

Лабораторная работа № 5
по дисциплине «Интеллектуальные системы и технологии»
«Разработка прототипа экспертной системы»

Цель работы: познакомиться с архитектурой экспертных систем. Разработать простейшую экспертную систему, позволяющую консультировать или выдавать рекомендации ее пользователям.

Теоретические сведения

Пока уже не одно десятилетие продолжаются дебаты на тему: *может ли машина мыслить*, на рынке появилось множество интеллектуальных программных систем, в первую очередь в виде *экспертных систем (ЭС)*, автоматизирующих процесс принятия решений и играющих все возрастающую роль в деятельности многих компаний, а также в тех областях, которые имеют непосредственное отношение к вопросам принятия решений в сложных или экстремальных ситуациях.

Знание-ориентированные компьютерные системы даже перед профессионалом имеют существенные преимущества при необходимости получить заключение по решению задачи из предметной области, на которую они ориентированы, а именно: они делают обоснованные выводы в рамках имеющихся у них знаний и стратегий вывода; обладают высоким уровнем объективности; используя систематический подход, нередко предлагают оптимальные решения; обладая большой БЗ, дают возможность получать правильные решения даже мало квалифицированным в предметной области пользователям; обладают достаточно высокой устойчивостью к влиянию информации, не относящейся к поддерживаемой ими предметной области и т.д.

Рассмотрим пример создания экспертной системы.

Будем считать, что факты и правила для ЭС разработаны экспертом соответствующей предметной области. Они хранятся в компьютере в специально организованной области памяти, называемой базой знаний. Информация, которая предъявляется системе для анализа сочетания фактов в данный момент, хранится в компьютере в специально организованной области памяти, называемой базой данных (БД).

Рассмотрим пример создания ЭС для аттестации знаний студентов по дисциплине «Базы данных».

Дана исходная база знаний, которая определяет весовые коэффициенты той или иной темы раздела (табл. 2.1).

Таблица 2.1

№	Тема	Атрибут	Весовой фактор
1	"Базы данных"	Знает:	5
		Понятие базы данных	
		Понятие моделей данных	10
		Классификацию моделей	12
		Процесс нормализации баз данных	25
		Этапы проектирования БД	15
2	"Система управления базами данных (СУБД) FOXPRO"	Умеет:	20
		Спроектировать БД	
		Описать типы полей	10
		Указать размеры полей	10
		Создать БД	20
		Организовать запросы к БД	20
3	"СУБД ACCESS"	Умеет:	20
		Спроектировать БД	
		Описать типы полей	10
		Указать размеры полей	10
		Создать БД	20
		Организовать запросы к БД	20
		Создать форму для записей	12
Создать форму для отчетов	12		

По общей набранной сумме баллов решается, может ли студент быть аттестован или нет. Если сумма весовых факторов (ВФ) составляет менее 130, то принимается решение: «Не аттестован по дисциплине БД». Если ВФ более 130, но менее 160 и сумма баллов по разделу 1 менее 30, то принимается решение: «Условно аттестован с доработкой темы 1», при том же ВФ и сумме баллов по разделу 2 менее 40 принимается решение: «Условно аттестован с доработкой темы 2» и при том же ВФ и сумме баллов по разделу 3 менее 50 принимается решение: «Условно аттестован с доработкой темы 3». Если сумма ВФ составляет более 140 баллов, принять решение «Аттестован по дисциплине БД». Обычно при проектировании ЭС предварительно составляется алгоритм принятия решения, который называют деревом решения.

По имеющейся базе знаний, составленной экспертом, необходимо составить базу данных, в которую заносятся данные пользователя, желающего получить рекомендации от экспертной системы по своей ситуации.

Построим базу данных (табл. 2.2) согласно базе знаний. Для этого сформулируем тестовые вопросы по фактам, приведенным в задании. Например, для факта "Знает понятия БД" сформируем вопрос "Знает понятия БД?" и т.д. В базе данных предусмотрим поле (столбец) для ввода ответов. Если ответ на вопрос положительный (да), то весовой фактор

соответствующего атрибута сохраняется. Если ответ отрицательный (нет), весовой фактор берется равным нулю.

Предположим, для конкретного студента получили такой вариант заполнения БД (табл. 2.2).

