

В документальных ИС единичным элементом информации является документ и информация на входе (входной документ). При создании информационной базы таких ИС процесс структуризации не производится или производится в ограниченном виде. Документальные ИС делятся на подклассы: информационно-поисковые, информационно-логические и информационно-семантические системы. ИПС производят ввод, систематизацию, хранение, выдачу информации по запросу пользователя без сложных преобразований данных.

В геоинформационных ИС данные организованы в виде отдельных информационных объектов, привязанных к общей электронной топографической основе (электронной карте).

3.2.6 Классификация информационных систем по уровням управления: оперативного уровня (бухгалтерская, банковских депозитов, обработки заказов, регистрации билетов, выплаты зарплаты), ИС специалистов (офисная автоматизация, обработка знаний, включая экспертные системы), тактического уровня для среднего звена (мониторинг, администрирование, контроль, принятие решений) и стратегические (формулирование целей, стратегическое планирование).

3.2.7 Классификация информационных систем по функциональному признаку пересекается с рассмотренными выше классификациями, так как функциональный признак определяет назначение подсистемы, а также ее основные цели, задачи и функции. По этому признаку ИС делят на автоматизированные системы, СППР, информационно-вычислительные системы, информационно-справочные системы и системы обучения.

К АС относят производственные системы; административные системы; финансовые и учетные системы; системы маркетинга, системы научных исследований и пр. СППР согласно этой классификации разделяют на системы руководителя, должностного лица органов управления, оперативного дежурного и оператора. ИВС делят на информационно-расчетные, автоматизации проектирования, моделирующие и проблемно-ориентированные. Среди ИСС выделяют системы делопроизводства, автоматизированные архивы, системы ведения электронных карт местности, справочные картотеки. В классе систем обучения различают системы программного обучения, системы обеспечения деловых игр, тренажеры и тренажерные комплексы и системы управления образованием.

3.2.8 Классификация ИС по уровню и составу моделей выполняется на основе классической четырехуровневой иерархии моделей [30]: традиционные информационные системы; традиционные CASE-технологии; информационные системы, управляемые метаданными; системы на базе технологии DSM с генерацией кода и системы на базе технологии DSM с интерпретацией метаданных.

3.2.9 Классификация интеллектуальных информационных систем

Система с интеллектуальной поддержкой – это система, способная самостоятельно принимать решения. Интеллектуальная система – это ИВС с интеллектуальной поддержкой при решении задач без участия ЛПР. Интеллектуализированная система – это ИВС с интеллектуальной поддержкой при решении задач с участием ЛПР.

ИнС разбивают на классы общего назначения и специализированные. ИнС общего назначения не только исполняют предписанные процедуры, но на основе метапроцедур поиска генерируют и исполняют процедуры решения новых задач. Технология использования этих систем называется технологией СОЗ, или технологий инженерии знаний. Специализированные ИнС выполняют решение фиксированного набора задач, predeterminedного при проектировании системы (например, прикладные ЭС или интеллектуальные диалоговые системы).

В СОЗ используются знания четырех видов [31]: понятийные, конструктивные, процедурные и фактографические. В программировании их примерами являются соответственно: знание о структуре выражений, операторов, данных и описаний ЯП или совокупности ЯП; об устройстве конкретных программ, о типичных алгоритмах; методы, алгоритмы и программы решения различных задач, с которыми человек уже сталкивался раньше и научился их решать; количественные и качественные характеристики конкретных объектов, явлений и их элементов – таблицы, справочники, БД и др.

Классификация СОЗ предложена в работе [31], раздел 3. по степени использования различных видов знаний, по форме представления знаний, по виду решения задачи, по степени универсальности.

ИнС подразделяют на решающие задачи анализа (интерпретация данных, диагностика) и решающие задачи синтеза (проектирование и планирование). Задачи обучения, мониторинга и управления относят к комбинированным задачам.

По признаку предметная область различают ИнС в геологии, медицине, химии, транспорте и т.д.

По моделям представления знаний ИнС разделяют на системы продукционные, фреймовые, логические и т.д.

По типу логического вывода ИнС делят на системы прямого и обратного вывода.

По стадиям существования ИнС разбивают на классы прототип, промышленная система и коммерческая система.

По степени сложности ИнС подразделяют на поверхностные (использующие знания в виде правил «условие – действие») и глубинные (использующие более сложные модели знаний).

По степени интеграции с другими программными системами различают ИнС традиционные (автономные) и интегрированные (с САПР, с СУБД, с графическим ППП и т.п.).

По типу предметной области ИнС подразделяют на статические (исходная информация не меняется в процессе решения задачи или задача не изменяет исходные данные при ее решении) и динамические.

По сложности ИнС делят на простые и сложные. Простые ИнС – это поверхностные традиционные ИнС, которые выполняются на ПЭВМ, имеют коммерческую стоимость 100–25000 долл, стоимость разработки 50000–500000 долл, время разработки 3–12 мес., количество правил 200–1000. Сложными ИнС являются глубинные интегрированные ИнС, которые выполняются на символьных или мощных универсальных ЭВМ, имеют стоимость разработки 5–15 млн долл, время разработки 1–5 лет, количество правил 1500–10000.

Классификация ИнС по типам решаемых задач приведена в таблице 3.2.

Перечисленные выше классификации ИнС рассмотрены в работе [32], раздел 1.

Существует другой подход к классификации ИнС, согласно которому выделяют три класса: системы с интеллектуальным интерфейсом, экспертные системы и самообучающиеся системы, подклассы которых представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.2 – Классификация ИнС по типам решаемых задач

Обработка данных на основе знаний	Формирование данных на основе знаний	Обработка и формирование данных и знаний	Обработка и формирование знаний на основе метазнаний
1) интерпретирующие 2) диагностические 3) ремонтные 4) отладочные 5) мониторинговые	1) прогнозирования 2) планирования 3) проектирования	1) обучающие 2) управления	1) инструментальные, 2) оболочки (пустые)

Таблица 3.3 – Классификация ИнС

Интеллектуальные информационные системы		
Системы с интеллектуальным интерфейсом	Экспертные системы	Самообучающиеся системы
1) интеллектуальные БД 2) системы с ЕЯ интерфейсом (ЕЯ системы) 3) гипертекстовые системы 4) контекстные системы помощи 5) системы с когнитивной графикой	1) классифицирующие системы 2) доопределяющие системы 3) трансформирующие системы 4) многоагентные системы	1) индуктивные системы 2) нейронные сети 3) системы на прецедентах 4) информационные хранилища

3.2.10 Классификация экспертных систем.

Как базовую классификацию ЭС часто применяют классификацию ИнС, рассмотренную в п. 3.2.9.

Для классификации экспертных систем по степени сложности решаемых задач применяют несколько признаков: способ формирования решения, способ учета времени, вид используемых данных и знаний и число используемых источников знаний.

По способу формирования решения ЭС разделяют на аналитические и синтетические. Аналитические ЭС предполагают выбор решения из множества известных альтернатив, а синтетические – генерацию решений (формирование объекта).

По способу учета временного признака различают статические экспертные системы и динамические экспертные системы. Статические ЭС решают задачи при неизменяемых в процессе решения знаниях, динамические допускают такие изменения. Статические системы допускают монотонное решение задачи от ввода исходных данных до конечного результата, динамические предусматривают возможность пересмотра в процессе решения полученных ранее результатов.

По видам используемых данных и знаний ЭС подразделяются на системы с детерминированными (четко определенными) знаниями и неопределенными

знаниями. Под неопределенностью знаний понимается их неполнота или отсутствие, двусмысленность, нечеткость.

По числу используемых источников знаний ЭС делят на системы с использованием одного источника и использованием множества, которые могут быть альтернативными и дополняющими друг друга.

Также для классификации ЭС используют характеристики: назначение, проблемная область, глубина анализа проблемной области, тип используемых методов и знаний, класс системы, стадия существования и инструментальные средства [32].

Согласно [21] классификацию экспертных систем выполняют по признакам задача (типология), связь с реальным временем, тип ЭВМ и степень интеграции.

3.2.11 Классификация онтологий

Любую онтологию можно охарактеризовать по признаку сложности простая и сложная, подразумевая, что дополнительная сложность дает в качестве преимущества дополнительные существенные подробности [33].

Онтологии делят на легковесные и тяжеловесные, условно подразумевая, что тяжеловесные – это те, которые приспособлены для описания ПрО практически любой сложности. Тяжеловесные онтологии обычно используются для последующего кодирования технологических систем, т.е. они содержат, хотя бы частично, логику принятия решений в предметной области [22].

По назначению онтологии подразделяют на [22] онтологии верхнего уровня (содержат описания общих понятий, которые не связаны с конкретными ПрО, т.е. применимы к любой из них – время, пространство, событие, действие и т.д.), онтологии предметных областей (описывают терминологию в различных ПрО), онтологии задач (описывают конкретные процессы, характерные для различных предметных областей – банковская транзакция, диагностика и т.д.), онтологии приложения (объединяют в себе онтологию задач и онтологию предметной области для того, чтобы специализировать понятия из них для конкретного применения).

Классификация онтологий по выразительности [22]. Выразительность онтологии определяется степенью детальности описания вводимых в онтологию понятий. Чем больше ограничений на использование и больше отношений с другими понятиями содержит описание понятия, тем оно более детально. Онтологии классифицируют по выразительности в порядке её возрастания: таксономия, тезаурус, сеть понятий и полная онтология. Таксономия – это множество понятий с заданными между ними отношением «предок—потомок», которое упорядочивает понятия в иерархию (таксономию). Тезаурус – это расширение таксономии добавлением дополнительно отношения с другими понятиями для увеличения выразительности онтологии. Набор вводимых отношений зависит от решаемой задачи и ПрО. (например, для обработки ЕЯ потребуются отношения синонимии, антонимии и т.п.). В онтологии типа сеть понятий перечень возможных отношений не регламентирован, можно вводить сколько угодно отношений, для этих отношений не регламентируется

ни область определения (возможные субъекты отношений), ни область значений (возможные объекты отношений). В полной онтологии для каждого понятия дано определение в терминах других понятий; для каждого отношения задана область определения и область значения и дополнительно могут быть заданы правила использования отношения. Следует учитывать, что классы выразительности онтологий не отражают форму или способ записи онтологии, они указывают только на то, что содержится в онтологии.

Классификация онтологий по формальности [22]. Степень формальности онтологии отражает то, как это содержание онтологии записывается. Делят онтологии по критерию формальности на четыре класса по её возрастанию:

- 1) неформальные онтологии, выраженные на ЕЯ,
- 2) полуформальные онтологии на упрощенном ЕЯ (описываются на языке с ограниченными структурой и словарем для уменьшения многозначности определений в ЕЯ),
- 3) полуформальные онтологии на искусственном языке (описываются на формально определенном языке, поэтому онтология может использоваться в работе программных систем),
- 4) формальные онтологии (описываются на формальном языке с явно определенным синтаксисом и семантикой, обладающим свойствами непротиворечивости и полноты; такие логические языки, как логика предикатов первого порядка и ее подмножества используются в качестве формальных способов записи онтологий).

Перечень приведенных в этом разделе классификаций ИС не является исчерпывающим. За рамками рассмотрения остались системы, основанные на представлении информации другими медиа – графика, видео, звук и т.д. В зависимости от предмета ВКР необходимо будет ознакомиться с соответствующей классификацией таких ИС.

3.3 Контрольные вопросы

1. Отличия между классификацией систем по предметному и категориальному признаку.
2. Признаки, которые не отражают специфические особенности математических моделей систем при их классификации.
3. Отличие между открытыми и закрытыми системами.
4. Выполните многомерную классификацию системы *мобильный телефон* по признакам, которые не отражают специфические особенности их математических моделей.
5. Выполните многомерную классификацию системы *Интернет* по признакам, которые не отражают специфические особенности их математических моделей.
6. Выполните многомерную классификацию системы, представленной на рисунке 3.1.
7. Выполните классификацию системы *процессор Intel[®] Core[™] i7-4790* по сложности.

8. Выполните полную классификацию системы *социальная сеть ВКонтакте*.
9. Понятие «доменная архитектура».
10. Признаки деления ИС на классы в домене задач.
11. Отличия между информационно-управляющими системами и системами управления производством.
12. Назначение СУД.
13. Признаки деления ИС на классы в домене решений.
14. Классификация ИС по архитектурному стилю.
15. Почему клиент-серверные ИС рассматривают как разновидность стиля программа-сопрограмма?
16. Отличия между типами клиент-серверных систем.
17. Классификация ИС по структурированности задач.
18. Классификация ИС по характеру представления и логической организации хранимой информации.
19. Классификация ИС по уровню и составу моделей.
20. Виды знаний, используемых в СОЗ.
21. Признаки классификации интеллектуальных информационных систем.
22. Признаки классификации экспертных систем.

4 Требования к информационной системе

4.1 Понятие «требование к системе»

Требование – это [29]:

- а) условия или возможности, необходимые пользователю для решения проблем или достижения целей,
- б) условия или возможности, которыми должна обладать система или системные компоненты, чтобы выполнить контракт или удовлетворять стандартам, спецификациям или другим формальным документам,
- в) документированное представление условий или возможностей для а) и б).

4.2 Классификация требований

4.2.1 Требования к продукту и процессу

Требования к продукту являются основополагающим классом требований. Формулировка заказчика лежит в основе требования. Цель заказчика – получить конечный продукт, удовлетворяющий этим требованиям.

Требования к проекту. Главный риск договора заказчика с разработчиком ИС – получить продукт с опозданием или ненадлежащего качества. Регламентируя процесс создания ПО и выполняя его аудит, заказчик снижает риски, хотя мероприятия по регламентации приводят к дополнительным накладным расходам. Поиск компромисса между степенью контроля рисков и величиной расходов приводит к формированию требований к проекту: регламент отчетов разработчика; совместные семинары по оценке промежуточных результатов; определение характеристики компетенций участников рабочей группы, исполняющих проект, их количество; указание методологии управления проектом.

4.2.2 Уровни требований

Выделяют три уровня требований. На верхнем представлены бизнес-требования (business requirements). Их формулируют топ-менеджеры или акционеры предприятия. Средний уровень образуют требования пользователей (user requirements). Они часто бывают плохо структурированными, дублирующимися, противоречивыми. Третий уровень – функциональные требования (functional requirements) – предназначен для формализации требований.

4.2.3 Системные требования и требования к программному обеспечению

Системные требования являются обобщающим понятием по отношению к требованиям к ПО (подмножеству системных требований, направленных исключительно на программные компоненты системы [34]). Под системными требованиями в узком смысле понимают требования, выдвигаемые прикладной программной системой (в том числе, информационной) к среде своего

функционирования (аппаратной, системной), например, тактовая частота процессора, объём памяти, требования к выбору операционной системы.

4.2.4 Функциональные и нефункциональные требования и характеристики продукта

Функциональные требования регламентируют функционирование или поведение системы (behavioral requirements). Они отвечают на вопрос «что должна делать система»: определяют перечень работ разработчика, устанавливают цели, задачи и сервисы, предоставляемые системой заказчику. Записываются требования в виде предписывающих правил: «Система должна позволять ...». Самым распространенным способом представления функциональных требований являются Use Case диаграммы [35].

Нефункциональные требования регламентируют внутренние и внешние условия или атрибуты функционирования системы. Среди нефункциональных требований выделяют группы внешних интерфейсов (External Interfaces), атрибутов качества (Quality Attributes) и ограничений (Constraints).

Среди внешних интерфейсов интерфейс пользователя (User Interface) является наиболее важным. Также выделяют интерфейсы с внешними устройствами (аппаратные интерфейсы), программные интерфейсы и интерфейсы передачи информации (коммуникационные интерфейсы).

Основными атрибутами качества являются применимость, надежность, производительность и эксплуатационная пригодность [30].

Ограничения [36] – это формулировки условий, модифицирующих требования или наборы требований, сужая выбор возможных решений по их реализации, например, выбор платформы реализации (протоколы, серверы приложений, баз данных), которые могут относиться к внешним интерфейсам.

4.2.5 Классификация требований RUP. В спецификациях RUP используется модель FURPS+, использующая характеристики: Functionality (Функциональность), Usability (Применимость), Reliability (Надёжность), Performance (Производительность), Supportability (Эксплуатационная пригодность), ограничения проекта, а также требования: выполнения, к интерфейсу, физические, указывающие на необходимость согласованности с некоторыми юридическими и нормативными актами, к лицензированию, к документированию [29].

4.3 Нормативные документы в области работы с требованиями

Стандарты и методологии, регламентирующие работу с требованиями:

- ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Автоматизированные системы. Стадии создания [37],
- ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Техническое задание на создание автоматизированной системы [38],
- ГОСТ 19.201-78. Единая система программной документации. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению [39],

- 1233–1988 IEEE Guide for Developing System Requirements Specifications [40],
- 830-1998 IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications [41],
- IEEE Std 610.12-1990. IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology [29],
- IEEE Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (1) – SWEBOK®, 2004 [42].

4.4 Техническое задание

Техническое задание является одним из основных документов, на основе которого выполняется создание информационных систем. Роль ТЗ следует учитывать в нескольких контекстах.

Техническое задание – это основной документ в проектной документации. Структура ТЗ регламентирует создание системы, в которую входят ПО, аппаратное обеспечение, люди, которые работают с ПО, и автоматизируемые процессы.

В техническом задании описывают все основные требования на разработку ПО. ТЗ может быть разработано в составе эскизного проекта (описание функций и структуры системы без учета технологий реализации), а в дальнейшем интегрироваться в технический проект (с более детальным описанием для учета технологий реализации).

Различают два вида технического задания по степени детализации: поверхностное (общеконцептуальное, предназначенное для инвесторов проекта) и «детальное» (ТЗ для программиста).

В некоторых случаях подготовки одного технического задания может быть достаточно для описания разрабатываемой системы.

При разработке технического задания необходимо учитывать класс ИС:

- ГОСТ 19.201 используется для небольших программ, создаваемых одним программистом,
- ГОСТ 34.602 используется для больших программ, создаваемых не одним программистом, но не подходит для распределенных ИС.

4.5 Контрольные вопросы

1. Признаки классификации требований.
2. Уровни требований.
3. Отличия между системными требованиями и требованиями к ПО.
4. Группы нефункциональных требований.
5. Модель FURPS+.
6. Какой стандарт необходимо использовать при составлении технического задания на ИС по тематике Вашей ВКР?

