

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра управления и информатики в технических системах

Г.Ф. Ахмедьянова

# **ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ**

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Оренбург  
2019

УДК 004.891(076.5)

ББК 32.813.5я7

А95

Рецензент – доктор технических наук, профессор А.М. Пищухин

**Ахмедьянова, Г.Ф.**

А95 Экспертные системы: методические указания / Г.Ф. Ахмедьянова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2019. – 37 с.

В методических указаниях приведены основные положения теории, формируемые компетенции, а также указания и требования по выполнению всех компонентов курсовой работы, включая ее оформление и защиту. Методические указания направлены на систематизацию и углубление теоретических и практических знаний, закрепление навыков самостоятельной практической и исследовательской работ.

Методические указания предназначены для выполнения курсовой работы по дисциплине «Экспертные системы» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах.

УДК 004.891(076.5)

ББК 32.813.5я7

© Ахмедьянова Г.Ф., 2019

© ОГУ, 2019

## Содержание

Введение .....	4
1 Общие теоретические сведения .....	6
2 Основные положения по курсовой работе .....	12
3 Формируемые компетенции .....	14
4 Руководство курсовой работой .....	15
5 Порядок выполнения курсовой работы .....	16
6 Требования по структуре, содержанию и оформлению курсовой работы.....	18
7 Проектирование составляющих ЭС .....	20
7.1 Организация рабочей памяти.....	20
7.2 Организация базы знаний.....	21
7.3 Методы поиска решений в экспертных системах .....	24
7.4 Практические аспекты проектирования ЭС .....	26
8 Подготовка и защита курсовой работы.....	29
9 Примерная тематика курсовых работ .....	31
Список использованных источников .....	33
Приложение А.....	34
Приложение Б .....	36

## Введение

Экспертные системы – это раздел искусственного интеллекта, реализуемый компьютерными программами, моделирующими действия человека-эксперта при решении задач в узкой предметной области, на основе накопленных знаний, составляющих базу знаний.

Экспертные системы выполняют важные функции: консультируют по сложным вопросам, проводят анализ нестандартных объектов и ситуаций, выполняют классификацию плохоструктурированных и слабоформализованных объектов, квалифицированно ставят диагноз. Они ориентированы на решение задач, обычно требующих проведения экспертизы специалистом в выбранной предметной области. В отличие от машинных программ, использующих процедурный анализ, экспертные системы решают задачи в узкой предметной области (конкретной области экспертизы) на основе логических построений. Такие системы часто оказываются способными найти решение задач, которые даже специалистами решаются лишь частично и не в короткое время. Они справляются с отсутствием структурированности путем привлечения эвристик, то есть правил, взятых из практики, что может быть полезным в тех системах, когда недостаток необходимых знаний или времени исключает возможность проведения полного анализа [1].

Главное достоинство экспертных систем – решение интеллектуальных задач основывается на возможности пользоваться знаниями и накапливать их, сохраняя на длительное время, и, тем самым, обеспечивать относительную независимость конкретной организации от наличия или отсутствия в ней квалифицированных специалистов. С другой стороны, возможность накопления знаний позволяет повышать квалификацию специалистов, работающих на предприятии и использовать наилучшие, проверенные решения. Практическое применение искусственного интеллекта в экономике, медицине, промышленности основано на идеологии экспертных систем, позволяющей повысить качество и

сократить время принятия решений, а также способствующей росту эффективности работы и повышению квалификации специалистов [2].

Целью выполнения курсовой работы является формирование общепрофессиональной компетенции ОПК-9 и профессиональной компетенции ПК-3 в рамках изучения дисциплины, а также систематизация и углубление теоретических и практических знаний, закрепление навыков самостоятельной практической и исследовательской работ.

Курсовая работа представляет собой самостоятельное научное исследование, выполняемое в соответствии с учебным планом, служащее углубленному изучению соответствующей дисциплины и являющееся одной из форм отчетности обучающегося по итогам обучения в текущем семестре.

Выполнение курсовой работы позволит расширить и углубить знания, умения, навыки и компетенции у обучающихся в области применения интеллектуальных технологий в технических системах для дальнейшего использования в профессиональной деятельности.