Таблица 2.2

№	Тема	Атрибут	Весовой фактор
1	"Базы данных"	Знает:	Да - 5
		Понятие базы данных?	Да - 10
		Понятие моделей данных?	Да - 12
		Классификацию моделей?	Да - 25
		Процесс нормализации баз данных?	Нет - 0
2	"Система управления базами данных (СУБД) FOXPRO"	Этапы проектирования БД?	Да - 20
		Умеет:	Да - 20
		Спроектировать БД?	Да - 10
		Описать типы полей?	Да - 10
		Указать размеры полей?	Нет - 0
3	"СУБД ACCESS"	Создать БД?	Да - 20
		Организовать запросы к БД?	Да - 20
		Умеет:	Да - 20
		Спроектировать БД?	Да - 10
		Описать типы полей?	Да - 10
		Указать размеры полей?	Да - 20
		Создать БД?	Да - 20
Организовать запросы к БД?	Да - 20		
Создать форму для записей?	Да - 12		
Создать форму для отчетов?	Да - 12		

Для тестового варианта заполнения БД подсчитаем сумму баллов (общих весовых факторов - ВФ), которые набрали все характеристики:

$$\sum ВФ = 5 + 10 + 12 + 25 + 20 + 10 + 10 + 20 + 20 + 10 + 10 + 20 + 20 + 12 + 12 = 216$$

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что для данного варианта ответов (табл.1) суммарный весовой фактор равен 155, что соответствует принятию решения «Аттестован по разделу БД»

Разрабатываемая ЭС должна использоваться многократно для анализа различных вариантов и предусматривать возможность многократного обновления БД.

Составим дерево решения для нашего примера. Дерево решения, как и всякое дерево, имеет свои вершины и ветви. Вершины обозначаются окружностями или эллипсами (проверка условий) и прямоугольниками (факты и утверждения). Ветви соединяют вершины и указывают направление пути решения. Обычное направление - сверху вниз.

Пусть БД табл.2.1 заполнена ответами. Проведены расчеты общих весовых факторов. Теперь нужно проанализировать их значения и найти сумму. Дерево решения приведено на рисунке 2.