5 Постановка задачи

Постановка задачи является завершающей фазой формулировки требований к ИС. Работа [43] является примером формальной постановки задачи ИС интерактивной обработки поисковых запросов.

Постановка задачи выполняется на основе представления ИС как «черный ящик» согласно (1.3). Дополнениями являются ограничения, накладываемые на входные данные для обеспечения корректного функционирования ИС, и формализация S как преобразования X в Y . На рисунке 3.1 показаны составные части постановки задачи.

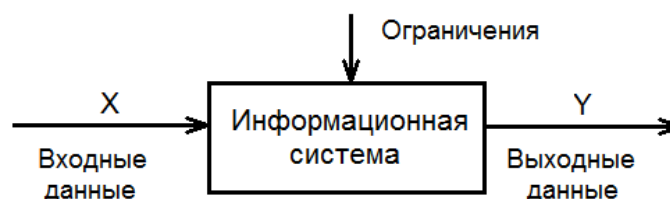


Рисунок 3.1 – Составные части постановки задачи

Шаблон постановки задачи содержит четыре раздела:

- 1) входные данные: описание элементов X ,
- 2) ограничения: ограничения для X ,
- 3) выходные данные: описание элементов Y ,
- 4) связь: математическое описание преобразования элементов X в элементы Y .

При записи постановки задачи для каждого элемента множеств X и Y требуется указать имя, тип данных, при необходимости структуру. Наличие комментариев к описанию входных и выходных данных является обязательным. Ограничения записываются с учетом типов данных элементов множеств X . В разделе «Связь» может быть использована алгебраическая или геометрическая нотация.

Далее рассматриваются примеры постановки задачи для ИС различных типов.

Пример 5.1: Постановка задачи для программы нахождения вещественных корней квадратного уравнения $ax^2+bx+c=0$.

1. Входные данные

a, b, c : вещественные /* коэффициенты уравнения */

2. Ограничения

$a \neq 0$

$b^2-4ac \geq 0$

3. Выходные данные

сообщ: строка /* сообщение об ошибке */

$x1, x2$: вещественные /* корни уравнения */

4. Связь

сообщ := $\begin{cases} \text{"уравнение не квадратное"}, & \text{при } a = 0 \\ \text{"нет вещественных корней"}, & \text{при } a \neq 0, b^2 - 4ac < 0 \end{cases}$
 $x1 := x2 := -b/(2 \times a)$, при $a \neq 0, b^2 - 4ac = 0$
 $x1 := (-b + \sqrt{b^2 - 4ac})/(2 \times a)$, при $a \neq 0, b^2 - 4ac > 0$
 $x2 := (-b - \sqrt{b^2 - 4ac})/(2 \times a)$, при $a \neq 0, b^2 - 4ac > 0$

Пример 5.2: ИС SVEditor (название условное) предназначена для разработки семантических фильтров систем научной визуализации. Семантический фильтр – это отображение множества типизированных параметров и множества типизированных настроечных параметров во множество выходных параметров этого фильтра. Семантическими они называются потому, что набор фильтров и их свойства управляются знаниями. Главной задачей ИС SVEditor является создание элементов множества диаграмм потока данных

$$D = \{d_0, d_1, \dots, d_n\}, d_i = \langle V, \Pi \rangle, d_0 = \langle \emptyset, \emptyset \rangle, n \in \mathbb{N},$$

где $V \subset (LUF)$;

$L = \langle C_L, R_L \rangle$ – онтология визуальных объектов;

$F = \langle C_F, R_F \rangle$ – онтология семантических фильтров;

$\Pi = \{\pi_1, \dots, \pi_n \mid \pi_i = \langle o_l, i_m \rangle, o_l \in O, i_m \in I\}, n \in \mathbb{N}$ - множество взаимосвязей между вершинами диаграммы.

Семантический фильтр – это отображение [44]:

$$\phi: \langle I, P \rangle \rightarrow O,$$

где $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}, n \in \mathbb{N}$ - множество типизированных входов;

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}, m \in \mathbb{N}$ - множество типизированных параметров;

$O = \{o_1, o_2, \dots, o_l\}, l \in \mathbb{N}$ - множество типизированных выходов.

Визуальный объект – это отображение:

$$\psi: I \rightarrow P.$$

Для проверки совместимости типов входов и выходов используется оператор совместимости типов c :

$$c: \langle I, O \rangle \rightarrow B,$$

где B – множество, состоящее из 0 и 1.

Постановка задачи для системы SVEditor.

1. Входные данные

$L = \langle C_L, R_L \rangle$ /* онтология визуальных объектов */

$LONT$: множество типа $\langle C_{LONT}, R_{LONT} \rangle$ /* множество онтологий визуальных объектов в формате ONT */

$F = \langle C_F, R_F \rangle$ /* онтология семантических фильтров */

$FONT$: множество типа $\langle C_{FONT}, R_{FONT} \rangle$ /* множество онтологий семантических фильтров в формате ONT */

n : целое /* количество действий пользователя */

$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ /* множество действий пользователя */

2. Ограничения

$L \in LONT$

$F \in FONT$

$\forall \pi \in \Pi \mid \pi = \langle o_l, i_m \rangle, c(o_l, i_m) = 1$

3. Результаты

$D = \{d_0, d_1, \dots, d_n\}$, /* диаграмма потока данных */,

где $d_i = \langle V, \Pi \rangle$, $d_0 = \langle \emptyset, \emptyset \rangle$, $n \in \mathbb{N}$, $V \subset (L \cup F)$

сообщ: строка /* сообщение об ошибке */

4. Связь

сообщ:= $\begin{cases} \text{"связь не возможна", при } \exists \pi_i = \langle o_l, i_m \rangle \mid c(o_l, i_m) = 0 \\ \text{"файл имеет несовместимый формат", при } L \notin LONT \vee F \notin FONT \end{cases}$

$d_k = \psi(d_{k-1}, a_k)$,

где $\psi: D \times A \rightarrow D$ – оператор применения действия к диаграмме потока данных

Пример 5.3: Постановка задачи для системы BibReader. Функциональные требования к этой ИС и их выполнение описаны в п. 6.7.

1. Входные данные

F : множество *Item* /* множество файлов формата BibTeX */,

где *Item* – структура /* метаданные публикаций из экспортируемых файлов */

$\{authors, type, address, title, journalName, conferenceName,$

$year, volume, pages, doi, url, affiliation, abstract,$

$keywords, publisher, source, number$: строка}

f_{cname} : строка /* имя файла корпуса ПП (УП или РП) */

$ssearch$: строка /* поисковая строка для корпусов ПП, УП и РП */

fs : строка /* фильтр для поиска записей в корпусах ПП, УП и РП */,

$fs \in FS$, где $FS = \{\text{"по названиям"}, \text{"по аннотациям"}, \text{"по авторам"}\}$

fc : строка /* фильтр для метаданных этапа ключевые слова по аннотации */,

$fc \in FC$, где $FC = \{\text{"названия"}, \text{"ключевые слова"}, \text{"аннотации"}\}$

kw : целое /* количество слов частотного словаря, учитываемых при построении облака слов */

$FrFlag$: логическое /* флаг, управляющий включением частоты встречаемости слов в облако слов */

$ColFlag$: логическое /* флаг, переключающий отображение облака слов в черно-белое изображение */

f_{vname} : строка /* имя файла частотного словаря */

f_{wname} : строка /* имя файла с изображением облака слов */

fd : строка /* фильтр для формирования распределения (статистики)

документов в корпусах ПП, УП и РП */,

$fd \in FD$, где $FD = \{\text{"годы"}, \text{"источники"}, \text{"тип документа"}, \text{"журналы"}, \text{"конференции"}, \text{"география"}\}$

$fdname$: строка /* имя файла с распределением документов */

fBO : строка /* имя файла с библиографическими описаниями */

2. Ограничения

$F = \langle F_{SCOPUS}, F_{WOS}, F_{ACM}, F_{IEEE}, F_{SCDIR} \rangle$ /* в формате BibTeX экспорт метаданных публикаций возможен только из репозитариев Scopus, WoS, ACM DL, IEEE Xplore DL, ScienceDirect; из каждого из них может быть экспортировано любое количество файлов */

$F \neq \emptyset$ /* обрабатываться должен хотя бы один экспортированный файл */

длина $(f_i^k) \neq 0, i \in [1, 5], k \in [1, |F_i|]$,

где i – номер типа репозитария; k – номер файла из репозитария i

/* все файлы, экспортированные из репозитариев, не пустые */

$f_{cname} \neq ""$

$f_{wname} \neq ""$

$f_{vname} \neq ""$

$f_{dname} \neq ""$

$f_{BO} \neq ""$

3. Выходные данные

$CS: Item$ /* файл корпуса первичных публикаций формата BibTeX */

$CU: Item$ /* файл корпуса уникальных публикаций формата BibTeX */

$CR: Item$ /* файл корпуса релевантных публикаций формата BibTeX */

msg : строка /* сообщение о завершении операции */

$DF: \langle T_{конф.}, T_{ГЕОГР}, T_{ЖУРН}, T_{ГОДЫ}, T_{ИСТ}, T_{ТИП_ДОК} \rangle$ /* файл распределения (статистики) публикаций по различным признакам */,

где

$T_{конф.} = \langle \text{название конференции, количество публикаций конференции} \rangle$,

$T_{ГЕОГР.} = \langle \text{название страны, количество публикаций страны} \rangle$,

$T_{ЖУРН.} = \langle \text{название журнала, количество публикаций журнала} \rangle$,

$T_{ГОДЫ.} = \langle \text{год, количество публикаций года} \rangle$,

$T_{ИСТ.} = \langle \text{источник данных, количество ИП, количество УП, количество РП} \rangle$,

$T_{ТИП_ДОК.} = \langle \text{название типа документа, количество публикаций типа документа} \rangle$,

$RF: \bigcup_{i=1}^k BO_i$ /* файл библиографических описаний корпусов ИП, УП и РП */,

где $k = |CR|$

$BO: \langle \text{стиль, тип документа} \rangle$ /* библиографическая ссылка */

стиль = {ГОСТ, Harvard, APA, IEEE}

тип документа = {книга, журнал, конференция}

$rsearch: \langle kr, Item \rangle$ /* результат поиска в корпусах ИП, УП и РП */

где kr : целое /* количество записей в результате поиска в корпусах ИП, УП и РП */.

4. Связь

$msg := \begin{cases} \text{"Готово!"}, & \text{при завершении формирования корпусов УП и РП} \\ \text{"Файл сохранен"}, & \text{при завершении формирования файлов БО,} \\ & \text{файла распределения публикаций, файла} \\ & \text{облака слов} \end{cases}$

$\forall i \in [1, N_k] \exists k \in [1, |CR|] (CR[k].type = "conference")$
 $T_{конф.}[i].название\ конференции = CR[k].conferenceName,$
 $T_{конф.}[i].количество\ публикаций\ конференции = +1,$
 где N_k – количество уникальных названий конференций
 $\forall i \in [1, N_j] \exists k \in [1, |CR|] (CR[k].type = "journal")$
 $T_{журн.}[i].название\ журнала = CR[k].journalName,$
 $T_{журн.}[i].количество\ публикаций\ журнала = +1,$
 где N_j – количество уникальных названий журналов
 /* остальные таблицы файла *DF* формируются аналогично */
 $\forall i \in [1, N_{bj}] (BO[i].тип\ документа = "journal", BO[i].стиль = "ГОСТ")$
 $BO[i] = CR[i].authors + " " + CR[i].title + "/" + CR[i].journalName + "." +$
 $CR[i].year + ". Т. " + CR[i].volume + ". С. " + CR[i].pages + ".",$
 где N_{bj} – количество библиографических ссылок на журналы
 /* остальные библиографические описания формируются аналогично
 в соответствии с выбранным стилем и типом документа */ .

6 Систематическое картографирование литературы как профессиональный информационный поиск

6.1 Систематическое картографирование литературы и его этапы

SLR как исследовательская методология может быть применен при выполнении анализа литературных источников в научном исследовании [45]. Часто SLR/SMS оформляют в виде самостоятельной публикации в виде аналитической статьи. Рекомендуется SLR/SMS использовать в качестве основы первого раздела ВКР магистранта.

SMS представляет собой процесс из пяти последовательных этапов [45]. В таблице 6.1 представлены этапы SMS.

Таблица 6.1 – Этапы SMS

Номер этапа	Название этапа	Результат этапа
1	Определение исследовательских вопросов	Выделение области обзора
2	Проведение поиска	Нахождение всех документов
3	Скрининг документов	Отбор релевантных документов
4	Ключевые слова с помощью аннотаций	Создание схемы классификации
5	Извлечение данных и картографирование процесса	Построение систематической карты

6.2 Определение исследовательских вопросов

На первом этапе SMS определяют исследовательские вопросы для выделения области и фокуса работы.

Пример 6.1: Варианты исследовательских вопросов:

ИБ1. Как выглядит пейзаж исследований за 2015–18 гг. совместного оценивания заданий обучающихся МООС?

ИБ2. Какие методы и подходы совместного учебной аналитики используются для снижения уровня отсева обучающихся с МООС?

ИБ3. Какие программные средства и инструменты используются для геймификации МООСs?

6.3 Проведение поиска публикаций

На втором этапе SMS определяют стратегию поиска, источники данных научных публикаций, ключевые слова; выполняют поиск и экспортируют данные для дальнейшей обработки.

6.3.1 Стратегия поиска. Прежде чем сформулировать стратегию поиска, необходимо определить наличие/отсутствие SMS по тематике своего исследования и временной интервал выхода публикаций этих SMS.

Пример 6.2: В 2018 г. предварительные исследования научных публикаций выявили SMS по тематике MOOC, охватывающие период 2008–2012 гг. Поэтому в стратегии выбирается временной интервал публикаций за период с 2013 г. по 2018 г.

Необходимо помнить о том, что часто порядок выхода публикаций одного авторского коллектива по определенной тематике выглядит так: сначала участие в научном мероприятии (семинар, конференция, симпозиум) и публикация в материалах конференции; затем статья в журнале; потом книга (монография) или ее часть.

В случае подготовки статьи, которая будет отражать результат SMS, следует также при уточнении стратегии поиска учесть требования издания к временной глубине источников в библиографическом списке (например, последние 3 года или 5 лет).

6.3.2 Источники данных публикаций (репозитории). Методика проведения SMS [45] рекомендует к рассмотрению публикации, информация о которых представлена в научных электронных библиотеках: IEEE Xplore DL (<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>), SpringerLink (<https://link.springer.com/>), ACM DL (<https://dl.acm.org/>), ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>). Для повышения качества SMS необходимо этот список расширить наукометрическими БД: Web of Science (www.webofknowledge.com/) и Scopus (scopus.com).¹ Для поиска отечественных научных публикаций необходимо в этот список включить ЭНБ (<https://elibrary.ru/defaultx.asp>). В порядке исключения для получения актуальной информации за текущий календарный год допускается включение в список поисковой системы Google Scholar (<https://scholar.google.com/>).

Поиск рекомендуется начинать с Web of Science и Scopus, индексирующих большую часть публикаций, размещенных в цифровых библиотеках.

6.3.3 Ключевые слова. Цифровые библиотеки и наукометрические БД предоставляют возможность использовать в поисковых системах логические операции (*AND* и *OR*) при задании ключевых слов. В большинстве случаев достаточно в поисковом запросе применять ключевые слова в единственном числе. Кавычки (") необходимы для указания поиска без изменения порядка слов. Хотя библиотеки и БД предоставляют возможность поиска по различным метаданным публикаций (название, год издания, аннотация, автор и т.д.), чаще всего достаточно выполнить поиск по названиям публикаций. С учетом требований того издания, в которое будет в дальнейшем направлена статья о результатах SMS, может потребоваться ужесточение стратегии поиска, с ограничением поиска только книг и статей в периодических или продолжающихся изданиях.

¹ Доступ к поисковым системам WoS и Scopus возможен в интранет ПГНИУ

Пример 6.3: В SMS по тематике MOOC за период 2013–2018 гг. поисковый запрос может иметь вид:

НАЗВАНИЕ СТАТЬИ=("MOOC" OR "Massive Open Online Course") AND
 ТИП ДОКУМЕНТА=("Article" OR "Book") AND (ГОД ПУБЛИКАЦИИ
 >=2013) AND (ГОД ПУБЛИКАЦИИ <=2018)

6.3.4 Поиск публикаций в репозиториях и их экспорт выполняются с помощью соответствующих сервисов поиска или расширенного поиска. В таблице 6.2 приведена информация о форматах файлов экспорта метаданных публикаций из цифровых библиотек и наукометрических БД [46].

Таблица 6.2 –Поддерживаемые форматы экспорта метаданных публикаций

Название библиот. / Поддерживаемый формат	Scopus	Web of Science	IEEE Xplore	Springer Link	Science Direct	ACM
csv	+	-	+	+	-	+
RefWorks	+	-	+	-	+	-
RIS	+	-	+	-	+	-
BibTeX	+	+	+	-	+	+
text	-	+	+	-	+	+
acmref	-	-	-	-	-	+
ЭНБ	-	-	-	-	-	-

6.3.5 Все найденные на втором этапе SMS документы образуют корпус первичных публикаций. Результат поиска первичного исследования оформляют в виде таблицы: <название репозитория, количество публикаций>.

Это позволяет выполнить и представить предварительный анализ распределения документов по источникам данных научных публикаций.

6.3.6 В SMS при обсуждении результатов часто используют распределение документов в корпусе первичных публикаций по годам публикации.

6.4 Скрининг документов

В корпусе первичных публикаций могут быть дубликаты, так как Scopus и WoS индексируют документы, уже размещенные в цифровых библиотеках. Поэтому на третьем этапе SMS необходимо повторяющиеся работы удалить.

6.4.1 Повторяющиеся статьи. Простейшим решением является предварительное упорядочение элементов в корпусе ПП с последующим отбором уникальных. Следует помнить о том, что набор метаданных публикаций, экспортированных из различных репозитариев, отличается. Поэтому при удалении дубликатов следует оставлять данные о публикации с наибольшим количеством метаданных и информацию о репозитории. Результатом удаления дубликатов является корпус уникальных публикаций. К таблице результата поиска первичного исследования добавляют столбец, содержащий количество уникальных публикаций.