# 1 Общие теоретические сведения

Экспертные системы (ЭС) – «это прикладной пакет программ, предназначенный для решения так называемых интеллектуальных задач на основе знаний о проблемной области и опыта специалистов, представленного множеством машинных процедур и описаний» [3].

Интеллектуальные задачи, упомянутые в определении экспертных систем, имеют характерные нижеперечисленные особенности:

- нечеткая постановка задачи, либо недостаточный объем исходных данных;
- отсутствие решающего алгоритма;
- большого числа альтернативных вариантов решения, подлежащих анализу;
- невозможность формализации задачи;
- существенное использование человеческой интуиции и других нетрадиционных методов.

К задачам с указанными свойствами относятся так называемые плохоформализованные, слабоструктурированные или лишь частично определенные задачи. Такими являются: игра в шахматы, прогноз погоды, диагностика заболеваний, распознавание речи и изображений, установление мотивов и картины преступлений, анализ и предсказание месторождений полезных ископаемых, составление психологического портрета личности, принятие решений в сложных боевых условиях, составление расписаний для многопроцессорных систем, проектирование конфигураций вычислительных систем, определение состава химических соединений и др.

Для проектирования и дальнейшей реализации ЭС необходимо:

- определить круг задач, возлагаемых на систему;
- получить знания от экспертов;
- формализовать полученные знания (эксперта) в виде машинных процедур, правил и описаний. Встроить знания в определенную архитектуру, то есть

построить базу знаний;

- разработать дружественный интерфейс с пользователем экспертной системы;

- продумать и отработать механизмы обработки и «редактирования» знаний;

- выбрать и адаптировать механизмы обучения экспертной системы и накопления ею новых знаний;

- построить подсистему объяснений логического вывода пользователю.

Проектирование экспертных систем имеет свои особенности по сравнению с классическим процессом проектирования.

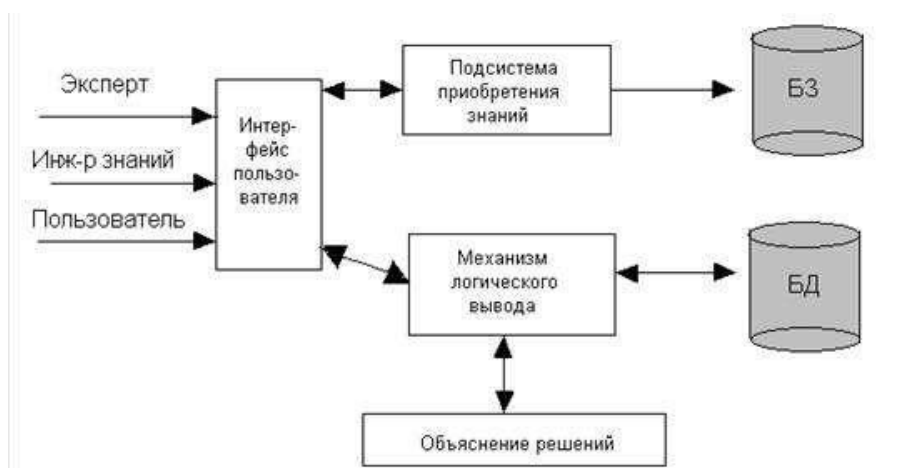
Перед тем как приступить к разработке ЭС, инженер по знаниям (когнитолог) должен рассмотреть вопрос, следует ли разрабатывать ЭС для данного приложения. В обобщенном виде ответ может быть таким: использовать ЭС следует только тогда, когда разработка ЭС *возможна, оправдана* и методы инженерии знаний *соответствуют* решаемой задаче. По сути этот вопрос относится к первому этапу классического процесса проектирования, рассмотренного выше.

Следует учесть, что реальные ЭС могут иметь более сложную структуру, однако блоки, изображенные на рисунке 1, непременно присутствуют в любой действительно экспертной системе, поскольку представляют собой стандарт структуры современной ЭС.

Экспертные системы имеют две категории пользователей и два отдельных «входа», соответствующих различным целям взаимодействия пользователей с ЭС:

- обычный пользователь, которому требуется консультация ЭС - диалоговый сеанс работы с ней, в процессе которой она решает некоторую экспертную задачу.