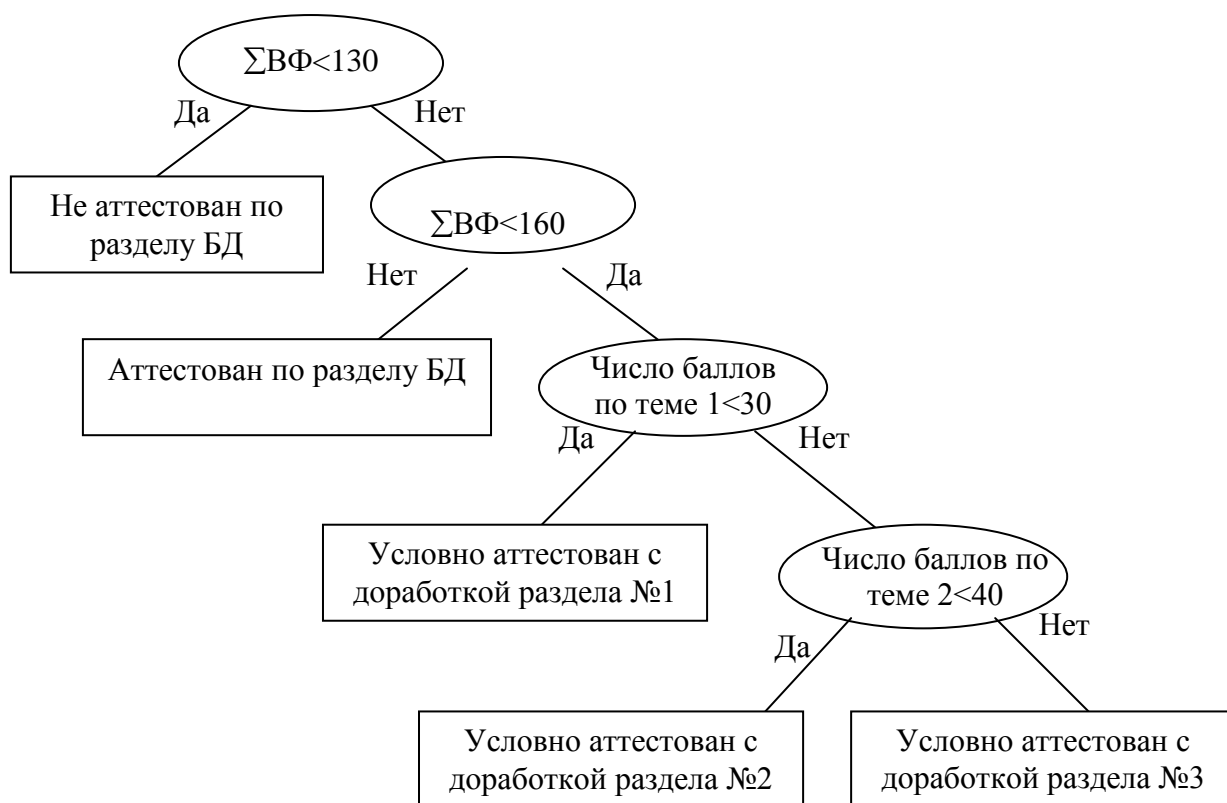


Рисунок 2 - Дерево решений

На каждом уровне решения сравниваются значения суммарного ВФ и его ограничение для данного решения. Из вершины проверки условия выходят две ветви: «да» и «нет». Переход по ветви «да» происходит, если условие, записанное в вершине, выполняется, и по ветви «нет» - в противном случае.

Проанализируем случай, когда условие $\Sigma ВФ < 120$ не выполнилось. Очевидно, что для нахождения решения нужно сравнить $\Sigma ВФ < 160$. Поэтому ветка «нет» завершается новой вершиной проверки условия $\Sigma ВФ < 160$. Если это условие выполнится, то принимает соответствующее решение, если – «Нет», то переходим к следующему условию (вершине графа) и т.д. пока не будут рассмотрены все варианты возможных решений.

ЭС реализуем в электронной таблице (ЭТ). ЭТ, реализующая систему принятия решения для рассматриваемого примера, приведена в режиме вычислений и в режиме показа формул.

Для ее реализации необходимо выполнить следующие действия:

- создать базу знаний;
- создать базу данных;
- обработать ответы;
- вычислить общие весовые факторы;
- вычислить максимальный общий весовой фактор;

- принять решение.

Рассмотрим эти этапы более подробно.

Создание базы знаний.

В строку 1 (ячейки A1:H1) вносим заголовок: «Система принятия решения для аттестации студента по разделу «Базы данных» курса «Информатика», в строку 3 (ячейки A3:H3) – заголовок «База знаний», в строку 4 (ячейки A4:H4) внесем заголовок первой темы «Тема «Базы данных». В строке 5 под этими же ячейками (исключение ячейка A) перечислим вопросы, относящиеся к данной теме, а в строке 6 этих же ячеек внесем их оценки (соответственно 5,10,12,25,15).

В строку 7 (ячейки A7:H7) внесем наименование второй темы «СУБД FoxPro» и в строке 8 под этими же ячейками (кроме A) перечислим вопросы этого раздела. В ячейки под вопросами в строке 9 внесем их оценки (соответственно 20,10,10,20,20).

В строку 10 (ячейки A10:H10) внесем наименование третьей темы «СУБД ACCESS» и в строке 11 под этими же ячейками (кроме A) запишем вопросы по теме. В эти же ячейки строки 12 внесем ее оценки (соответственно 20,10,10,20,20,12,12).

Создание базы данных.

В строку 14 введем заголовок: «База данных».

В строку 15 введем подсказку, как следует отвечать на вопросы: «Если отвечаете «Да» – ввод 1, иначе ввод 0».

В ячейки A17:H24 запишем вопросы, например такие: ячейка B17 – <Студент знает понятие базы данных из темы «Базы данных»?>

В ячейку C17 – <Студент знает понятие моделей данных из темы «Базы данных»?> и т.д., пока не запишем все вопросы в соответствующие ячейки.

На этом подготовка к заполнению БД завершена.

Обработка ответов.

Введем в строку 26 комментарий: «Обработка ответов». Обработка ответов заключается в определении весового фактора факта в зависимости от ответа: при ответе «Да» (т.е. при вводе в соответствующую ячейку ответа числа 1) весовой фактор должен быть тем же, что и в базе знаний. Если же был дан ответ «Нет» (т.е. в соответствующей ячейке число 0), весовой фактор должен быть равным нулю.