6.4.2 Отбор релевантных документов. В [45] рекомендовано сформулировать и применить критерии включения и исключения документов корпуса публикаций первичного исследования.

Пример 6.4: Критерии включения:

- публикации подготовлены авторами из Европы,
- тематика публикаций связана с использованием МООС в высшем профессиональном образовании ИТ направлений подготовки.

Пример 6.5: Критерии исключения:

- публикации представляют собой обзоры литературы, оглавления, предисловия или аннотации книг, сопроводительные части изданий,
- объем публикации менее трех страниц текста.

В корпус релевантных публикаций первичного исследования документы отбираются по результатам применения критериев к корпусу уникальных.

6.4.3 Результаты этапа скрининга документов

К таблице результата поиска первичного исследования добавляют столбец, содержащий количество РП. Это позволяет выполнить и записать окончательный анализ распределения публикаций по репозиториям и оценить репрезентативность полученной выборки публикаций.

Для документов корпуса РП составляют список библиографических описаний. Каждому элементу списка необходимо присвоить идентификатор для ссылок на публикации на следующих этапах SMS, например, S1, S2, ... Список должен быть отформатирован в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 или стилем соответствующего издания, в которое будет представлена статья с SMS.

Пример 6.6: Для технических наук (электроника, компьютерная инженерия, системная инженерия, электротехника, программирование) используется IEEE стиль (<https://journals.ieeeauthorcenter.ieee.org/your-role-in-article-production/ieee-editorial-style-manual/>), для социальных наук – АРА стиль (<https://www.apastyle.org/>).

6.4.4 Системы управления библиографической информацией. Как самостоятельная группа ИС в классе АСНИ в настоящее время сформировалась группа СУБИ: Zotero (<https://www.zotero.org/>), Mendeley (<https://www.mendeley.com/>), JabRef (<http://www.jabref.org/>), Citavi (<https://www.citavi.com/en>), EndNote (<https://endnote.com/>). Эти системы автоматизируют подготовку библиографических описаний [47]. В таблице 6.3 приведена основная информация о СУБИ [46].

Также для подготовки списка библиографических описаний в разных стилях могут быть использованы генераторы БО (<http://www.citethisforme.com/>).

Таблица 6.3 – Информация о системах управления библиографической информацией

Название системы	Характеристики системы			
	Тип приложения	Удаление дубликатов	Создание библиографических описаний	Форматы импорта
Zotero	Настольное, web	Есть	Есть	Zotero RDF, CSL JSON, BibTeX, BibLaTeX, RIS, Bibliography RDF, MODS, Endnote XML, Citavi XML, MAB2, MARC, MARCXML, MEDLINE/nbib, OVID Tagged, PubMed XML, RefWorks Tagged, Web of Science Tagged, Refer/BibIX, XML ContextObject
Mendeley	Настольное, web, мобильное	Есть	Есть	BibTeX, RIS, Endnote XML, Zotero
JabRef	Настольное (расширяемое плагинами)	Нет	Есть	BibTeX, CSA, Refer/Endnote, Web of Knowledge, SilverPlatter, Medline/Pubmed (xml), Scifinder, OVID, INSPEC, Biblioscope, Sixpack, JStor and RIS
Citavi	Настольное	Нет	Есть	RIS, BibTeX, EndNote, Excel, CSV

Таблица 6.4 – Функции систем SEO-анализа

Функция	Название системы и ее URL		
	Advego, https://advego.com/	Text.ru, https://text.ru/seo/	PR-CY, https://pr-cy.ru/
Формирование частотного словаря	+	+	+
Формирование списка стоп-слов	+	+	+
Ввода текста	+	+	+
Ограничения	Длина текста до 100 тыс. символов	Сервис платный, для бесплатного использования ограничение: ожидание очереди	Сервис платный, для бесплатного пользования ограничение длины текста до 1000 слов

6.5 Ключевые слова с помощью аннотаций

На четвертом этапе SMS исследуются аннотации релевантных статей. В них ищут «ключевые слова», характерные для исследовательских вопросов, и создают соответствующие классификационные схемы.

Для ответа ИВ2 и ИВ3 из п. 6.2 необходимо сформировать категории распределения публикаций.

Естественным решением является построение частотного словаря понятий, используемых в метаданных публикаций, в первую очередь, в аннотациях. Для этого можно применять системы, выполняющие SEO-анализ текста, или генераторы облаков тегов.

Системы SEO-анализа решают несколько задач, но для SMS нужен лишь частотный словарь текста. Характеристики этих систем приведены в таблице 6.4.

Системы по созданию облаков тегов при визуализации результатов используют частотный словарь исходного текста. Характеристики этих систем приведены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Функции систем построения облака тегов

Функция	Название системы и ее URL		
	Word Cloud, https://www.jasondavies.com/wordcloud/	Word It Out, https://worditout.com/word-cloud/	Tagxedo, http://www.tagxedo.com/
Загрузка текста	+	+	+
Задание количества слов	+	+	+
Объединение слов	-	+	-
Задание ориентации слов при отображении	+	-	+
Задание цвета слов	-	+	+
Задание стоп-слов	+	+	+

Построив частотный словарь по аннотациям публикаций, необходимо выполнить анализ частоты употребления «ключевых слов», например:

- theory, approach, method, algorithm, model, теория, подход, методология, метод, алгоритм, модель (для ответа на ИВ2 из п. 6.2),
- architecture, technology, system, platform, service, tool, framework, pattern, case, engine, архитектура, технология, система, платформа, сервис, инструмент, фреймворк, шаблон, паттерн, инструментальные средства, механизм (для ответа на ИВ3 из п. 6.2).

Это позволит в качественном анализе употреблять подмножество предложенных «ключевых слов» для формирования названий категорий при кластеризации публикаций.

6.6 Извлечение данных и картографирование процесса

6.6.1 Подготовка данных для картографирования. Картографирование в SMS выполняют в виде «систематических карт» – таблиц или графиков (диаграмм) [48]. Для этого необходимо собрать количественные данные на основе метаданных публикаций корпуса релевантных публикаций.

Пример 6.7: Для ответа на ИБ1 из п. 6.2 определяют распределение публикаций по годам и типам публикаций (статья в журнале и часть книги); по географическому принципу (метаданные об аффилиации авторов); по количественному составу авторских коллективов.

Репозитории формируют распределение публикаций на основе результатов поискового запроса; эта информация представлена в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Статистика, формируемая на основе результатов поискового запроса цифровыми библиотеками и наукометрическими БД

Репозиторий	Критерии распределения
IEEE Xplore DL	год; авторы; заголовок; принадлежность; издатель; место конференции; тип документа; индексы
ScienceDirect	год; тип документа; заголовок публикации
ACM DL	имена; институты; авторы; издатели; название публикации; ACM публикации; все публикации; формат контента; издатели; спонсоры; события; годы
SpringerLink	тип документа; область знаний; язык
Scopus	тип доступа к публикации; год публикации; авторы; отрасль знаний; тип документа; стадия публикации; название источника; организация; финансирующий спонсор; страна; тип источника; язык
Web of Science	год публикации; категории Web of Science; типы документов; профили организаций; финансирующие организации; авторы; названия изданий

Результаты распределения публикаций по указанным критериям отображаются на сайте соответствующего репозитория. ACM DL демонстрирует в виде графика только распределение количество публикаций по годам. Scopus и WoS предоставляют возможность просмотра результатов распределения по имеющимся фильтрам в виде таблиц и графиков/диаграмм; визуальное представление может быть экспортировано в виде файлов графических форматов.

При ответе на ИБ1 рекомендуется сформировать список названий научных изданий. При необходимости можно дополнить этот список данными о рейтинге изданий (<https://www.scimagojr.com/>). Результаты четвертого этапа SMS представляют в этом разделе также в виде «карт».

Примерами SMS являются публикации [49]–[51].

6.7 Автоматизация выполнения этапов SMS

6.7.1 Концепция системы BibReader. Традиционно для автоматизации выполнения этапов SMS используется несколько систем, например, рассмотренные в п. 6.4.3, 6.5, 6.6.1. Такой подход иллюстрирует рисунок 6.1. Этапы SMS, обведенные сплошной линией, выполняются вручную пользователем; этапы, обведенные пунктирной линией, автоматизированно.

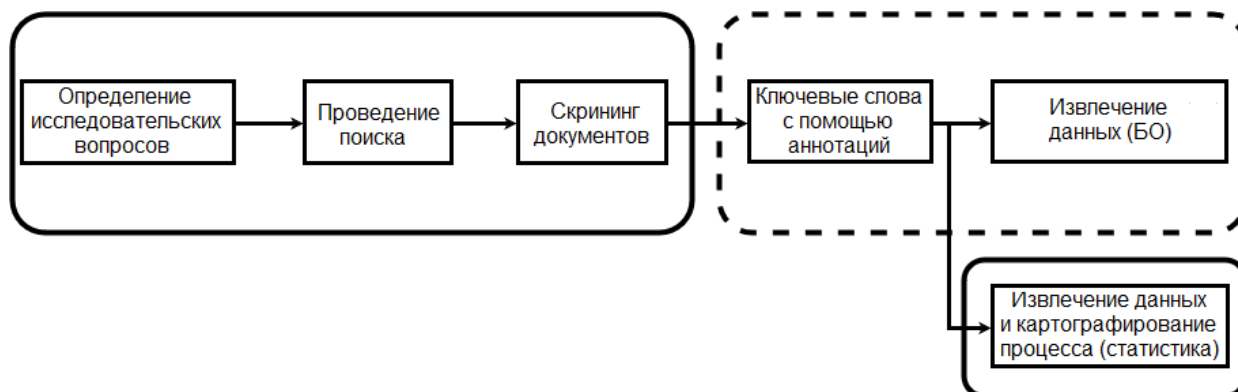


Рисунок 6.1 – Этапы SMS

Измерение скорости работы (п. 9) показало, что для ускорения выполнения этапов SMS и сокращения трудозатрат научного исследователя необходимо организовать их автоматизацию в одном рабочем пространстве.

На рисунке 6.2 представлен подход к автоматизации этапов SMS с помощью системы BibReader [46]. Концепция системы состоит в объединении этапов SMS в одном рабочем пространстве, что позволит сократить временные затраты исследователя. Даже те этапы, выполнение которых автоматизировано, имеют меньшую трудоемкость для пользователя, так как вся работа проводится в рамках одной системы. Также все данные, которые на последнем этапе SMS при традиционном подходе приходилось выделять вручную, в рамках BibReader формируются автоматически (обведены точечной линией).

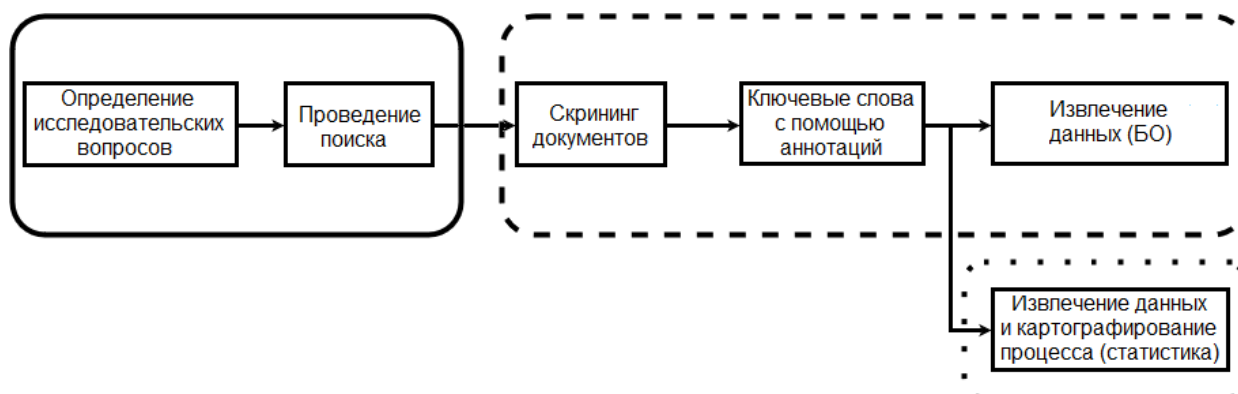


Рисунок 6.2 – Этапы SMS анализа при использовании системы BibReader

Действия исследователя при проведении SMS с помощью системы BibReader представлены на рисунке 6.3.

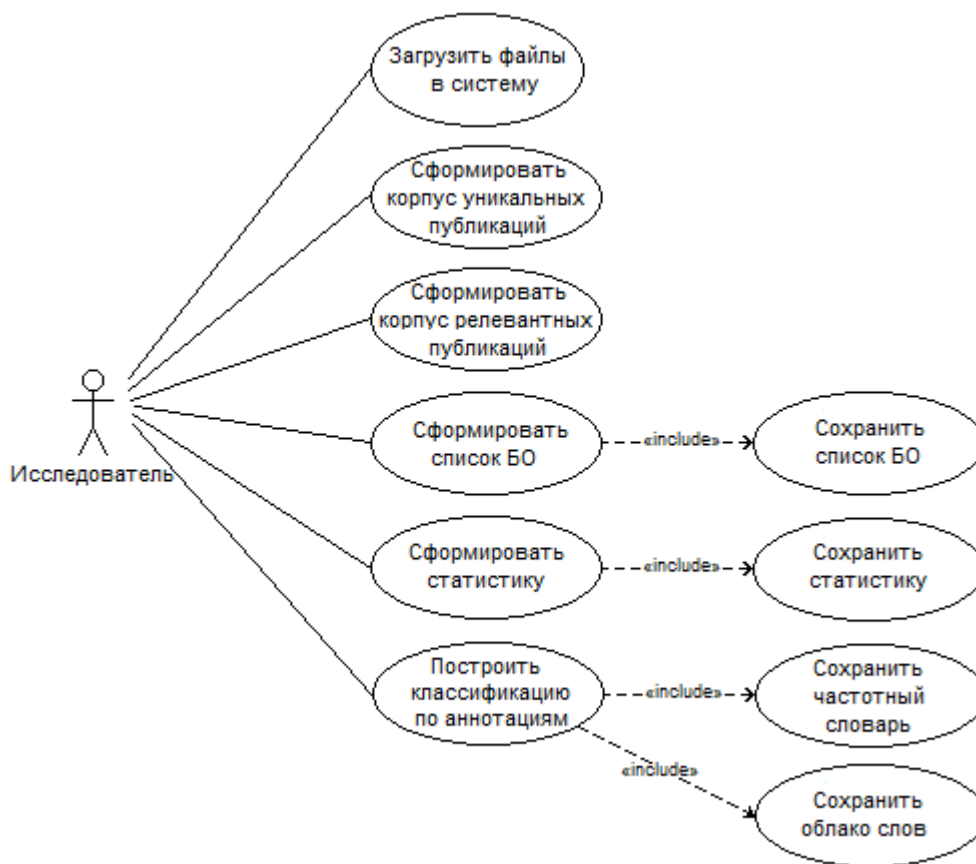


Рисунок 6.3 – Use Case диаграмма системы BibReader

Система удовлетворяет функциональным требованиям:

- загрузка метаданных публикаций репозитариев (ACM DL, IEEE Xplore DL, ScienceDirect, WoS и Scopus) в формате BibTeX,
- создание корпусов первичных, уникальных и релевантных публикаций,
- представление метаданных в удобном текстовом виде,
- возможность фильтрации публикаций по некоторым метаданным,
- формирование списка БО по публикациям в стилях в ГОСТ Р 7.0.5, Harvard, APA, IEEE,
- выполнение классификации по «ключевым словам» на основе аннотаций, ключевых слов и названий публикаций,
- формирование и сохранение в файле статистики (распределения публикаций по источникам данных, годам, типу документов, журналам, конференциям, географическому принципу) по корпусам первичных, уникальных и релевантных публикаций.

В приложении В приведены примеры автоматизации выполнения этапов SMS с помощью системы BibReader.

6.8 Контрольные вопросы

1. Этапы SMS.
2. Процессы этапа SMS «Проведение поиска публикаций».
3. Результаты этапа SMS «Проведение поиска публикаций».
4. Процессы этапа SMS «Скрининг документов».
5. Результаты этапа SMS «Скрининг документов».
6. Информационные системы, поддерживающие функции управления библиографической информацией.
7. Процессы этапа SMS «Ключевые слова с помощью аннотаций».
8. Результаты этапа SMS «Ключевые слова с помощью аннотаций».
9. Процессы этапа SMS «Извлечение данных и картографирование процесса».
10. Результаты этапа SMS «Извлечение данных и картографирование процесса».
11. Какие этапы SMS могут быть автоматизированы?

7 Разработка функциональных требований к ИС при ООП к моделированию. Оценка трудоемкости разработки

7.1 Разработка требований к ИС

Жизненный цикл ИС имеет базовые этапы, через которые проходит разработка ИС любой сложности и назначения [30], [34], [52]: анализ, проектирование, реализация и тестирование.

7.1.1 Этап анализа начинают с определения границы между внешней средой и создаваемой ИС, при этом цель ее функционирования должна быть известна. В состав системы включают те элементы, функционирование которых обеспечивает реализацию заданной цели. К внешней среде относят все то, что не вошло в состав системы – другие системы со своими целями.

На начальной фазе также определяют действующих лиц, взаимодействующих с ИС. Это могут быть люди с некоторыми ролями по отношению к системе и другие системы. Действующие лица всегда находятся вне (за границей) системы.

7.1.2 Методы выявления требований. Для выявления требований используют различные методы и/или их комбинации: собеседование, анкетирование, моделирование и анализ бизнес-процессов, мозговой штурм и создание демонстрационных прототипов приложения.

7.1.3 Результаты выявления требований оформляют в виде документов: гlossарий, концепция и дополнительные спецификации. Общую терминологию для описаний требований к системе и всех моделей определяют в гlossарии. В концепции формулируют глобальные цели проекта и основные особенности разрабатываемой системы. Частью концепции является постановка задачи. Дополнительные спецификации описывают нефункциональные требования.

В ООП к моделированию информационных систем функциональные требования моделируют с помощью вариантов использования [3], [30], [35], [52].

7.2 Разработка функциональных требований к ИС

Описание функциональных требований выполняют с помощью диаграмм прецедентов языка UML [3], [30], [35], [52]–[53].

7.2.1 Элементы диаграммы прецедентов. Элементами UCD являются прецеденты и акторы, связанные между собой отношениями (рисунок 6.3).