- экспертная группа инженерии знаний, состоящая из экспертов в предметной области и инженеров знаний. В функции этой группы входит заполнение базы знаний, осуществляемое с помощью специализированной диалоговой



БЗ – База знаний; БД – База данных

Рисунок 1 - Типовая экспертная система

компоненты ЭС – подсистемы приобретения знаний, которая позволяет частично автоматизировать этот процесс [4].

База знаний предназначена для хранения экспертных знаний о предметной области, используемых при решении задач экспертной системой.

База данных предназначена для временного хранения фактов или гипотез, являющихся промежуточными решениями или результатом общения системы с внешней средой, в качестве которой обычно выступает человек, ведущий диалог с экспертной системой.

Механизм логического вывода – механизм рассуждений, оперирующий знаниями и данными с целью получения новых данных из знаний и других данных, имеющихся в базе данных. Для этого обычно используется программно-реализованный механизм дедуктивного логического вывода (какая-либо его разновидность).

Интерфейс пользователя служит для ведения диалога с пользователем, в ходе которого ЭС запрашивает у пользователя необходимые факты для процесса рассуждения, а также, дающий возможность пользователю в какой-то степени контролировать и корректировать ход рассуждений экспертной системы.



Подсистема объяснений необходима для того, чтобы дать возможность пользователю контролировать ход рассуждений и, может быть, учиться у экспертной системы.

Подсистема приобретения знаний служит для корректировки и пополнения базы знаний. В простейшем случае это – интеллектуальный редактор базы знаний, в более сложных экспертных системах – средства для извлечения знаний из баз данных, неструктурированного текста, графической информации и т.д.

По способу формирования решения ЭС можно разделить на анализирующие и синтезирующие. В системах первого типа осуществляется выбор решения из множества известных решений на основе анализа знаний, в системах второго типа решение синтезируется из отдельных фрагментов знаний.

В зависимости от способа учета временного признака ЭС делят на статические и динамические. Статические ЭС предназначены для решения задач с неизменяемыми в процессе решения данными и знаниями, а динамические ЭС допускают такие изменения.

По видам используемых данных и знаний различают ЭС с детерминированными и неопределенными знаниями. Под неопределенностью знаний и данных понимаются их неполнота, ненадежность, нечеткость.

ЭС могут создаваться с использованием одного или нескольких источников знаний.

Экспертные системы делятся на различные виды в зависимости от решаемых задач. Задачи, которые решают экспертные системы:

- интерпретация – описание ситуации по информации, поступающей от датчиков и других источников;
- наблюдение – сравнение результатов интерпретации с ожидаемыми результатами;
- мониторинг – наблюдение в определенные промежутки времени;

– прогноз – это определение вероятных последствий заданных ситуацией, системы прогнозирования основываются на имитационном моделировании, которое отражает связи в реальном мире;

– диагностика – выявление причин неправильного функционирования системы по результатам наблюдения;

– ремонт – выполнение последовательности предписанных исправлений;

– планирование – построение последовательности действий для достижения желаемого результата;

– проектирование – построение конфигурации объектов с учетом ограничений;

– отладка – составление рецептов исправления неправильного функционирования системы, настройка отладочной системы;

– управление – адаптивное руководство поведения системы в целом (наблюдает, чтобы отследить на протяжении времени, классифицирует, диагностирует это отклонение, находит рецепт его устранения и осуществляет его применение);

– обучение – диагностирование, отладка.

### ***Построение экспертных систем***

В качестве целей, преследуемых при создании экспертных систем, могут быть: повышение скорости принятия решения, повышение качества решений, тиражирование опыта экспертов и т.п.

Анализ многолетнего опыта создания экспертных систем позволяет выявить определенную технологию их разработки, включающую шесть следующих этапов: идентификация, концептуализация, формализация, выполнение, тестирование, опытная эксплуатация.