Для получения такого результата удобно перемножить весовой фактор из базы знаний на значение соответствующей ячейки ответа. Например, весовой фактор атрибута «умеет спроектировать БД в СУБД ACCESS» находится в ячейке B12 и равен 10. Ответ на вопрос «Студент умеет спроектировать БД в СУБД ACCESS?» будет введен в ячейку B24. Если перемножить значения ячеек B12 и B24, то при ответе «Да» (т.е. наличии 1 в B24) результат перемножения будет равен 10. Если ответ «Нет» (т.е. в B24 число 0), результат равен 0. Поэтому запишем в ячейку B29 формулу

=B12*B24. Скопируем эту формулу в ячейки B27,B28, а потом еще в ячейки C27:H29 (пользуясь режимом автозаполнения).

Вычисление суммарного весового фактора.

Введем в ячейку I26 заголовок: «Сумма по атрибуту». Для вычисления суммарного весового фактора в строки 27-29 эту же ячейку занесем формулы для вычисления весовых факторов по каждой теме. Так для весового фактора по теме 1 формула будет выглядеть так: =СУММ(B27: H27), для весового фактора по теме 2 - =СУММ(B28: H28) и по теме 3 – СУММ(B29: H29).

Для суммарного весового фактора нужно просуммировать весовые факторы, полученные в результате обработки ответов, и находящиеся в ячейках I27:I29. Введем в ячейку I30 формулу =СУММ(I27:I29).

Принятие решения.

Чтобы принять решение, нужно провести сравнение общего весового фактора с ограничением по данному решению. Например, если значение суммарного ВФ (ячейка I30) меньше 130, то принимаем решение «не аттестован по разделу БД». Воспользуемся для этого оператором ЕСЛИ. В общем случае он имеет вид: =ЕСЛИ(условие; выражение 1; выражение 2).

Оператор ЕСЛИ работает следующим образом: проверяется записанное условие. Если условие выполняется, то в ту ячейку, где находится оператор ЕСЛИ, записывается выражение 1. Если условие не выполняется - выражение 2.

Запишем в ячейку A33 формулу

=ЕСЛИ(I30<130;"Не аттестован по разделу БД";ЕСЛИ(I30>160;"Аттестован по разделу БД";ЕСЛИ(I27<30;"Условно аттестован с доработкой раздела №1";ЕСЛИ(I28<40;"Условно аттестован с доработкой раздела №2";ЕСЛИ(I29<50;"Условно аттестован с доработкой раздела №3")))))) .

Система принятия решения с заполненной базой знаний и с одним из вариантов заполнения базы данных с выдачей соответствующего решения представлены рис. 3,а, 3,б и 3,в соответственно.

Книга_СПР.xls									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Система принятия решения для аттестации студента по разделу «Базы данных»								
2	курса «Информатика»,								
3	База знаний								
4	Тема «Базы данных»								
5		Понятие базы данных	Понятие моделей данных	Классифи кация моделей	Процесс нормализации баз данных	Этапы проектирования БД			
6		5	10	12	25	15			
7	Тема «СУБД FoxPro»								
8		Проектиров ание БД	Описание типов полей	Размеры полей	Создание БД	Организация запросов к БД			
9		20	10	10	20	20			
10	Тема "СУБД ACCESS"								
11		Проектиров ание БД	Описание типов полей	Размеры полей	Создание БД	Организация запросов к БД	Создание форм для записей	Создание форм для отчетов	
12		20	10	10	20	20	12	12	
13									

Рис. 3,а

16	Тема "Базы данных"								
17		Студент знает понятие базы данных	Студент знает понятие моделей данных	Студент знает классифик ацию моделей	Студент знает процесс нормализации баз данных	Стуент знает этапы проектирован ия БД			
18		1	1	1	1	0			
19	Тема "Система управления базами данных (СУБД) FOXPRO"								
20		Студент умеет проектировать БД	Студент умеет описывать типы полей	Студент умеет указывать размеры полей	Студент умеет создать БД	Студент умеет организовать запросы к БД			
21		1	1	1	0	1			
22	Тема "СУБД ACCESS"								
23		Студент умеет проектировать БД	Студент умеет описывать типы полей	Студент умеет указывать размеры полей	Студент умеет создать БД	Студент умеет организовать запросы к БД	Студент умеет создать форму для записей	Студент умеет создать форму для отчетов	
24		1	1	1	1	1	1	1	1
25									