Прецедент – это описание множества содержательно-близких сценариев взаимодействия акторов с ИС, которое осуществляется с целью получения акторами некоторого полезного результата при помощи системы [30]. Источником прецедентов являются требования к ИС.

Действующие лица в языке UML называются акторами (Actors); это внешние по отношению к ИС объекты (люди или другие системы) [35].

Акторы и прецеденты должны иметь уникальные имена. Имя Актора не может быть именем конкретной персоны, это название обобщенной роли действующего лица. Имя прецедента должно выражать действие Актора

по отношению к ИС и начинаться с глагола в инфинитиве (или отглагольного существительного). Рекомендуется придерживаться единообразия в нотации имен прецедентов: либо с глаголом, либо с именем существительным.

7.2.2 Отношения на диаграмме прецедентов

Ассоциация является основным видом отношений между акторами и прецедентами. Ассоциация устанавливается между актором *A* и прецедентом *P* и свидетельствует о том, что актор *A* участвует в прецеденте *P*.

Отношение обобщения может быть установлено между акторами и между прецедентами. Обобщение между акторами говорит о том, что актор-потомок может участвовать во всех прецедентах, в которых участвует актор-родитель. Обобщение между прецедентами свидетельствует о том, что дочерние прецеденты используют общую схему взаимодействия акторов с системой и различаются только в конкретных шагах [30].

Отношение зависимости включения между прецедентами описывает ситуацию, в которой один прецедент (базовый) явно включается в другой прецедент [35].

Между прецедентами может существовать отношение зависимости расширения, в которой один прецедент (расширяющий) неявно включается в другой прецедент (расширяемый) [35].

7.3 Оценка трудоемкости разработки ПО на основе вариантов использования

Диаграммы вариантов использования являются источником информации для оценки трудоемкости разработки программного обеспечения на этапе анализа ЖЦ. Компания Rational Software рекомендует к использованию методику, которая учитывает весовые показатели действующих лиц и весовые показатели вариантов использования, применение которой описано в работе [3], раздел 6.

7.3.1 Определение весовых показателей действующих лиц. Акторов информационной системы делят на три типа: простые, средние и сложные. Простое действующее лицо – это внешняя ИС с API; среднее – это внешняя ИС, взаимодействующая с данной системой через протокол (например, TCP/IP) или персона, использующая консольный интерфейс; сложное – персона, использующая GUI. Каждому типу акторов присвоен весовой коэффициент: простому – 1, среднему – 2, сложному – 3. По UCD подсчитывают количество действующих лиц каждого типа, умножают на соответствующий весовой коэффициент и суммируют полученные значения. В результате получают общий весовой показатель *A*.

7.3.2 Определение весовых показателей вариантов использования. Прецеденты информационной системы делят на три типа: простые, средние и сложные. Деление выполняют по одному из двух признаков, в зависимости от ПрО информационной системы: количество транзакций в потоках событий и количество классов анализа, участвующих в реализации прецедента. Транзакция – это атомарная последовательность действий, которая

выполняется полностью или отменяется. Простой прецедент характеризуется количеством транзакций не больше 3 или количеством классов меньше 5; средний – количеством транзакций от 4 до 7 или классов от 5 до 10; сложный – количеством транзакций больше 7 или классов больше 10. Каждому типу прецедентов присвоен весовой коэффициент: простому – 5, среднему – 10, сложному – 15. По UCD подсчитывают количество вариантов использования каждого типа, умножают на соответствующий весовой коэффициент и суммируют полученные значения. В результате получают общий весовой показатель *UCP*.

Суммируя показатели *A* и *UCP*, получают показатель *UUCP*.

7.3.3 Определение технической сложности проекта. Техническая сложность проекта оценивается с учетом различных требований к информационной системе. Каждая характеристика имеет показатель $T_i \in [0, 5]$ (0 означает отсутствие значимости показателя для проекта ИС, 5 – высокую значимость) и вес W_i . Показателями технической сложности являются: *T1* (вес 2) – распределенная система; *T2* (вес 1) – высокая производительность (пропускная способность); *T3* (вес 1) – онлайн режим работы конечных пользователей; *T4* (вес 1) – сложная обработка данных; *T5* (вес 1) – повторное использование кода; *T6* (вес 0,5) – простота установки; *T7* (вес 0,5) – простота использования; *T8* (вес 2) – переносимость; *T9* (вес 1) – простота внесения изменений; *T10* (вес 1) – параллелизм; *T11* (вес 1) – специальные требования к безопасности; *T12* (вес 1) – непосредственный доступ к ИС со стороны внешних пользователей; *T13* (вес 1) – специальные требования к обучению пользователей. Далее вычисляют значение *TCF*:

$$TCF = 0,6 + (0,01 \times (\sum T_i \times W_i)) . \quad (7.1)$$

7.3.4 Определение уровня квалификации разработчиков. Уровень квалификации разработчиков вычисляют с помощью восьми характеристик. Каждая из них имеет показатель $F_i \in [0, 5]$ и вес W_i . Показателями уровня квалификации разработчиков являются: *F1* (вес 1,5) – знакомство с технологией; *F2* (вес 0,5) – опыт разработки приложений; *F3* (вес 1) – опыт использования ООП; *F4* (вес 0,5) – наличие опытного аналитика; *F5* (вес 1) – мотивация; *F6* (вес 2) – стабильность требований; *F7* (вес -1) – частичная занятость; *F8* (вес -1) – сложные языки программирования. Для показателей *F1–F4* 0 означает отсутствие, 3 – средний уровень, 5 – высокий уровень. Для показателя *F5* 0 означает отсутствие мотивации, 3 – средний уровень, 5 – высокий уровень мотивации. Для *F6* 0 означает высокую нестабильность требований, 3 – среднюю, 5 – стабильные требования. Для *F7* 0 означает отсутствие специалистов с частичной занятостью, 3 – наличие в команде специалистов с частичной занятостью, 5 – все специалисты с частичной занятостью. Для показателя *F8* 0 означает простой ЯП, 3 – средний уровень сложности языка, 5 – высокую сложность ЯП.

Далее вычисляют значение *EF*:

$$TF = 1,4 + (-0,03 \times (\sum F_i \times W_i)) . \quad (7.2)$$

7.3.5 Окончательное значение оценки трудоемкости разработки ПО на основе вариантов использования *UCP*:

$$UCP = UUCP \times TCF \times EF . \quad (7.2)$$

7.4 Контрольные вопросы

1. Этап ЖЦ, на котором может быть выполнена оценка трудоемкости создания программного обеспечения ИС.
2. Сравните показатели, по которым выполняется оценка трудоемкости создания программного обеспечения согласно методологии компании Rational Software.
3. Почему весовые коэффициенты у четырех показателей, по которым выполняется оценка трудоемкости создания программного обеспечения согласно методологии компании Rational Software, отличаются?
4. Влияние на оценку трудоемкости создания программного обеспечения показателей уровня квалификации разработчиков, имеющих отрицательный вес.
5. Факторы с наибольшим влиянием на трудоемкость создания программного обеспечения ИС.

8 Моделирование функционирования ИС при структурном подходе к моделированию

8.1 Функциональные модели ИС

Структурный подход к моделированию ИС позволяет создавать поведенческие, функциональные и структурные модели [3], [30]. Методология SADT и ее реализация в стандарте IDEF0 предназначены для построения функциональной модели, которая отображает действия, производимые объектом, и связи между ними. Для преодоления сложности больших систем их делят на части – «черные ящики» – и выстраивают иерархию [30]. Элементами диаграммы являются блоки, изображаемые прямоугольниками, и дуги. Дуга, входящая в блок слева, представляет вход блока; исходящая из блока вправо – его выход; входящая в блок сверху – управление; входящая в блок снизу – механизм. Синтаксис диаграмм IDEF0 определен правилами [3]: блоки представляют функции; доминирование блоков выражается ступенчатостью их расположения, доминирующий блок располагают в верхнем левом углу диаграммы; на дугах указывают наборы объектов, передаваемых между блоками; дуги изображают взаимосвязи объектов. Связи между блоками могут быть пяти типов: выход–управление; выход–вход; обратная связь по управлению; обратная связь по входу; выход–механизм.

Блок может быть описан диаграммой нижнего уровня. Так, на основе декомпозиции формируется иерархия диаграмм. Каждый блок диаграммы IDEF0 имеет номер, который используют для идентификации его положения в иерархии. Чаще всего ограничиваются тремя уровнями иерархии.

На рисунках 8.1–8.3 представлена иерархия функциональных моделей системы BibReader. Блоки диаграммы на рисунке 8.3 не содержат номеров, так как далее декомпозиция уже не проводится.

В методологии SADT различают связи таких типов: случайная, логическая, временная, процедурная, коммуникационная, последовательная и функциональная [3].

Случайная связь описывает ситуацию, при которой связь между функциями незначительная или отсутствует (два блока диаграммы никак не связаны друг с другом).

Если данные и функция собраны вместе потому, что образуют общий класс или набор элементов, но функциональных отношений между ними нет, то это логическая связь.

Временная связь устанавливается между функциями, когда данные используются одновременно или функции включаются параллельно, а не последовательно.

Если функции сгруппированы вместе благодаря тому, что они выполняются в течение одной и той же части цикла или процесса, то между ними установлена процедурная связь.

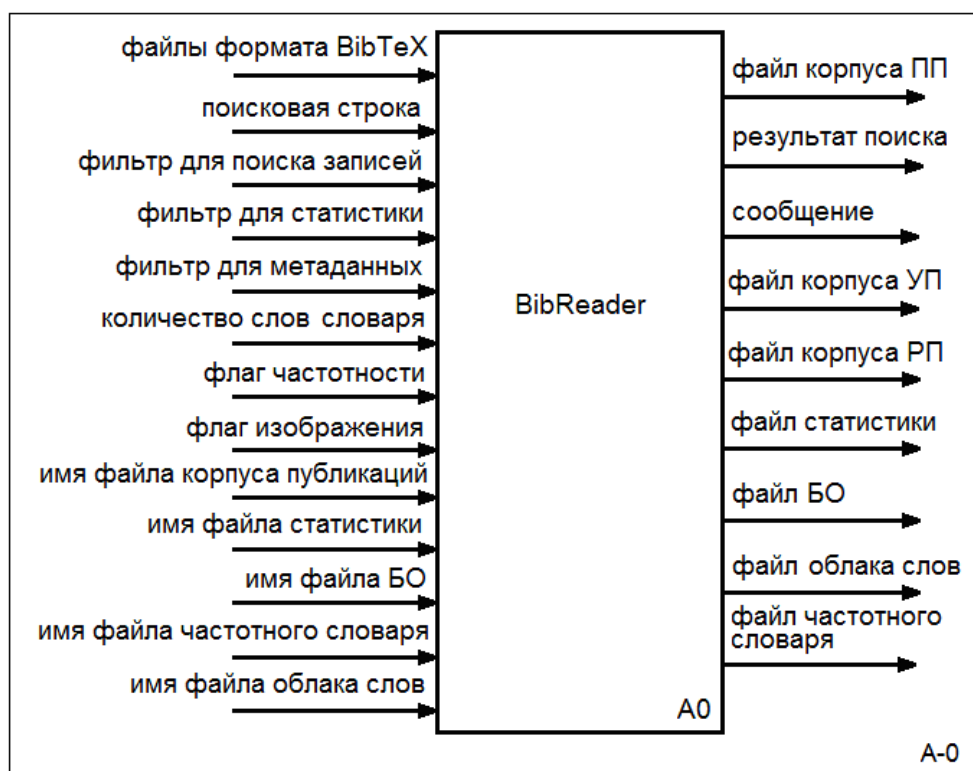


Рисунок 8.1 – Функциональная модель системы (общее представление)

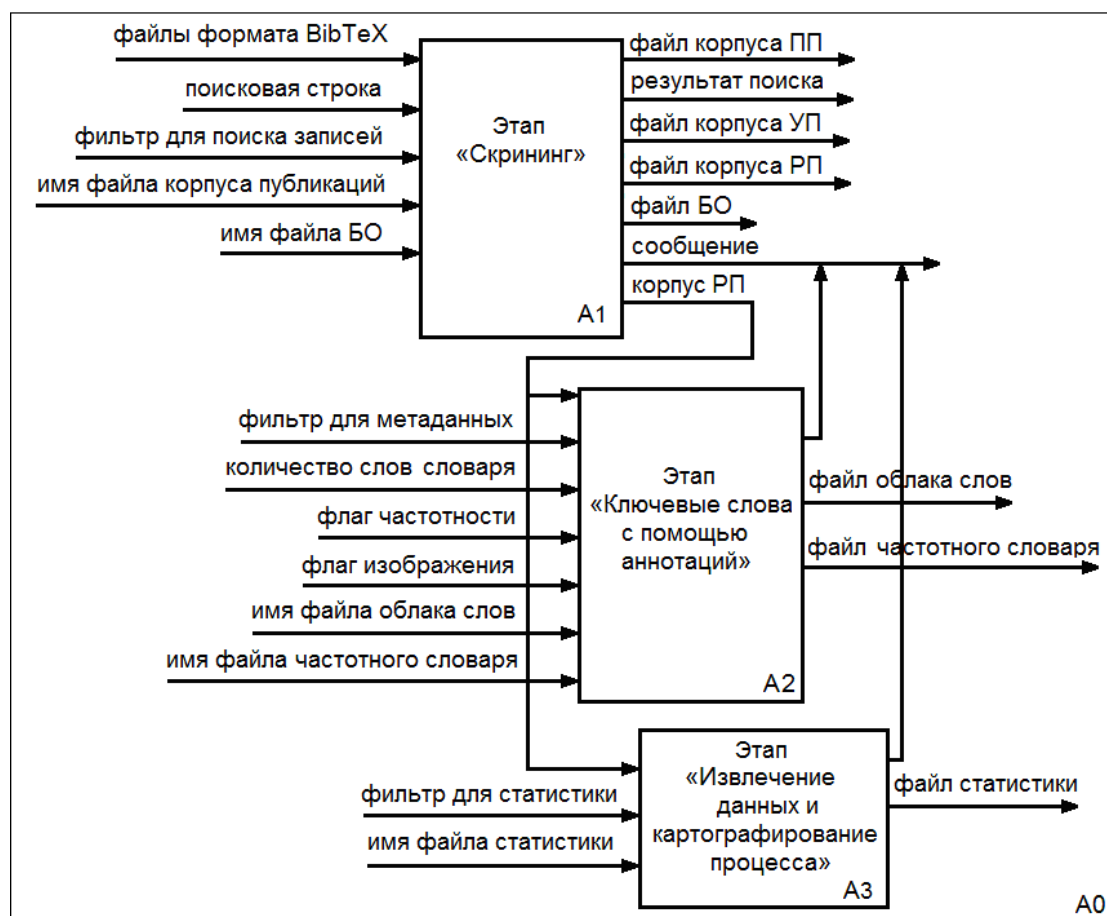


Рисунок 8.2 – Декомпозиция модели общего представления системы

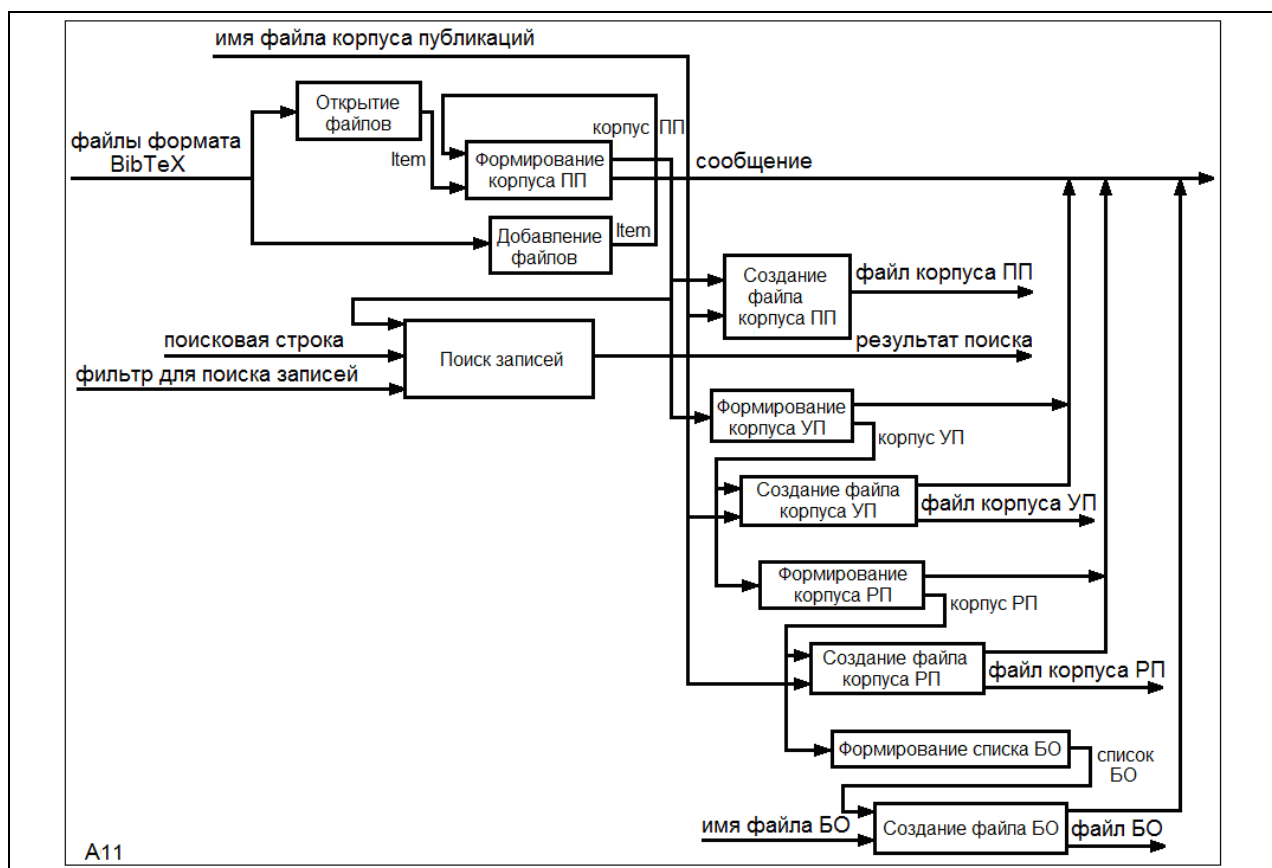


Рисунок 8.3 – Диаграмма IDEF0 (декомпозиция блока A1)

При коммуникационной связи функции сгруппированы на основе того, что они используют одни и те же входные данные и/или формируют одни и те же выходные данные.