На этапе ***идентификации*** определяются задачи, которые подлежат решению, ставятся цели разработки, определяется группа экспертов и круг заинтересованных пользователей. Разработчики должны ответить на ряд вопросов, определяющих особенности решаемых экспертами, а, следовательно, будущей экспертной системой, задач. Эти особенности определяют и особенности архи-

тектуры экспертной системы, формируемой на последующих этапах. К этим вопросам относятся следующие:

- какой класс задач должна решать ЭС;
- как эти задачи могут быть охарактеризованы или определены;
- какие можно выделить подзадачи;
- какие исходные данные должны использоваться для решения;
- какие понятия и взаимосвязи между ними используются при решении задачи экспертами;
- какой вид имеет решение, и какие концепции используются в нем;
- какие аспекты опыта эксперта существенны для решения задачи;
- какова природа и объем знаний, необходимых для решения задачи;
- какие препятствия встречаются при решении задач;
- как эти помехи могут влиять на решение задачи;
- определение необходимых ресурсов – временных, людских, материальных.

На этапе *концептуализации* проводится содержательный анализ проблемной области, выявляются совокупности основных понятий и их взаимосвязей, выбираются методы решения поставленных задач.

На этом этапе разработчики должны ответить на следующие вопросы:

- какие типы данных нужно использовать;
- что из данных задано, а что должно быть выведено;
- имеют ли подзадачи наименования;
- имеют ли стратегии наименования;
- имеются ли ясные частичные гипотезы, которые широко используются.

На этапе *формализации* определяются (формализуются) основные понятия, выбираются средства создания экспертных систем и определяются методы представления всех видов знаний, определяются способы интерпретации знаний, моделируется работа системы, оценивается адекватность поставленной цели и выявленным задачам совокупности зафиксированных понятий, методов решений, средств представления и манипулирования знаниями.

На этапе *выполнения* осуществляется окончательное наполнение экспертом базы знаний. Поскольку основой экспертных систем являются знания, данный этап наиболее важен и наиболее трудоемок по сравнению с другими этапами разработки экспертных систем. Процесс приобретения знаний экспертной системой разделяют на получение знаний от эксперта, организацию полученных знаний, то есть представление их в виде, понятном экспертной системе и обеспечивающем ее эффективную работу. Сам процесс приобретения знаний проводится инженером по знаниям на основе анализа суждений и деятельности эксперта по решению реальных задач в заданной области приложения.

На этапе *тестирования* эксперт (и инженер по знаниям) в интерактивном режиме с использованием диалоговых и объяснительных средств системы проверяет работоспособность созданной экспертной системы. Процесс тестирования продолжается до такого состояния, когда эксперт определит, что система достигла требуемого уровня правильности при решении задач в выбранной предметной области.

На этапе *опытной эксплуатации* проверяется пригодность экспертной системы для конкретного круга пользователей [1,3]. Результаты этого этапа могут показать необходимость существенной модификации экспертной системы.

## **2 Основные положения по курсовой работе**

В соответствии с действующим учебным планом по направлению 27.03.04 Управление в технических системах предусмотрено выполнение обучающимися курсовой работы по дисциплине «Экспертные системы».

Курсовая работа является индивидуальной, самостоятельной работой, выполняемой в течение учебного семестра. Выполнение курсовой работы позволяет приобрести опыт самостоятельного получения и накопления знания, самостоятельного проведения исследований, позволяет получить навыки практического применения теоретических положений, изучаемых в дисциплине, а

также навыки разработки новых теоретических положений в рамках изучаемой дисциплины.

Полезность исследования выражается в решении обучающимся познавательной проблемы, соотнесении теоретических положений с реальными фактами, систематичности изложения, оперировании современной специальной терминологией.

В ходе исследования обучающиеся работают со специальной литературой фундаментального и прикладного характера, с интернет-источниками, со справочными и методическими материалами, патентами и другими документами. В процессе этой работы, обучающиеся должны выбирать и систематизировать материалы теоретического плана и фактические данные, обобщать и анализировать их, делать обоснованные выводы, формулировать теоретически и практически значимые предложения.

В результате выполнения курсовой работы, обучающийся подготавливается к самостоятельному решению более сложной инженерной задачи – выполнению выпускной квалификационной работы (ВКР).

Наряду с этим выполнение курсовой работы должно развить навыки использования обучающимся приобретенных общенаучных знаний, научной и справочной литературы, ГОСТов, применять современные информационные технологии для проектирования и оформления документации.

В процессе выполнения курсовой работы обучающийся должен изучить достижения в теории и практике искусственного интеллекта, отечественные и зарубежные разработки в этой области и по максимуму использовать их в своей работе.