Рис. 3,б

26	Обработка ответов								сумма по
27	5	10	12	25	0	0	0	52	
28	20	10	10	0	20	0	0	60	
29	20	10	10	20	20	12	12	104	
30	Суммарный весовой фактор равен							216	
31									
32	Принятие решения								
33	Аттестован по разделу БД								
34									
35									

Рис. 3,в

Экспертная система в режиме формул представлен на рис. 4, где видно, какие формулы были использованы

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
25									сумма по	
26	Обработка ответов								сумма по	
27	=B6*B18	=C6*C18	=D6*D18	=E6*E18	=F6*F18	=G6*G18	=H6*H18	=СУММ(B27:H27)		
28	=B21*B9	=C21*C9	=D21*D9	=E21*E9	=F21*F9	=G21*G9	=H21*H9	=СУММ(B28:H28)		
29	=B12*B24	=C12*C24	=D12*D24	=E12*E24	=F12*F24	=G12*G24	=H12*H24	=СУММ(B29:H29)		
30	Суммарный весовой фактор равен							=СУММ(I27:I29)		
31										
32	Принятие решения									
33	=ЕСЛИ(I30<130;"Не аттестован по разделу БД";ЕСЛИ(I30>160;"Аттестован по разделу БД";ЕСЛИ(I27<30;"Условно аттестован с доработкой раздела №1";ЕСЛИ(I28<40;"Условно аттестован с доработкой раздела №2";ЕСЛИ(I29<50;"Условно аттестован с доработкой раздела №3"))))									
34										
35										
36										

Рис. 4

Поскольку пользователю нет необходимости знать оценки (весовые факторы) эксперта, и как обрабатываются ответы, то не нужные для него строки можно скрыть и тогда получим экспертную систему в режиме пользователя рис. 5.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Система принятия решения для аттестации студента по разделу «Базы данных» курса «Информатика»							
2								
14	База данных							
15	Если отвечаете "ДА" - ввод "1", "НЕТ" - "0"							
16	Тема "Базы данных"							
17	Студент знает понятие базы данных	Студент знает понятие моделей данных	Студент знает классификацию моделей	Студент знает процесс нормализации баз данных	Студент знает этапы проектирования БД			
18	1	1	1	1	0			
19	Тема "Система управления базами данных (СУБД) FOXPRO"							
20	Студент умеет проектировать БД	Студент умеет описывать типы полей	Студент умеет указывать размеры полей	Студент умеет создать БД	Студент умеет организовать запросы к БД			
21	1	1	1	0	1			
22	Тема "СУБД ACCESS"							
23	Студент умеет проектировать БД	Студент умеет описывать типы полей	Студент умеет указывать размеры полей	Студент умеет создать БД	Студент умеет организовать запросы к БД	Студент умеет создать форму для записей	Студент умеет создать форму для отчетов	
24	1	1	1	1	1	1	1	1
25								
32	Принятие решения							
33	Аттестован по разделу БД							

Рис. 5

Варианты к лабораторной работе

Вариант 1

В таблице 2.3 приведены характеристики и их весовые факторы, расставленные экспертом. Пользователи экспертной системы в зависимости от имеющихся у них ресурсов хотят получить совет по выпуску продукции.

Требуется разработать экспертную систему по автоматизации принятия решений. Приведенные правила помогут для сформировать дерево решений.

Таблица 2.3

№ п/п	Характеристика	Порядковый № характеристики атрибута	Атрибут	Весовой фактор атрибута
1.	Развитие транспортной сети предприятия	1.1	Хорошее	40
		1.2	Среднее	30
		1.3	Плохое	10
2.	Наличие сырья для выпуска изделия в районе изготовления	1.1	Много	30
		2.2	Немного	20
		2.3	Отсутствует	5
3.	Наличие сырья в ближайших районах	3.1	Много	20
		3.2	Немного	10
		3.3	Отсутствует	5
4.	Наличие сети сбыта изделия	4.1	Развитая	30
		4.2	Не развитая	20
		4.3	Слабо развитая	10

Правила вывода:

1. Если суммарный весовой фактор меньше 70, то принято решение "Нет смысла в выпуске изделия".
2. Если суммарный весовой фактор выше 70, но меньше 90, то решение "Можно наладить выпуск небольшой партии изделия".
3. Если суммарный весовой фактор выше или равен 90 и фактор п.4 меньше или равен 20, то "Имеет смысл вложить средства в развитие сети сбыта".
4. Если суммарный весовой фактор выше 9, то "Имеет смысл наладить выпуск крупной партии изделия".