Если выход одной функции является входными данными для следующей функции, то между ними существует последовательная связь.

При функциональной связи все элементы функции влияют на выполнение одной и только одной функции. Примером является диаграмма, состоящая из блока *F1* с управлением *D1* и выходом *Y1* и блока *F2* с управлением *Y1* и выходом *Y2*. Тогда необходимое условие для простейшей функциональной связи между *F1* и *F2* выражается так:

$$Y2 = F2(Y1) = F2(F1(D1)) .$$

Наиболее важными являются коммуникационная, последовательная и функциональная связи [3].

8.2 Контрольные вопросы

1. Типы моделей в структурном подходе к моделированию ИС.
2. Тип модели, на которой базируется методология SADT.
3. Принцип декомпозиции методология SADT.
4. Типы связей между блоками, допустимых в методологии SADT.
5. Сущность связи последовательного типа в диаграмме IDEF0.
6. Особенность функциональной связи между блоками в SADT.

9 Формальные методы оценки ПИ

9.1 Количественный анализ интерфейса

Количественный анализ интерфейса может быть выполнен следующими способами: KLM (GOMS), информационная производительность, символьная эффективность, закон Фитса и закон Хика.

KLM – это метод оценки скорости работы с системой, называемый моделью уровня клавиш. На его основе построен GOMS [54]–[55].

Информационная производительность (E) – это способ количественного анализа интерфейса. Определяется как отношение минимального количества информации, необходимого для выполнения задачи, к количеству информации, которую должен ввести пользователь: $E \in [0, 1]$. Если никакой работы для выполнения задачи не требуется или работа просто не производится, то производительность составляет 1. E может быть равной 0 в случаях, когда пользователь должен ввести информацию, которая совершенно бесполезна [55]–[56].

Символьная эффективность – это минимальное количество символов, необходимое для выполнения задачи, отнесенной к количеству символов, которые в данной модели интерфейса нужно ввести пользователю [55]–[56].

Закон Фитса представляет собой правило оптимизации использования манипулятора в пользовательском интерфейсе: время достижения цели $T_{\text{достцели}}$ прямо пропорционально расстоянию до цели и обратно пропорционально размеру цели:

$$T_{\text{достцели}} = a + b \times \log\left(\frac{D}{S} + 1\right) \quad , \text{мс},$$

где a и b – устанавливаются опытным путем по параметрам производительности человека. Для практического использования принимают: $a=50$, $b=150$, D – расстояние от курсора до цели, S – размер цели по направлению движения курсора.

Когда необходимо сделать выбор из n вариантов, время на выбор одного из них согласно закону Хика [54–56] будет равно

$$T = a + b \times \log_2(n + 1)$$

при условии, что все варианты являются равновероятными. В этом виде этот закон похож на закон Фитса. Если варианты представлены непонятным образом, значения a и b возрастают. Наличие навыков и привычек в использовании системы снижает значение b . Применительно к проектированию пользовательского интерфейса закон Хика следует трактовать так: одно меню лучше, чем два; чем меньше элементов меню, тем меньше времени занимает выбор одного из них [55]–[56].

Измерение производительности – одна из методик тестирования ПИ. Производится с помощью измерения скорости работы с помощью метода GOMS [54]–[55].

Название GOMS отражает основные элементы метода:

- цели (Goals) – то, что пользователь хочет достигнуть; они должны отражать субъективное разбиение пользователем цели на подцели разного уровня),
- операторы (Operators) – самый нижний уровень анализа, он предполагает действия, которые надо произвести для выполнения задачи,
- методы (Methods) – те методы, которыми может быть получен тот или иной результат,
- выборы (Selection Rules) – речь идет о выборе того или иного метода, т.е. пути достижения результата.

Сущность метода состоит в том, что все действия пользователя можно разложить на составляющие (например, взять мышь или переместить курсор). Ограничив номенклатуру этих составляющих, можно замерить время их выполнения на массе пользователей, после чего получить статистически верные значения продолжительности этих составляющих. После чего предсказание скорости выполнения какой-либо задачи (выбор наиболее эффективного решения) выполняется таким образом:

- разложить эту задачу на составляющие,
- зная продолжительность каждой составляющей, все сложить;
- узнать продолжительность всего процесса,
- тот интерфейс лучше, при котором время выполнения меньше.

Измерение скорости работы производится с помощью времени типовых действий метода GOMS и правил GOMS [54]–[55].

Время типовых действий – это время выполнения отдельных операций по методу GOMS, приведенные в таблице 9.1 (среднее время типовых действий выделено подчеркиванием).

Правила GOMS позволяют определить, в каких точках пользователь остановится для выполнения бессознательных операций по методу GOMS (используются обозначения, принятые в таблице 9.1):

- операторы *M* следует устанавливать перед всеми операторами *K* и перед всеми операторами *P*, предназначенными для выбора команд. Но перед операторами *P*, предназначенными для указания на аргументы этих команд, ставить оператор *M* не следует,
- если оператор, следующий за оператором *M*, является полностью ожидаемым, то этот оператор *M* может быть удален,
- если строка вида *МКМКМК* принадлежит *когнитивной единице* мышления, то следует удалить все операторы *M*, кроме первого,
- если оператор *K* означает лишний разделитель, стоящий в конце когнитивной единицы, то следует удалить оператор *M*, стоящий перед ним,

Таблица 9.1 – Время типовых действий по методу GOMS

Оператор	Обозначение кириллицей (латиницей)	Длительность (с)
Номенклатура от 1983 г. (Card, Moran & Newell)		
Нажатие на клавишу клавиатуры, включая <i>клавиши-модификторы</i>	К (K) *	0,12 (тренированный) – <u>0,28</u> (средний) – 1,2 (нетренированный)
Нажатие / отпускание кнопки мыши	М (B)	<u>0,1</u>
Перемещение курсора мыши (указание, среднее движение)	П (P)	<u>1,1</u>
Взятие или бросание мыши (перемещение между клавиатурой и мышью)	В (H)	<u>0,4</u>
Продолжительность выбора действия (ментальная подготовка)	Д (M)	<u>1,2</u> -1,35
Время реакции системы	Р (R)	<u>0,1-∞</u>
дополнительно		
Клик кнопкой мыши	ВВ (B)	0,2

* – значение К включает в себя время, которое необходимо пользователю для исправления сразу замеченных ошибок.

– если оператор *K* является разделителем, стоящим после постоянной строки, то следует удалить оператор *M*, стоящий перед ним. Но если оператор *K* является разделителем для строки аргументов или любой другой изменяемой строки, то оператор *M* следует сохранить перед ним,
– любую часть оператора *M*, которая перекрывает оператор *P*, учитывать не следует.

При первичном проектировании ПИ на этапе конструирования отдельных блоков учитывают предсказание скорости по методу GOMS.

9.2 Контрольные вопросы

1. Способы количественного анализа пользовательского интерфейса.
2. Сущность способа оценки информационной производительности пользовательского интерфейса.
3. Сущность способа оценки символьной эффективности ПИ.
4. Роль закона Фитса в проектировании пользовательского интерфейса.
5. Трактовка закона Хика применительно к проектированию пользовательского интерфейса.
6. Элементы и сущность метода GOMS.
7. Роль правил GOMS при измерении скорости работы пользовательского интерфейса.

10 Общие методические указания и требования к проведению практических занятий и выполнению домашних заданий

10.1 Персонафикация файлов документов

Файлы отчетов по домашним заданиям должны иметь семантические имена, которые содержат:

- ФИО студента и шифр группы,
- название типа документа,
- номер ДЗ и, при необходимости номер ее части.

Примеры:

- Сидоров П.С., ПМИ-1-2018, ДЗ № 1.rtf,
- Лаврушин С.Я., ММ/О ПМИ-1-2018 ДЗ № 4.zip.

10.2 Оформление документов

Отчеты по домашним заданиям необходимо оформлять в соответствии с ГОСТ 7.32 и ГОСТ Р 7.0.5. Пример оформления титульного листа отчета по ДЗ приведен в приложении А. Список использованных источников в данном учебном пособии оформлен в соответствии со стандартом ГОСТ Р 7.0.5, поэтому его можно использовать как шаблон при оформлении любых отчетов.

10.3 Документирование моделей

Документы моделей должны содержать комментарии о названии модели и ее авторе. К моделям на диаграммах языка UML необходимо добавлять в верхнем левом углу соответствующую заметку, в которой следует указать:

- название модели,
- название ИС,
- ФИО студента, шифр группы,
- дату создания / модификации.

10.4 Заимствование

В случае выявления заимствований в тексте отчета по ДЗ соответствующая КТ студентам не засчитывается.

10.5 Порядок предоставления отчетов по домашним заданиям

Отчеты по выполнению домашних заданий должны быть размещены на сайте movs.psu.ru:8080 для проверки преподавателями не позже чем 15:00 за один рабочий день до даты защиты работы.

10.6 Оценивание и самооценивание домашних заданий и его связь с графиком учебного процесса по дисциплине «ТО ИС»

Для каждого ДЗ указаны сроки выполнения в соответствии с графиком учебного процесса по дисциплине «ТО ИС» и критерии оценивания. В случае отставания от установленного графика опоздание приводит к снижению общей оценки за ЛР (каждая учебная неделя – минус один балл).

В приложении к отчету по ДЗ и их частей необходимо представить таблицу самооценивания, которая отражает степень выполнения ДЗ по мнению автора.

Результат ДЗ № 3–8 оформляется в виде презентации, которая отражает все этапы и результаты SMS. Эти презентации проходят процедуру парного оценивания. При этом оценивание выполненной работы выполняют несколько других студентов этой учебной группы с помощью соответствующего элемента курса «Теоретические основы информационных систем» на сайте mvs.psu.ru:8080. Презентации, представленные на рецензирование, должны быть исправлены с учетом замечаний оценщиков работы.

Защита SMS проводится публично в часы последнего практического занятия. Степень участия в парном оценивании, качество этого оценивания, представление и защита SMS учитываются в итоговой оценке КТ4 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором дисциплина «ТО ИС» предусмотрена в первом триместре) или КТ5 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором «ТО ИС» предусмотрена в четвертом триместре).

11 Практическое занятие № 1. Формализация описания и классификация ИС

Цель: практическое занятие направлено на формализацию описания системы, которая является объектом автоматизации / цифровизации в ВКР и определение ее класса; формализацию описания информационной системы, которая является предметом ВКР и определение ее класса.

Методические указания к проведению: для проведения практического занятия № 1 необходимо предварительно изучить [4]–[33].

Домашнее задание № 1:

- выполнить формализацию описания системы, которая является объектом автоматизации / цифровизации в ВКР,
- определить класс системы, которая является объектом автоматизации / цифровизации в ВКР, используя различные признаки классификации,
- выполнить формализацию описания информационной системы, которая является предметом ВКР,
- определить класс этой информационной системы, используя различные признаки классификации.

Срок выполнения: 1-я неделя. Срок защиты: 2-я неделя. Максимальная оценка составляет 5 баллов, зачетная – 2,1 балла. Представление отчета осуществляется через элемент «Отчет ДЗ1» сайта mova.psu.ru:8080; в ЕТИС это часть КТ1 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором дисциплина «ТО ИС» предусмотрена в первом триместре) или часть КТ2 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором «ТО ИС» предусмотрена в четвертом триместре).

Содержание отчета:

- словесное описание предметной области,
- формализация описания системы, которая является объектом автоматизации / цифровизации в ВКР,
- определение класса этой системы с указанием классификационных признаков,
- формализация описания информационной системы, которая является предметом ВКР,
- определение класса этой ИС с указанием классификационных признаков.

12 Практическое занятие № 2. Формализация требований к ИС

Цель: практическое занятие направлено на изучение основ требований к ИС и формирование соответствующей документации.

Методические указания к проведению: для проведения практического занятия № 2 необходимо предварительно изучить нормативные документы в области работы с требованиями [29], [37]–[42].

Домашнее задание № 2:

- определить требования к информационной системе, которая является предметом ВКР с учетом множественной классификации, рассмотренной в теоретической части дисциплины,
- сформировать документ «Техническое задание» с учетом класса ИС, который был определен в ДЗ № 1.

Срок выполнения: 2-я неделя. Срок защиты: 3-я неделя. Максимальная оценка составляет 5 баллов, зачетная – 2,1 балла. Представление отчета осуществляется через элемент «Отчет ДЗ2» сайта mvs.psu.ru:8080; в ЕТИС это часть КТ1 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором дисциплина «ТО ИС» предусмотрена в первом триместре) или часть КТ2 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором «ТО ИС» предусмотрена в четвертом триместре).

Содержание отчета:

- требования к информационной системе, которая является предметом ВКР с учетом множественной классификации,
- документ «Техническое задание» с учетом класса ИС.

13 Практическое занятие № 3. SMS: определение исследовательских вопросов, стратегии поиска, источников данных научных публикаций и ключевых слов

Цель: практическое занятие направлено на определение исследовательских вопросов, стратегии поиска, источников данных научных публикаций и ключевых слов при выполнении анализа литературных источников по тематике научного исследования в предметной области ВКР на основе SMS как исследовательской методологии.

Методические указания к проведению: для проведения практического занятия № 3 необходимо предварительно изучить [45], [49]–[51].

Домашнее задание № 3:

- выделить область обзора при выполнении анализа литературных источников по тематике научного исследования в предметной области ВКР,
- сформулировать исследовательские вопросы SMS,
- сформулировать стратегию поиска SMS,
- определить источники данных научных публикаций SMS,
- сформулировать ключевые слова для поиска SMS.

Срок выполнения: 3-я неделя. Срок защиты: 4-я неделя. Максимальная оценка составляет 2 балла, зачетная – 0,9 балла. Представление отчета осуществляется через элемент «Отчет ДЗ3» сайта movs.psu.ru:8080; в ЕТИС это часть КТ2 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором дисциплина «ТО ИС» предусмотрена в первом триместре) или часть КТ3 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором «ТО ИС» предусмотрена в четвертом триместре).

Содержание отчета:

- исследовательские вопросы SMS,
- стратегия поиска SMS,
- источники данных научных публикаций SMS,
- ключевые слова для поиска SMS.

14 Практическое занятие № 4. SMS: проведение поиска

14.1 Цель практического занятия № 4

Практическое занятие направлено на нахождение всех документов с учетом стратегии поиска, источников данных научных публикаций и ключевых слов при выполнении анализа литературных источников по тематике научного исследования в предметной области ВКР на основе SMS как исследовательской методологии.

14.2 Методические указания к проведению ПЗ № 4

Для проведения практического занятия № 4 необходимо предварительно изучить [45], [49]–[51] и теоретический материал п. 6.3.

14.3 Пример проведения поиска документов

Далее рассматриваются последовательности действий при поиске публикаций для примера 6.3. Данные, вводимые пользователем, в тексте выделяются шрифтом Courier New; данные, выбираемые из списков – подчеркиванием; названия полей ввода, списков, флажков, элементов меню, ссылок – шрифтом Arial Narrow; названия кнопок – разреженным шрифтом с подчеркиванием.

14.3.1 Поиск публикаций в IEEE Xplore DL

Вход на страницу IEEE Xplore Digital Library (<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>) и выбор и выбор ссылки Advanced Search.

Задание критериев поиска на поисковой форме IEEE Xplore DL (<https://ieeexplore.ieee.org/search/advsearch.jsp>):

- вкладка – Advanced Keyword/Phrases ,
- Search: – Metadata Only ,
- указание метаданных – in Document Title ,
- ввод ключевого слова – МООС ,
- выбор логического оператора – OR ,
- указание метаданных – in Document Title ,
- ввод ключевого слова – "Massive Open Online Course",
- Content Filter – All Results ,
- Content Types – Journals & Magazines и Books ,
- Publication Year – Specify Year Range From: 2013 To: 2018 ,
- выполнение поиска – кнопка Search.

На странице результатов поиска отображаются:

- вверху – главное меню с элементом Per Page: для задания количества документов на одной странице: 25 (по умолчанию), 50, 75, 100);
- поисковая строка, количество найденных документов, фильтры по типу документа,

- слева – фильтры (тип доступа, год, автор, аффилиация авторов, название источника и др.),
- в центре – список найденных документов с указанием названия, авторов, года и источника, при наличии аннотации ее можно увидеть, выбрав Abstract ,
- внизу – кнопка Load More для продолжения загрузки на эту страницу информации об остальных.

После перехода по гиперссылке названия публикации открывается страница документа, которая отображает его метаданные: указанные в списке найденных документов; диапазон страниц, ISSN (ISBN), DOI, издатель, раскрывающиеся списки информации об авторах, ключевых словах и пр.

14.3.2 Поиск публикаций в ACM DL

Вход на страницу ACM Digital Library (<https://dl.acm.org/>) и выбор ссылки Advanced Search.

Задание критериев поиска на поисковой форме ACM DL (<https://dl.acm.org/advsearch.cfm?coll=DL&dl=ACM>):

- Select items from – The ACM Full-Text Collection ,
- указание метаданных – Where Title ,
- задание стратегии поискового запроса – matches all ,
- ввод ключевого слова – of the following words or phrases: МООС,
- добавление метаданных – кнопка + ,
- указание метаданных – Where Title ,
- задание стратегии поискового запроса – matches all ,
- ввод ключевого слова – of the following words or phrases: "Massive Open Online Course" ,
- добавление метаданных – кнопка + ,
- указание метаданных – Where Any field ,
- задание стратегии поискового запроса – matches none,
- ввод ключевого слова – of the following words or phrases: Proceedings ,
- указание метаданных – Where Publisher Year ,
- задание стратегии поискового запроса – is in the range 2013 2018 ,
- выполнение поиска – кнопка Search.

На странице результатов поиска отображаются:

- вверху – поисковая строка, количество найденных документов, меню форматов экспорта результатов,
- слева – фильтры (автор, аффилиация авторов, название источника, издатель, год и др.),
- в центре – список найденных документов с указанием названия, авторов, года и источника, издателя, при наличии – ключевых слов; фрагменты публикации с контекстом вхождения поискового запроса можно увидеть, выбрав [result highlights] ,
- внизу – навигатор по страницам выдачи результатов поиска (по умолчанию на странице информация о 20 публикациях).