Проектирование в рамках курсовой работы должно базироваться на использовании проверенных практикой программных средств, математических методов и моделей, применяемых в существующих инструментальных системах, и определения возможностей их совершенствования.

Курсовая работа должна включать текстовую и графическую части, которые выполняются в соответствии с требованиями к оформлению студенческих

работ СТО 02069024.101-2015 (Работы студенческие). Общие требования и правила оформления [5].

Темы курсовых работ разрабатываются преподавателем и утверждаются заведующим кафедрой. Тема курсовой работы может быть предложена непосредственно обучающимся с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки. Как правило, тема курсовой работы должна коррелировать с выбранной обучающимся темой ВКР.

На начальном этапе курсового проектирования обучающимся разъясняются требования, предъявляемые к курсовой работе, характеризуются основные вопросы, рассматриваются их альтернативные решения, составляется план организации исследования.

Руководство курсовой работой начинается с выдачи задания. На этом этапе руководитель совместно с обучающимися уточняет круг вопросов, подлежащих исследованию. В процессе выполнения курсовой работы руководитель контролирует выполнение в соответствии с календарным планом, при необходимости для обучающихся проводятся индивидуальные консультации.

Защита курсовой работы проводится в форме дифференцированного зачета в соответствии с расписанием в присутствии учебной группы. Защита предусматривает заслушивание доклада обучающегося с использованием компьютерной презентации по содержанию работы и ответов на вопросы руководителя. Результат защиты оценивается по четырехбалльной шкале.

### **3 Формируемые компетенции**

В процессе выполнения курсовой работы по дисциплине «Экспертные системы» должны быть сформированы общепрофессиональная и профессиональная компетенции:

– ОПК-9 способностью использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности.

– ПК-3 готовность участвовать в составлении аналитических обзорах и научно-технических отчетах по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок.

В результате формирования компетенции ОПК-9 обучающиеся должны *знать*: основные понятия и определения теории экспертных систем; основы информационных и телекоммуникационных технологий и информационной безопасности; *уметь*: применять экспертные системы для решения задач различного назначения: прогнозирования, диагностики, принятия решений и др.; *владеть*: навыками работы с современными программными средствами и обеспечение информационной безопасности.

В результате формирования ПК-3, обучающиеся должны *знать*: основы теории эксперимента, основы статистической обработки данных, основные инструментальные средства; *уметь*: применять исследовательские методы в условиях производства, находить способы получения результатов; *владеть*: навыками создания и применения экспертных систем, выявления знаний экспертов.

## **4 Руководство курсовой работой**

Руководство выполнением курсовой работы осуществляется руководителем – преподавателем кафедры. Как правило, руководителем курсовой работы назначается преподаватель, проводящий занятия по данной дисциплине в студенческой группе.

На различных стадиях подготовки и выполнения курсовой работы задачи руководителя меняются.

На начальных этапах руководитель курсовой работы:

- уточняет тему (до ее утверждения);
- советует, как приступить к рассмотрению темы;
- корректирует план работы и дает рекомендации по списку литературы;

– оказывает помощь в разработке календарного плана выполнения курсовой работы.

На последующих этапах руководитель курсовой работы:

– дает рекомендации по использованию необходимых нормативных, литературных и практических материалов;

– дает указания по внесению исправлений и изменений в предварительный вариант работы (как по содержанию, так и по оформлению).

Обучающемуся следует периодически (в согласованные сроки) информировать руководителя о ходе выполнения работы, консультироваться по вызывающим затруднения теоретическим и практическим вопросам, обязательно ставить в известность о возможных отклонениях от графика выполнения работы и в ее содержании.

## **5 Порядок выполнения курсовой работы**

Выполнение курсовой работы осуществляется в соответствии со следующими этапами:

1. Обоснование актуальности заявленной тематики.

2. Анализ исходного состояния, критика недостатков и выявления противоречий.

3. Постановка целей и задач по ее достижению.

4. Поэтапное решение поставленных задач.

5. Заключение и направление дальнейших исследований.