Вариант 2

В таблице 2.4 приведены характеристики и их весовые факторы, расставленные экспертом. Пользователи экспертной системы в зависимости от имеющихся у них неполадок хотят получить совет по причине неисправности своего телевизора.

Требуется разработать экспертную систему по автоматизации принятия решений. Правила вывода зависят от суммарного весового фактора по каждому атрибуту и позволяют сформировать дерево решений.

Таблица 2.4

№ п/п	Вид неисправности	Порядковый № атрибута	Атрибут	Весовой фактор атрибута
1.	Сгорел предохранитель	1.1	Звук	5
		1.2	Изображение	5
		1.3	Световое заполнение экрана	30
2.	Неисправна антенна	1.1	Звук	20
		2.2	Изображение	20
		2.3	Световое заполнение экрана	0
3.	Неисправен экран	3.1	Звук	0
		3.2	Изображение	20
		3.3	Световое заполнение экрана	10
			Цвет	10

Вариант 3

Разные клиенты обращаются в компанию X за услугой доступа к определенному виду трафика. Менеджер компании задает вопросы (условия) о наличии у клиента необходимых ресурсов (например, оптоволокно, кабельный модем, ГФ-модем, медные провода, коаксиальный кабель, антенна, микрофон и т.д.). На поставленные вопросы клиент отвечает либо есть (TRUE), либо нет (FALSE). В зависимости от получаемых ответов менеджер принимает решение о том, сможет ли клиент воспользоваться услугой или нет. Необходимо автоматизировать систему принятия решений в помощь менеджеру.

Вариант 4

Сеть связи предприятия имеет одну из следующих видов топологий:

- Звезда
- Шина
- Кольцо
- Ячеистая
- Древовидная

Каждая из топологий отличается от остальных по нескольким характеристикам:

- Отношение к глобальной сети или локальной сети
- Наличие или отсутствие разделяемого ресурса
- Методом доступа к разделяемому ресурсу.

Каждой характеристике топологии сети задайте числовой коэффициент таким образом, чтобы сумма коэффициентов для каждой топологии была

уникальной. Это позволит Вам разработать программу в EXCEL для автоматического принятия решения.

Вариант 5

Некая компания-провайдер, назовем ее X, предлагает услуги доступа к разным видам трафика. Однако каждый вид трафика требует некоторое сочетание ресурсов, которое должен иметь абонент, чтобы воспользоваться предлагаемым сервисом. Виды трафика и требуемое качество его обслуживания приведены в таблице 2.5

Таблица 2.5

Трафик	Надежность	Задержка	Флуктуации	Пропускная способность
1	2	3	4	5
Электронная почта	Высокая	Низкая	Слабые	Низкая
Передача файлов	Высокая	Низкая	Слабые	Средняя
Веб-доступ	Высокая	Средняя	Слабые	Средняя
Удаленный доступ	Высокая	Средняя	Средние	Низкая
Аудио по заказу	Низкая	Низкая	Сильные	Средняя
Видео по заказу	Низкая	Низкая	Сильные	Высокая
Телефония	Низкая	Высокая	Сильные	Низкая
Видеоконференции	Низкая	Высокая	Сильные	Высокая

Разработайте систему поддержки принятия решений по рекомендации вида трафика, на который может рассчитывать клиент в зависимости от имеющихся у него возможностей.

Содержание отчета по лабораторной работе

1. Задание по варианту
2. Дерево принятия решений
3. Базу данных, заполненную одним из пользователей экспертной системы
4. Базу знаний
5. Правила, формирующие принятие решений
6. Экспертную систему в режиме формул – с показом формул, которые были использованы при разработке экспертной системы
7. Экспертную систему в режиме пользователя, которая должна содержать только вопросы для пользователя и рекомендуемое решение. Вся остальная информация, связанная с анализом ответов, вычислениями и т.п. должна быть скрыта.

8. Составить отчёт по выполненной лабораторной работе. В отчёт включить: цель работы, задание, твёрдые копии выполненных действий с комментариями, представляющими их содержание, и вывод.

9. Представить отчёт о выполненной работе преподавателю и защитить его.

10. Исправить отчёт по выполненной работе в соответствии с замечаниями преподавателя, распечатать и подписать титульный лист отчёта, сдать преподавателю электронную копию отчёта и подписанный титульный лист.