После перехода по гиперссылке названия публикации открывается страница документа, которая отображает его метаданные: указанные в списке найденных документов; аффилиация авторов, тип издания, диапазон страниц, издатель, DOI, при наличии – аннотация.

14.3.3 Поиск публикаций в Scopus

Вход на страницу «Электронные ресурсы» сайта научной библиотеки ПГНИУ (<http://library.psu.ru/node/738>) и выбор ссылки Scopus.

Задание критериев поиска на поисковой форме Scopus (<https://www.scopus.com/search/form.uri&display=basic>):

- указание метаданных – Название статьи ,
- Поиск – МООС,
- добавление метаданных – кнопка + ,
- выбор логического оператора – OR ,
- указание метаданных – Название статьи ,
- Поиск – "Massive Open Online Course",
- раскрытие списка Ограничить,
- Опубликованные 2013 по 2018 ,
- Тип документа – Article .
- выполнение поиска – кнопка Поиск .

На странице результатов поиска отображаются:

- вверху – поисковая строка и количество найденных документов,
- слева – фильтры (тип доступа, год, автор, отрасль знаний, тип документа, стадия публикации, название источника, ключевое слово, организация, финансирующий спонсор, страна, тип источника, язык),
- в центре – меню анализа результатов и список найденных документов с указанием названия, авторов, года и источника, при наличии аннотации ее можно увидеть, выбрав Просмотр краткого описания ,
- внизу – список Показать: _ результатов на страницу (для задания количества документов на одной странице: 20 по умолчанию, 50, 100, 200) и навигатор по страницам выдачи результатов поиска.

После перехода по гиперссылке названия публикации открывается страница документа, которая отображает его метаданные: указанные в списке найденных документов; аффилиация авторов, ключевые слова авторов, ISSN, тип источника, язык оригинала, тип документа, издатель, DOI.

14.3.4 Поиск публикаций в Web of Science

Вход на страницу «Электронные ресурсы» сайта научной библиотеки ПГНИУ (<http://library.psu.ru/node/738>) и выбор ссылки Web of Science.

Задание критериев поиска на поисковой форме Web of Science (apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do&prod...) :

- Выбрать базу данных – Web of Science Core collection ,
- меню поиска – Основной поиск ,
- указание метаданных – Заголовок ,
- ввод ключевого слова – МООС,
- добавление метаданных – кнопка Добавить строку ,

- выбор логического оператора – OR ,
- указание метаданных – Заголовок,
- ввод ключевого слова – "Massive Open Online Course",
- добавление метаданных – кнопка Добавить строку ,
- выбор логического оператора – AND ,
- указание метаданных – Тип документа,
- выбор из списка – Article ,
- Период – Настраиваемый диапазон лет ,
- 2013 по 2018 ,
- выполнение поиска – кнопка Поиск .

На странице результатов поиска отображаются:

- слева – количество найденных документов, поисковая строка и фильтры (тип доступа, год, категория Web of Science, тип документа, профили организаций, финансирующие организации, авторы, названия изданий),
- в центре – меню анализа результатов и список найденных документов с указанием названия, авторов, источника, года, при наличии аннотации ее можно увидеть, выбрав Посмотреть аннотацию ,
- внизу – список Отображение: (для задания количества документов на одной странице: 10 (по умолчанию), 25, 50) и навигатор по страницам выдачи результатов поиска.

После перехода по гиперссылке названия публикации открывается страница документа, которая отображает его метаданные: указанные в списке найденных документов; DOI, тип документа, ключевые слова авторов, информация об авторах, издатель, ISSN (ISBN), язык оригинала и др.

14.3.5 Поиск публикаций в ScienceDirect

Вход на страницу ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>) и выбор ссылки Advanced Search.

Задание критериев поиска на поисковой форме ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/search/advanced>) :

- Year(s) – 2013–2018 ,
- раскрытие списка Shows all fields ,
- Title – МООС,
- Article types – Research articles и Book chapters ,
- выполнение поиска – кнопка Search.

Для поиска по ключевым словам «Massive Open Online Course» на поисковой форме необходимо повторить такую же последовательность действий.

На странице результатов поиска отображаются:

- вверху – поисковая строка,
- слева – количество найденных документов, фильтры (год, тип документа, выходные данные публикации в источнике),
- в центре – главное меню с элементами Download и Export; список найденных документов с указанием названия, источника, года, авторов, при наличии аннотации ее можно увидеть, выбрав Abstract ,

- внизу – кнопки списка Display: (для задания количества документов на одной странице: 25 (по умолчанию), 50, 100) и навигатор по страницам выдачи результатов поиска.

После перехода по гиперссылке названия публикации открывается страница документа, которая отображает:

- вверху – главное меню с элементами Download PDF и Export ,
- слева – оглавление публикации; палитру рисунков и список таблиц (все в виде гиперссылок),
- в центре – метаданные: указанные в списке найденных документов; раскрывающиеся списки информации об авторах, DOI, аннотация, ключевые слова; текст статьи (если она в открытом доступе).

14.3.6 Поиск публикаций в SpringerLink

Вход на страницу SpringerLink (<https://link.springer.com/>) и выбор ссылки Advanced Search в меню инструментов.

Задание критериев поиска на поисковой форме SpringerLink (<https://link.springer.com/advanced-search>) :

- where the title contains – "Massive Open Online Course" or MOOC,
- Show documents published – раскрытие списка и выбор between ,
- Start year – 2013 ,
- End year – 2018 .
- выполнение поиска – кнопка Search.

На странице результатов поиска отображаются:

- вверху – значение временного диапазона поиска и кнопка ↓ загрузки;
- слева – фильтры (тип документа, дисциплины, поддисциплины, язык публикации),
- в центре – количество найденных документов; меню, в котором может быть открыт фильтр по годам публикации с помощью кнопки Date Published; навигатор по страницам выдачи результатов поиска; список найденных документов с указанием типа документа, названия, начального текста аннотации, начального текста списка авторов, источника и года; кнопки Download PDF и View Article ,
- внизу – дубликат навигатора по страницам выдачи результатов поиска.

После перехода по гиперссылке названия публикации или с помощью кнопки View Article открывается страница документа, которая отображает его метаданные: указанные в списке найденных документов; аффилиация авторов; полный текст аннотации; ключевые слова; текст статьи (если она в открытом доступе).

Так как на поисковой форме SpringerLink отсутствует фильтр по метаданным статьи, то количество результатов выдачи может превышать 1000 (хотя задается поиск в названии, но выполняется и по метаданным, и по тексту статьи).

14.3.7 Поиск публикаций в ЭНБ

Вход на страницу ЭНБ (<https://elibrary.ru>), открытие окна ПОИСК, выбор ссылки Расширенный поиск.

Задание критериев поиска на поисковой форме ЭНБ (<https://elibrary.ru/querybox.asp?scope=newquery>) :

- Что искать – МООС,
- Где искать – в названии публикации ,
- Тип публикации – статьи в журналах и книги ,
- Тематика – Добавить ,
- в окне ТЕМАТИЧЕСКИЙ РУБРИКАТОР – 20.00.00 Информатика ,
- в окне ТЕМАТИЧЕСКИЙ РУБРИКАТОР – 14.00.00 Народное образование. Педагогика ,
- Параметры – искать с учетом морфологии ,
- Годы публикации 2013 - 2018
- выполнение поиска – кнопка Поиск.

Для поиска по ключевым словам «Massive Open Online Course» на поисковой форме необходимо повторить такую же последовательность действий.

На странице РЕЗУЛЬТАТЫ ПОИСКОВОГО ЗАПРОСА отображаются:

- слева – комментарий к цвету пиктограммы, сопровождающей информацию о публикации: доступ к полному тексту документа открыт (зеленый цвет) / закрыт (красный) / на сайте издателя (фиолетовый) / через систему заказа (желтый) / документ отсутствует в НЭБ (нет пиктограммы). Доступ к публикациям, размещенным на сайте издателя, возможен только для зарегистрированных пользователей ЭНБ,
- в центре – количество найденных документов; список найденных документов с указанием названия, авторов, источника и года,
- внизу – навигатор по страницам выдачи результатов поиска (по умолчанию на странице информация о 100 публикациях).

После перехода по гиперссылке названия публикации открывается страница документа, которая отображает его метаданные: указанные в списке найденных документов; аффилиация авторов; тип публикации; ключевые слова; аннотация; при наличии – описание на английском языке (название публикации, авторы, аффилиация авторов, аннотация).

14.3.8 В п. 6.3.4 было показано, что формат BibTeX поддерживают большинство репозитариев, поэтому в п. 14.3.9–14.3.13 экспорт результатов поиска выполняется в bib-файл.

14.3.9 Экспорт результатов поиска из IEEE Xplore DL

Выбор на странице результатов поиска необходимых публикаций с помощью соответствующих флажков или всех публикаций текущей страницы флажком Select All on Page.

Открытие окна настроек экспорта с помощью элемента Export главного меню.

Выбор в окне настроек экспорта вкладки Citations:

- Format – BibTeX ,
- Include – Citation & Abstract ,
- выполнение экспорта – кнопка Export.

Фрагмент файла экспорта из IEEE Xplore DL в формате BibTeX приведен в приложении Б.

14.3.10 Экспорт результатов поиска из ACM DL

Выбор на странице результатов поиска в меню форматов экспорта результатов элемента bibtex.

Выполнение экспорта сохранением файла формата .bib. Имя файла имеет префикс ACMDLууууmmdd, где уууу – цифры года, mm – месяца, dd – дня текущей даты.

Фрагмент файла экспорта из ACM DL в формате BibTeX приведен в приложении Б.

14.3.11 Экспорт результатов поиска из Scopus

Выбор на странице результатов поиска необходимых публикаций с помощью соответствующих флажков или всех публикаций флажком Все в меню анализа результатов.

Инициализация экспорта с помощью элемента Экспорт меню анализа результатов.

На странице «Экспортировать настройки документа»:

– Выберите способ экспорта – BibTeX ;

– Какую информацию экспортировать? :

1) «Информация о цитировании», «Библиографическая информация», «Краткое описание и ключевые слова» – флажки для включения всех метаданных;

2) «Прочая информация» – Информация о конференции ;

– выполнение экспорта – кнопка Экспорт.

Фрагмент файла экспорта из Scopus в формате BibTeX приведен в приложении Б.

14.3.12 Экспорт результатов поиска из Web of Science

Выбор на странице результатов поиска необходимых публикаций с помощью соответствующих флажков или всех публикаций текущей страницы флажком Выбрать всю страницу в меню анализа результатов.

Выбор элемента Другие форматы файлов в списке Экспорт меню анализа результатов.

В окне «Экспортировать записи в файл»:

– Записи из: 1 по n (где n – количество найденных записей, $n \leq 500$),

– Содержимое записи: – Полная запись и пристатейные ссылки ,

– Формат файла – BibTeX ,

– выполнение экспорта – кнопка Экспорт.

Процесс экспорта сопровождается открытием окна Экспорт записей в файл.

Фрагмент файла экспорта из Web of Science в формате BibTeX приведен в приложении Б.

14.3.13 Экспорт результатов поиска из ScienceDirect. Доступен только зарегистрированным пользователям или в интранет ПГНИУ.

Выбор на странице результатов поиска необходимых публикаций с помощью соответствующих флажков или всех публикаций текущей страницы флажком в главном меню.

Выбор в главном меню элемента Export.

Выбор в открывшемся окне варианта Export citation to BibTeX.

Выполнение экспорта сохранением файла формата .bib.

Фрагмент файла экспорта из ScienceDirect в формате BibTeX приведен в приложении Б.

14.3.14 Экспорт результатов поиска из SpringerLink

Выбор на странице результатов поиска кнопки ↓ загрузки.

Выполнение экспорта сохранением файла SearchResults.csv.

Фрагмент файла экспорта из SpringerLink в формате csv приведен в приложении Б.

6.3.15 Экспорт результатов поиска из ЭНБ не предусмотрен.

14.4 Домашнее задание № 4

14.4.1 Выполнить поиск всех документов с учетом источников данных научных публикаций, определенных в ДЗ № 3, а также стратегии поиска и ключевых слов, сформулированных ДЗ № 3, сформировав корпус первичных публикаций.

14.4.2 Для выполнения остальных этапов SMS с помощью системы BibReader экспорт результатов из IEEE Xplore DL, ACM DL, ScienceDirect WoS и Scopus выполнить в формат BibTeX.

14.4.3 Построить распределение публикаций корпуса первичных публикаций по источникам и годам публикации.

14.4.4 Срок выполнения: 4-я неделя. Срок защиты: 5-я неделя. Максимальная оценка составляет 4 балла, зачетная – 1,7 баллов. Представление отчета осуществляется через элемент «Отчет ДЗ4» сайта movs.psu.ru:8080; в ЕТИС это часть КТ2 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором дисциплина «ТО ИС» предусмотрена в первом триместре) или часть КТ3 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором «ТО ИС» предусмотрена в четвертом триместре).

14.4.5 Содержание отчета:

- корпус первичных публикаций в виде файлов, экспортированных из источников данных научных публикаций, или полученных другим способом,
- таблица распределения публикаций корпуса первичных публикаций по источникам,
- таблица распределения публикаций корпуса первичных публикаций по годам публикации.

15 Практическое занятие № 5. SMS: Скрининг документов

Цель: практическое занятие направлено на отбор уникальных и релевантных документов из корпуса первичных публикаций при выполнении анализа литературных источников по тематике научного исследования в предметной области ВКР на основе SMS как исследовательской методологии.

Методические указания к проведению: для проведения практического занятия № 5 необходимо предварительно изучить [45], [49]–[51] и теоретический материал п. 6.3.

Домашнее задание № 5:

- выполнить удаление документов-дубликатов из корпуса первичных публикаций, сформировав корпус уникальных публикаций. Учитывать в корпусе документы с наиболее полными метаданными,
- дополнить таблицы распределения публикаций корпуса первичных публикаций по источникам и годам публикации информацией об уникальных документах,
- сформулировать критерии включения и исключения документов для отбора релевантных документов,
- применить критерии включения и исключения при обработке корпуса уникальных публикаций, сформировав корпус релевантных публикаций,
- дополнить таблицы распределения публикаций корпуса первичных публикаций по источникам и годам публикации информацией о релевантных документах,
- после построения корпусов уникальных и релевантных публикаций с помощью системы BibReader дополнить их информацией из других источников данных; учесть эти данные в итоговых таблицах распределения публикаций корпусов публикаций по источникам и годам публикации.

Срок выполнения: 5-я неделя. Срок защиты: 6-я неделя. Максимальная оценка составляет 5 баллов, зачетная – 2,1 баллов. Представление отчета осуществляется через элемент «Отчет ДЗ5» сайта movs.psu.ru:8080; в ЕТИС это часть КТ2 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором дисциплина «ТО ИС» предусмотрена в первом триместре) или часть КТ3 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором «ТО ИС» предусмотрена в четвертом триместре).

Содержание отчета:

- корпуса уникальных и релевантных публикаций в виде файлов, экспортированных из системы BibReader, дополненных информацией из других источников данных,
- итоговые таблицы распределения документов корпуса релевантных публикаций по источникам и годам публикации.

16 Практическое занятие № 6. SMS: ключевые слова с помощью аннотаций

Цель: практическое занятие направлено на создание схемы классификации при выполнении анализа литературных источников по тематике научного исследования в предметной области ВКР на основе SMS как исследовательской методологии.

Методические указания к проведению: для проведения практического занятия № 6 необходимо предварительно изучить [45], [49]–[51] и теоретический материал п. 6.3.

Домашнее задание № 6:

- выполнить построение исходного частотного словаря по аннотациям публикаций из корпуса релевантных документов; учитывать в корпусе документы из всех источников данных публикаций,
- выполнить разделение частотного словаря по аннотациям публикаций с учетом контекста исследовательских вопросов,
- построить облака слов по аннотациям публикаций с учетом контекста исследовательских вопросов,
- использовать при необходимости кроме системы BibReader сторонние системы, рекомендованные в п. 6.5,
- для выполнения этого этапа SMS допускается использовать методы и инструменты, которые изучаются студентами в дисциплине «Компьютерные технологии обработки больших массивов данных».

Срок выполнения: 6-я неделя. Срок защиты: 7-я неделя. Максимальная оценка составляет 2 балла, зачетная – 0,9 балла. Представление отчета осуществляется через элемент «Отчет ДЗ6» сайта movs.psu.ru:8080; в ЕТИС это часть КТ2 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором дисциплина «ТО ИС» предусмотрена в первом триместре) или часть КТ3 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором «ТО ИС» предусмотрена в четвертом триместре).

Содержание отчета:

- исходный частотный словарь по аннотациям публикаций из корпуса релевантных документов,
- частотные словари по аннотациям публикаций с учетом контекста исследовательских вопросов,
- облака слов по аннотациям публикаций с учетом контекста исследовательских вопросов,
- кластеризация релевантных публикаций с использованием методов и инструментов, которые изучаются студентами в дисциплине «Компьютерные технологии обработки больших массивов данных»,
- распределение публикаций из корпуса релевантных документов по выделенным кластерам.

17 Практическое занятие № 7. SMS: извлечение данных и картографирование процесса

Цель: практическое занятие направлено на построение систематических карт при выполнении анализа литературных источников по тематике научного исследования в предметной области ВКР на основе SMS как исследовательской методологии.

Методические указания к проведению: для проведения практического занятия № 7 необходимо предварительно изучить [45], [49]–[51] и теоретический материал п. 6.3.

Домашнее задание № 7:

- сформировать список библиографических описаний публикаций корпуса релевантных документов; рекомендуемый стиль оформления – ГОСТ Р 7.0.5,
- построить распределение публикаций корпуса релевантных документов по типу документа,
- сформировать списки каналов публикаций (журналы, книги и научные мероприятия),
- построить распределение публикаций корпуса релевантных документов по географическому принципу,
- сформировать список организаций авторов работ корпуса РП,
- построить распределение публикаций корпуса релевантных документов по количественному составу авторских коллективов,
- визуализировать распределения публикаций, построенные в п. 15.3, п. 16.3 и п. 17.3, выбрав подходящий тип диаграмм.

Срок выполнения: 7-я неделя. Срок защиты: 8-я неделя. Максимальная оценка составляет 2 балла, зачетная – 0,9 балла. Представление отчета осуществляется через элемент «Отчет ДЗ7» сайта movs.psu.ru:8080; в ЕТИС это часть КТ2 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором дисциплина «ТО ИС» предусмотрена в первом триместре) или часть КТ3 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором «ТО ИС» предусмотрена в четвертом триместре).

Содержание отчета:

- список БО публикаций корпуса релевантных документов,
- распределение публикаций корпуса релевантных документов по типу документа,
- списки каналов публикаций,
- распределение публикаций корпуса релевантных документов по географическому принципу,
- список организаций,
- распределение публикаций корпуса релевантных документов по количественному составу авторских коллективов,
- диаграммы, иллюстрирующие распределения публикаций, построенные в п. 15.3, п. 16.3 и п. 17.3.

18 Практическое занятие № 8. SMS: обсуждение

Цель: практическое занятие направлено на обсуждение результатов SMS при выполнении анализа литературных источников по тематике научного исследования в предметной области ВКР.

Методические указания к проведению: для проведения практического занятия № 8 необходимо предварительно изучить [45], [49]–[51], [57] и теоретический материал п. 6.3.

Домашнее задание № 8:

- сформулировать ответы на исследовательские вопросы SMS по результатам извлечения данных и картографирования процесса,
- подготовить обсуждение полученных ответов,
- сформулировать ограничения SMS,
- определить перспективы и рекомендации по применению SMS,
- выбрать научное издание, в которое планируется представить статью с SMS,
- подготовить текст статьи с SMS,
- текст статьи отформатировать с учетом требований издания.

Срок выполнения: 8-9-я неделя. Срок защиты: 10-я неделя. Максимальная оценка составляет 5 баллов, зачетная – 2,1 балла. Представление отчета осуществляется через элемент «Отчет ДЗ8» сайта movs.psu.ru:8080; в ЕТИС это часть КТ2 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором дисциплина «ТО ИС» предусмотрена в первом триместре) или часть КТ3 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором «ТО ИС» предусмотрена в четвертом триместре).

Содержание отчета: текст статьи с SMS.

19 Практическое занятие № 9. Разработка формальных моделей ИС на основе ООП к моделированию и оценка трудоемкости разработки ПО

Цель: практическое занятие направлено на разработку формальных моделей на основе ООП к моделированию (этап анализа) ИС, которая является предметом ВКР, и оценку трудоемкости разработки ПО такой ИС.

Методические указания к проведению: для проведения практического занятия № 9 необходимо предварительно изучить [3], [30], [35], [52]–[53].

Домашнее задание № 9:

- выполнить на разработку формальной модели на основе ООП к моделированию ИС, которая является предметом ВКР;
- построить диаграмму прецедентов с помощью инструментов [58]–[61],
- оценить трудоемкость разработки ПО на основе прецедентов:

- 1) процесс определения весовых показателей действующих лиц проиллюстрировать таблицей

Имя актора	Тип действующего лица	Весовой коэффициент
------------	-----------------------	---------------------

и вычислить значение показателя A ;

- 2) процесс определения весовых показателей вариантов использования проиллюстрировать таблицей,

Имя прецедента	Тип прецедента	Весовой коэффициент
----------------	----------------	---------------------

обосновать выбор признака деления вариантов использования и вычислить значение показателя UCP ;

- 3) определить показатель $UUCP$;

- 4) процесс определения весовых показателей технической сложности проекта проиллюстрировать таблицей

Описание показателя T_i	Значение T_i	Вес W_i .
---------------------------	----------------	-------------

и вычислить значение показателя TCF ;

- 5) процесс определения весовых показателей уровня квалификации разработчиков проекта проиллюстрировать таблицей

Описание показателя F_i	Значение F_i	Вес W_i .
---------------------------	----------------	-------------

и вычислить значение показателя EF ;

- 6) определить показатель UCP и проанализировать результат.

Срок выполнения: 10-я неделя. Срок защиты: 11-я неделя. Максимальная оценка составляет 7 баллов, зачетная – 2,9 баллов. Представление отчета осуществляется через элемент «Отчет Д39» сайта movs.psu.ru:8080; в ЕТИС это часть КТЗ (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором дисциплина «ТО ИС» предусмотрена в первом триместре) или часть КТ4 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором «ТО ИС» предусмотрена в четвертом триместре).

Содержание отчета:

- диаграмма прецедентов,
- оценка трудоемкости разработки ПО на основе прецедентов.

20 Практическое занятие № 10. Разработка формальных моделей ИС на основе структурного подхода к моделированию

Цель: практическое занятие направлено на разработку формальных функциональных моделей на основе структурного подхода к моделированию информационной системы, которая является предметом ВКР.

Методические указания к проведению: для проведения практического занятия № 10 необходимо предварительно изучить [3], [30].

Домашнее задание № 10:

- выполнить разработку формальной функциональной модели на основе структурного подхода к моделированию информационной системы, которая является предметом ВКР,
- построить диаграмму IDEF0 уровня общего представления с помощью одного из инструментов [58]–[61],
- выполнить декомпозицию модели общего представления,
- построить диаграмму IDEF0 декомпозиции модели общего представления с помощью одного из инструментов [58]–[61],
- классифицировать типы связей между блоками диаграмм IDEF0 [3].

Срок выполнения: 11-я неделя. Срок защиты: 12-я неделя. Максимальная оценка составляет 7 баллов, зачетная – 2,9 баллов. Представление отчета осуществляется через элемент «Отчет Д310» сайта movs.psu.ru:8080; в ЕТИС это часть КТ3 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором дисциплина «ТО ИС» предусмотрена в первом триместре) или часть КТ4 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором «ТО ИС» предусмотрена в четвертом триместре).

Содержание отчета:

- диаграммы IDEF0,
- классификация типов связей между блоками диаграмм IDEF0.

21 Практическое занятие № 11. Формальные методы оценки производительности пользовательского интерфейса

Цель: практическое занятие направлено на разработку формальных моделей оценки производительности пользовательского интерфейса.

Методические указания к проведению: для проведения практического занятия № 11 необходимо предварительно изучить [54]–[56].

Домашнее задание № 11:

- выполнить оценку производительности пользовательского интерфейса при выполнении этапа «Скрининг» SMS при использовании систем BibReader и Zotero / Mendeley; использовать 3 файла, экспортированных из разных репозитариев,
- выполнить оценку производительности пользовательского интерфейса при выполнении этапа SMS «Ключевые слова с помощью аннотаций» при использовании систем BibReader и сторонних Web-ресурсов для 10 произвольно выбранных публикаций; варианты заданий приведены в таблице 21.1; номер варианта выбирается студентом по журналу группы в ЕТИС,

Таблица 21.1 – Варианты заданий ДЗ11 (этап «Ключевые слова с помощью аннотаций»)

Номер варианта	Построитель частотных словарей
1, 4, 7, 10, 13	Advego
2, 5, 8, 11, 14	Text.ru
3, 6, 9, 12, 15	Word It Out

- оформить результаты в виде таблиц,
- проанализировать полученные результаты.

Срок выполнения: 12-я неделя. Срок защиты: 13-я неделя. Максимальная оценка составляет 6 баллов, зачетная – 2,5 баллов. Представление отчета осуществляется через элемент «Отчет ДЗ11» сайта movs.psu.ru:8080; в ЕТИС это часть КТЗ (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором дисциплина «ТО ИС» предусмотрена в первом триместре) или часть КТ4 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором «ТО ИС» предусмотрена в четвертом триместре).

Содержание отчета:

- оценка производительности пользовательского интерфейса при выполнении этапа «Скрининг» SMS,
- оценка производительности пользовательского интерфейса при выполнении этапа «Ключевые слова с помощью аннотаций» SMS,
- анализ результатов.

22 Практическое занятие № 12. Парное оценивание SMS

Цель: практическое занятие направлено на анализ новых научных результатов, полученных другими студентами группы при выполнении SMS.

Методические указания к проведению: для проведения практического занятия № 12 необходимо подготовить презентацию, которая отражает все этапы и результаты SMS по тематике научного исследования в предметной области ВКР.

Домашнее задание № 12:

- выполнить проверку протокола SMS на плагиат (<https://text.ru/>),
- подготовить презентацию протокола SMS, отражающую этапы SMS и их результаты,
- результат проверки на плагиат вставить в презентацию,
- загрузить презентацию в соответствующий элемент курса «Теоретические основы информационных систем» на сайте mvs.psu.ru:8080,
- выполнить парное оценивание, выполненное другими студентами группы согласно предложенным критериям.

Срок выполнения: 10-12-я недели (отдельно оговариваются финальное время представление работ для парного оценивания и время его выполнения).
Срок защиты: 12-я неделя. Максимальная оценка составляет 10 баллов, зачетная – 4,1 балла; в ЕТИС это часть КТ4 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором дисциплина «ТО ИС» предусмотрена в первом триместре) или часть КТ5 (для учебных групп, обучающихся по учебному плану, в котором «ТО ИС» предусмотрена в четвертом триместре).

Содержание отчета: презентация протокола SMS, отражающую этапы SMS и их результаты.

23 Входной контроль по дисциплине «ТО ИС»

Входной контроль по дисциплине «Теоретические основы информационных систем» проводится в учебных группах, обучающихся по учебному плану, в котором эта дисциплина предусмотрена в четвертом триместре; в ЕТИС это КТ1.

1. Укажите компоненты базовых экспертных систем.
2. Укажите класс архитектуры ЭВМ, предлагаемой на схеме, согласно таксономии Флинна.
3. Что такое «обобщение» в концептуальной модели языка UML?
4. Укажите основной элемент SADT-модели (модели IDEF0).
5. Дана программа на Прологе. Установите соответствие между понятиями языка и элементами программы.
6. Установите последовательность разделов в "Техническом задании" на программу в соответствии с ГОСТ 19.201-78.
7. Укажите эмпирические научные методы.
8. Запишите библиографическое описание статьи в журнале по ГОСТ Р 7.0.5-2008 "Библиографическая ссылка", если из наукометрической базы данных Scopus получены ее метаданные в соответствующем формате.
9. Укажите группы процессов жизненного цикла ПО в соответствии со стандартом ISO/IEC 12207.
10. Дан базовый тип. Построить фрейм экземпляра из ПрО, предлагаемого на рисунке.
11. Известна информация о ПрО, представленная в виде базы знаний на семантических сетях, предлагаемая на рисунке. Постройте соответствующее отношение реляционной БД в виде таблицы.

24 Критерии парного оценивания SMS, созданных студентами

Критерии парного оценивания SMS, созданных студентами в рамках выполнения практических занятий и домашних заданий, приведены в таблице 24.1. Они использованы в элементе «Представление и парное оценивание SMS» сайта movs.psu.ru:8080.

Таблица 24.1 – Критерии парного оценивания SMS

Номер критерия	Описание критерия	Требования	Балл за выполнение требований	Способ оценивания / максимальная оценка
1	2	3	4	5
1	Исследовательские вопросы SMS	Все ИВ сформулированы в соответствии с темой ВКР	2	Выбор варианта балла / 2
		Часть ИВ сформулирована в соответствии с темой ВКР	1	
		Все ИВ сформулированы не в соответствии с темой ВКР	0	
2	Стратегия поиска и источники данных результатов публикаций НИР	Стратегия поиска четко сформулирована; указаны источники данных публикаций	2	Выбор варианта балла / 2
		Стратегия поиска не четко сформулирована или указаны не все источники данных публикаций	1	
		Стратегия поиска не сформулирована; не указаны источники данных публикаций	0	
		Scopus	2	
3	Первичное исследование выполнено в	Web of Science, e-library	1	Суммирование баллов / 6
		IEEE Xplore DL, Springer Link	1	
		ACM DL, ScienceDirect	1	
		дополнительно другие	1	

Продолжение таблицы 24.1

1	2	3	4	5
4	Удаление повторяющихся публикаций	Все дубликаты из первичного исследования удалены	2	Выбор варианта балла / 2
		Часть дубликатов из первичного исследования удалена	1	
5	Критерии включения и критерия исключения	Дубликаты из первичного исследования не удалены	0	Выбор варианта балла / 2
		Четко сформулированы и применены	2	
		Не четко сформулированы, но применены / четко сформулированы, но не применены	1	
		Не сформулированы и не применены	0	
6	Представление результата в виде библиографического списка публикаций	Публикации имеют ID	1	Суммирование баллов / 6
		Все библиографические описания публикаций оформлены в соответствии с выбранным стилем (ГОСТом)	4	
		Большая часть библиографических описаний публикаций оформлена в соответствии с выбранным стилем (ГОСТом)	3	
		Меньшая часть библиографических описаний публикаций оформлена в соответствии с выбранным стилем (ГОСТом)	2	
		Библиографические описания публикаций не оформлены в соответствии с выбранным стилем (ГОСТом)	1	
		Результаты оформлены в не соответствии с ГОСТ	1	
		Результаты отсутствуют	0	

Продолжение таблицы 24.1

1	2	3	4	5
7	Облако слов для аннотаций	<p>Указан инструмент построения облака слов, облако слов построено и приведено в протоколе, частотность слов определена, стоп-слова исключены</p> <p>Не указан инструмент построения облака слов, облако слов построено и приведено в протоколе, частотность слов определена, стоп-слова исключены</p> <p>Облако слов построено и приведено в протоколе, частотность слов определена, стоп-слова не исключены</p> <p>Облако слов построено и приведено в протоколе, частотность слов не определена, стоп-слова не исключены</p> <p>Облако слов не построено</p>	<p>3</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>0</p>	<p>Выбор варианта балла / 3</p>
8	Поиск "ключевых слов в аннотациях", характерных для ИВ	<p>Выполнен для всех ИВ (ИВ2 и ИВ3)</p> <p>Выполнен не для всех ИВ</p> <p>Не выполнен</p>	<p>2</p> <p>1</p> <p>0</p>	<p>Выбор варианта балла / 2</p>
9	Классификационные схемы по результатам поиска "ключевых слов в аннотациях", характерных для исследовательских вопросов	<p>Построены для всех ИВ (ИВ2 и ИВ3)</p> <p>Построены не для всех ИВ</p> <p>Не построены</p>	<p>2</p> <p>1</p> <p>0</p>	<p>Выбор варианта балла / 2</p>

Продолжение таблицы 24.1

1	2	3	4	5
10	Извлечение данных и картографирование процесса	Извлечены данные для ответа на все ИВ	3	Суммирование баллов / 5
		Извлечена большая часть данных для ответа на ИВ	2	
		Извлечена меньшая часть данных для ответа на ИВ	1	
		Картографирование процесса выполнено для всех извлеченных данных, на всех диаграммах представлены значения	3	
		Картографирование процесса выполнено для всех извлеченных данных, но не на всех диаграммах представлены значения / картографирование процесса выполнено для большей части извлеченных данных	1	
11	Протокол SMS	Картографирование процесса выполнено для меньшей части извлеченных данных	0	Выбор варианта балла / 5
		Не выполнены извлечение данных и картографирование процесса	0	
		Содержит обсуждение всех полученных результатов SMS	5	
		Содержит обсуждение большей части полученных результатов SMS	3	
		Содержит обсуждение меньшей части полученных результатов SMS	2	
12	Результат проверки текста протокола SMS на плагиат	Не содержит обсуждение полученных результатов SMS	0	Выбор варианта балла / 2
		Уникальность выше 71%	2	
		Уникальность ниже 70%	1	
		Проверка на плагиат не выполнялась	0	

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 7.32–2017. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – М.: Стандартинформ, 2017. – 32 с.
2. ГОСТ Р 7.0.5-2008 СИБИД. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. – М., 2008. – 19 с.
3. Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем: учебник. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 544 с.
4. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы. – М.: Мир, 1978. – 312 с.
5. Малышенко А. М. Математические основы теории систем: учебник для вузов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 364 с.
6. Мордвинов В.А. Онтология моделирования и проектирования семантических информационных систем и порталов: справочное пособие. URL: <http://window.edu.ru/resource/014/47014/files/mirea014.pdf> (дата обращения: 15.06.2019).
7. Берталанфи Л. фон. Общая теория систем – критический обзор // Исследования по общей теории систем. – М.: Прогресс, 1969. – С. 23–82.
8. Волкова В.Н.. Системный анализ информационных комплексов: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – 336 с.
9. Уёмов А. И. Системный подход и общая теория систем. – М.: Мысль, 1978. – 272 с.
10. Садовский В.Н. Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ. – М.: Наука, 1974. – 280 с.
11. Гаазе-Рапопорт М.Г. Автоматы и живые организмы. Моделирование поведения живых организмов. – М.: Физматгиз, 1961. – 224 с.
12. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. – М.: Высшая школа, 1989. – 367 с.
13. Перегудов Ф.И., Сагатовский В.Н., Ямпольский В.З. Принципы декомпозиции целей и методика построения дерева целей в системах организованного управления // Кибернетика и вуз. – Томск, 1975. – Вып. 8. – С. 3–20.
14. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. – М.: Ин. лит., 1959. – 432 с.
15. Черняк Ю.И. Системный анализ в управлении экономикой. – М.: Экономика, 1975. – 191 с.
16. Об информации, информационных технологиях и о защите информации: Фед. закон Рос. Федерации от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ: в ред. от 18 марта 2019 г.) – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/c5051782233acca771e9adb35b47d3fb82c9ff1c/ (дата обращения: 15.06.2019).
17. Шемакин Ю.И. Романов А.А. Компьютерная семантика. – М.: Научно-образовательный центр «Школа Китайгородской», 1995. – 343 с.

18. Тельнов Ю.Ф. Реинжиниринг бизнес-процессов. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 320 с.
19. Михайлов А.И., Черный А.И., Гиляревский Р.С. Основы информатики. – М.: Наука, 1968. – 756 с.
20. Черный А.И. Введение в теорию информационного поиска – М.: Наука, 1975. – 298 с.
21. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем: учеб. для вузов. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
22. Васильев И.А. Методы и инструментальные средства построения семантических WEB-порталов : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.11. – Томск, 2005. – 190 с.
23. Темников Ф.Е. Информатика // Известия ВУЗов. Электромеханика. – 1963. № 11. – С. 1277.
24. Поваров Г.Н. К познанию научно-технического прогресса // Системные исследования. Ежегодник. – М.: Наука, 1971. – С. 153–170.
25. Управление. Информация. Интеллект / ред. А.И. Берг, Б.В. Бирюков, Е.С. Геллер. – М.: Мысль, 1976. – 384 с.
26. Бир Ст. Кибернетика и управление производством. – М.: Наука, 1965. – 392 с.
27. Архитектура информационных систем. учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Б.Я. Советов, А.И. Водяхо, В.А. Дубенецкий, В.В. Цехановский. – М.: Академия, 2012. – 288 с. (Сер. Бакалавриат).
28. Петров В.Н. Информационные системы. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
29. IEEE Std 610.12-1990. IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology. – URL: http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/TIES462/Materiaalit/IEEE_SoftwareEngGlossary.pdf (дата обращения: 15.06.2019).
30. Шаврин С.М., Лядова Л.Н., Чуприна С.И. Моделирование и проектирование информационных систем: учеб.-метод. пособие. – Пермь: Перм. ун-т, 2007. – 152 с.
31. Лавров С.С. Представление и использование знаний в автоматизированных системах // Микропроцессорные средства и системы. – 1986. – №3. – С. 14–19.
32. Гаскаров Д.В. Интеллектуальные информационные системы. – М.: Высшая школа, 2003. – 432 с.
33. Управление знаниями в организации: учебник и практикум для академического бакалавриата / под ред. А.И. Уринцова. – М.: Юрайт. 2016. – 255 с.
34. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207/99. Информационная технология. Процессы жизненного цикла информационных систем. – М., 1999. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200009075> (дата обращения: 15.06.2019).
35. Якобсон А., Буч Г., Рамбо Дж. Унифицированный процесс разработки программного обеспечения. – СПб: Питер, 2002. – 496 с.

36. Вигерс К. Разработка требований к программному обеспечению. – М.: Русская Редакция», 2004. – 576 с.
37. ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. – М.: Стандартинформ, 2009. – 6 с.
38. ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы. – М.: Стандартинформ, 2010. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-34-602-89> (дата обращения: 15.06.2019).
39. ГОСТ 19.201-78. Единая система программной документации. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению. – М.: Стандартинформ, 2010. – С. 59–60. – URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294850/4294850109.pdf> (дата обращения: 15.06.2019).
40. 1233–1988 IEEE. Guide for Developing System Requirements Specifications. – IEEE, 1998. – 30 p. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/741940> (дата обращения: 15.06.2019).
41. 830–1988 IEEE. Recommended Practice for Software Requirements Specifications. – IEEE, 1998. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/720574> (дата обращения: 15.06.2019).
42. IEEE Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (1) – SWEBOOK. 2014. – 335 p. – URL: <https://www.computer.org/education/bodies-of-knowledge/software-engineering> (дата обращения: 15.06.2019)
43. Бодров Д.А., Кожитов С.Л., Поляков В.Н. Задачи интерактивной обработки поисковых запросов в теоретико-множественной постановке // Известия Саратовского университета. – 2007. – Т. 7. Сер. Математика. Механика. Информатика. – № 1. – С. 78–82.
44. Рябинин К.В., Чуприна С.И., Бортников А.Ю. Автоматизация настройки систем научной визуализации на специфику разнообразных источников данных // Научная визуализация. – 2016. – К 4. – Т. 8. – № 4. – С. 1–14.
45. Kitchenham B. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering: EBSE Technical Report EBSE-2007-01. – Keele University & Department of Computer Science University of Durham, 2007. – 57 p. – URL: https://www.researchgate.net/publication/258968007_Kitchenham_B_Guidelines_for_performing_Systematic_Literature_Reviews_in_software_engineering_EBSE_Technical_Report_EBSE-2007-01 (дата обращения: 15.06.2019)
46. Субботин Е.А., Дацун Н.Н. Система автоматизации скрининга публикаций для систематического обзора литературы // Математика и междисциплинарные исследования – 2019: Материалы Всеросс. научн.-практ. конф. молодых ученых с междунар. участием / г. Пермь. (май 2019 г.) – Пермь, 2019. – С. 365–368.
47. Жгилева Л.А. Информационная культура исследователя. – М.: Колос-с, 2018. – 245 с.

48. Дацун Н.Н. Совместное оценивание деятельности обучающихся в массовых открытых онлайн курсах: систематический обзор литературы // Мир науки. – 2015. – № 3. – С. 1–10.
49. Дацун Н.Н. SPOC в высшем образовании: европейский опыт // Вопросы образования. – 2019. – № 1. – С. 162–186.
50. Guajardo Leal B. E., Navarro-Corona C., Valenzuela González J. R. Systematic Mapping Study of Academic Engagement in MOOC // The International Review of Research in Open and Distributed Learning. – 2019. – Vol. 20, No 2. – URL: <https://doi.org/10.19173/irrodl.v20i2.4018> (дата обращения: 15.06.2019)
51. Petersen K., Vakkalanka S., Kuzniarz L. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update // Information and Software Technology. – 2015. – Vol. 64. – P. 1–18.
52. Дацун Н.Н. Моделирование информационных систем. Указания к выполнению лабораторных работ и проведению практических занятий. Ч. 1 [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – 2019. – URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/dacun-modelirovanieinformacionnykh-sistem.pdf> (дата обращения: 15.06.2019).
53. Леоненков А.В. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с использованием UML и IBM RATIONAL ROSE: учеб. пособие. – М.: ИНТУИТ: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 320 с.
54. Магазанник В.Д. Человеко-компьютерное взаимодействие: учеб. пособие. – М.: Логос, 2011. – 256 с.
55. Дацун Н.Н., Плаксин М.А. Словарь терминов и понятий по человеко-машинному взаимодействию [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – 2016. – URL: <https://elis.psu.ru/node/399080> (дата обращения: 15.06.2019).
56. Матасова Ю.А. Человеко-машинное взаимодействие. Теория и практика разработки интерфейса человек-компьютер: краткий конспект лекций. – Новосибирск: Новосиб. гос. акад. вод. трансп., 2008. – 73 с.
57. Дацун Н.Н. Образование инженерии программного обеспечения: систематический обзор литературы // Вестник Пермского университета. Сер. Математика. Механика. Информатика. – 2015. – Т. 2. – № 29. – С. 87–99.
58. draw.io. – URL: <https://www.draw.io/> (дата обращения: 15.06.2019).
59. StarUML. – URL: <http://freeanalogs.ru/StarUML#> (дата обращения: 15.06.2019).
60. Astah. – URL: <http://astah.net/student-license-request> (дата обращения: 15.06.2019).
61. Software Ideas Modeler. – URL: <https://www.softwareideas.net/en/free-uml-tool> (дата обращения: 15.06.2019).

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ОТЧЕТА
ПО ДОМАШНИМ ЗАДАНИЯМ В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ 7.32

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ОТЧЕТ

по домашнему заданию № 6
«SMS: ключевые слова с помощью аннотаций»
по дисциплине «Теоретические основы информационных систем»

Работу выполнил

студент гр. ПМИ-__

Ф.И.О. _____

(подпись)

« __ » _____ 20__

Проверил

_____ кафедры МОВС
(доц., ст. преп., асс.)

Ф.И.О. _____

(подпись)

« __ » _____ 20__

Пермь 20__

Рисунок А.1 – Титульный лист отчета по ДЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ФРАГМЕНТЫ ФАЙЛОВ ЭКСПОРТА

<pre>@ARTICLE{6649953, author={C. {Severance}}, journal={Computer}, title={MOOCs: An Insider's View}, year={2013}, volume={46}, number={10}, pages={93-96}, abstract={With the rise of massive open ... keywords={computer aided instruction; ... doi={10.1109/MC.2013.366}, ... }</pre>	<pre>@article{Ben-Ari:2013:MIP:2465085... author = {Ben-Ari, Mordechai (Moti)}, title = {MOOCs on Introductory Progr ... journal = {ACM Inroads}, issue_date = {June 2013}, volume = {4}, number = {2}, month = jun, year = {2013}, pages = {58--61}, keywords = {MOOC, Python, massive ... }</pre>
Фрагмент .bib-файла из IEEE Xplore DL	Фрагмент .bib-файла из ACM DL
<pre>@article{APARICIO201939, title = "Gamification: A key determin ... journal = "Information & Management", volume = "56", number = "1", pages = "39 - 54", year = "2019", author = "Manuela Aparicio and Tiago ... keywords = "Massive open online ... abstract = "Massive open online course ... }</pre>	
Фрагмент .bib-файла из ScienceDirect	
<pre>@ARTICLE{Costello2018, author={Costello, E. and Holland, J.C ... title={Evaluation of MCQs from MOOCs ... journal={BMC Research Notes}, year={2018}, volume={11}, number={1}, art_number={849}, affiliation={Dublin City University, Glane... abstract={Objective: There is a dearth of ... author_keywords={Education; Item writ ... document_type={Article}, source={Scopus}, }</pre>	<pre>@article{ ISI:000457482100006, Author = {Bonafini, Fernanda Cesar}, Title = {{Characterizing Super-Posters in ... Journal = {{ONLINE LEARNING}}, Year = {{2018}}, Volume = {{22}}, Number = {{4}}, Pages = {{89-108}}, Month = {{DEC}}, Abstract = {{Massive Open Online Co ... Type = {{Article}}, Keywords = {{MOOCs for teachers; part ...}}, }</pre>
Фрагмент .bib-файла из Scopus	Фрагмент .bib-файла из Web of Science

Рисунок Б.1 – Фрагменты файлов экспорта из цифровых библиотек и наукометрических БД в формате BibTeX

<p>Item Title,Publication Title,Book Series Title,Journal Volume,Journal Issue,Item DOI,Authors, Publication Year,URL,Content Type</p> <p>"Why should health ...","Public Health Reviews","", "37", "1", "10.1186/s40985...", "Rainer Sauerborn", "2016", "http://link.springer.com/article/10.1186/...", "Article"</p>

Рисунок Б.2 – Фрагмент файла экспорта из SpringerLink в формате csv

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭТАПОВ SMS В СИСТЕМЕ VIBREADER

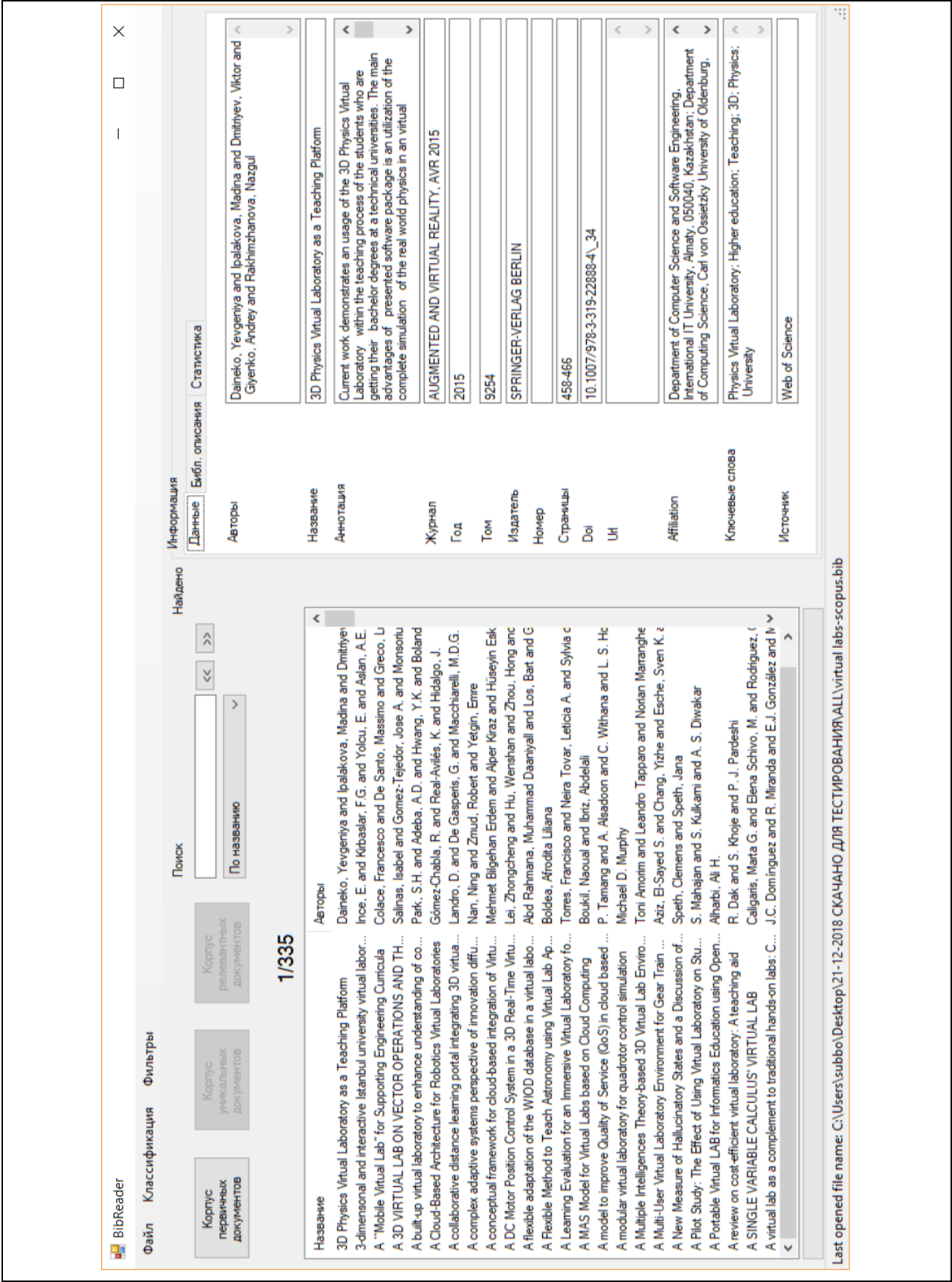


Рисунок В.1 – Этап «Скрининг»



Рисунок В.2 – Этап «Ключевые слова с помощью аннотаций»

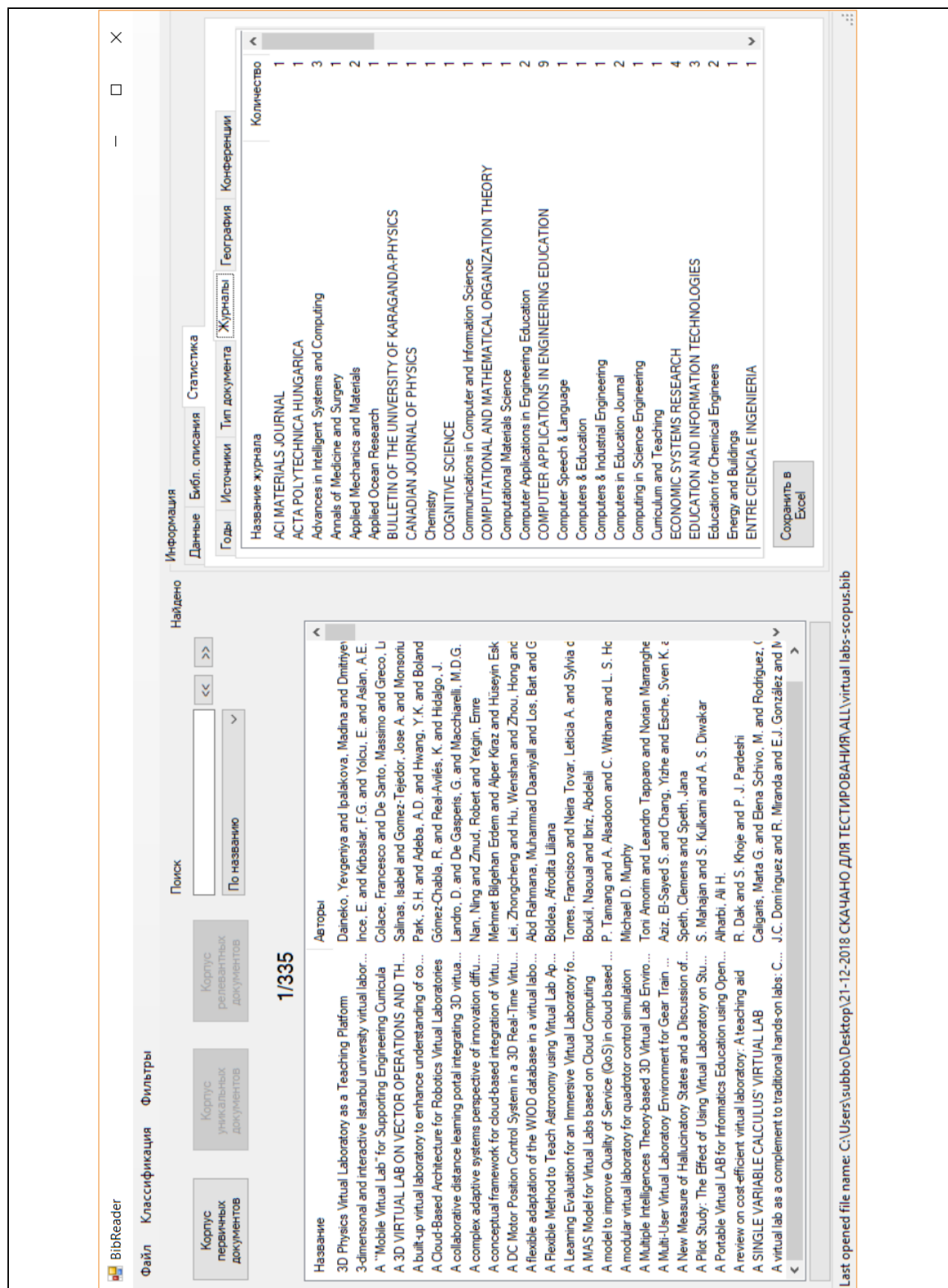


Рисунок В.3 – Этап «Извлечение данных и картографирование процесса»

Учебное издание

Дацун Наталья Николаевна

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Учебно-методическое пособие

Редактор: *Л. Л. Савенкова*

Корректор: *Л. И. Соболева*

Техническая подготовка материалов: *Н. Н. Дацун*

Объем данных 3,83 Мб

Подписано к использованию 16.10.2019

Размещено в открытом доступе

на сайте www.psu.ru

в разделе НАУКА / Электронные публикации
и в электронной мультимедийной библиотеке ELiS

Издательский центр

Пермского государственного

национального исследовательского университета

614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15