В ходе выполнения обучающемуся, необходимо осуществить следующие действия:

– получение и уяснение темы курсовой работы (примерная тематика курсовых работ приведена в разделе 9 настоящих методических указаний);

– получение от руководителя и уяснение задания на курсовую работу (пример оформления приведен в приложении А);



- составление календарного плана выполнения курсовой работы (пример оформления приведен в приложении Б);
- подбор и анализ литературы и других источников;
- проведение исследований, предусмотренных заданием на курсовую работу и планом работы;
- обработка результатов исследований;
- формулировка обоснованных выводов;
- разработка научно-технических предложений;
- оформление пояснительной записки и графической части курсовой работы;
- подготовка к защите и защита курсовой работы.

Тему курсовой работы обучающийся выбирает самостоятельно, руководствуясь примерным перечнем тем, разработанных преподавателем и утвержденных заведующим кафедрой. Однако, приведенные в перечне формулировки тем следует рассматривать лишь как примерные. Темы курсовых работ не могут повторяться и должны быть индивидуальными для каждого обучающегося. Примерная тематика курсовых работ приведена в п.9.

После выбора, согласования с руководителем и утверждения заведующим кафедрой темы курсовой работы обучающийся получает задание на курсовую работу. На основе задания обучающийся разрабатывает план (содержание) курсовой работы и представляет его на согласование руководителю. В плане указаны виды работ и примерные сроки их выполнения в неделях.

После утверждения руководителем плана работы обучающийся приступает к выполнению курсовой работы.

Выполнение курсовой работы необходимо начать с обзора и изучения различных источников по исследуемой теме. Вначале следует изучить учебные издания, затем необходимо перейти к научным публикациям, патентам. Целесообразно также ознакомиться с периодическими изданиями (журналами) и статьями, опубликованными в сети интернет.

В ходе систематизированного изучения обучающимся различных источников информации им усваиваются основные понятия и термины, у него формируются общие представления об объекте исследования. На основе этого определяются цель и задачи курсовой работы, составляется список использованных источников.

Порядок последующих этапов выполнения курсовой работы зависит от специфики конкретной темы и выбранных методов проектирования, но в общем случае предполагается последовательное решение поставленных задач.

## **6 Требования по структуре, содержанию и оформлению курсовой работы**

Пояснительная записка к курсовой работе по дисциплине «Экспертные системы» должна включать следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- аннотацию (на русском и на иностранном языке);
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложение (при необходимости).

Содержание и оформление всех структурных элементов пояснительной записки курсовой работы должно соответствовать требованиям, предъявляемым к студенческим работам.

Во введении дается общая характеристика курсовой работы, раскрывается актуальность темы работы, формулируются цель и задачи разработки. Во введении может быть сформулирована общая идея достижения цели, могут быть перечислены применяемые в работе научные методы, новизна и практиче-

ская значимость результатов работы. Введение должно быть кратким – не более двух страниц текста.

Содержание основной части пояснительной записки к курсовой работе должно отвечать заданию. Основная часть должна состоять из разделов, которые, в свою очередь, могут быть разделены на подразделы.

Пояснительная записка курсовой работы по дисциплине «Экспертные системы» может содержать несколько разделов основной части, среди которых обязательными должны быть разделы:

- анализ существующих методов создания экспертных систем;
- проектирование составляющих экспертной системы;
- практические аспекты работы;
- заключение.

В разделе, посвященном анализу существующих систем, необходимо рассмотреть:

- назначение, классификацию и этапы развития экспертных систем;
- варианты их реализации (архитектурные, структурные, функциональные и т.д.);
- конкретные примеры технической реализации экспертных систем.

В разделе, посвященном проектированию составляющих, применяемых в ЭС, необходимо:

- выделить существующие способы решения задач в области предназначения ЭС. Необходимо показать достоинства и недостатки используемых для этого средств и технологий;
- рассмотреть конкретные компьютерные технологии, которые применяются на соответствующих этапах решения интеллектуальной задачи, их аппаратное, программное и информационное обеспечение.

Разделы основной части пояснительной записки курсовой работы должны завершаться выводами, в которых кратко и четко должны формулироваться основные идеи изложенного в разделе материала.

Иллюстративный материал (рисунки, схемы, графики, диаграммы и т.д.) представляются в тексте пояснительной записки (в основной части и приложениях).

Заключение пояснительной записки должно содержать краткие выводы по результатам выполненной курсовой работы, оценку полноты решения поставленных задач, рекомендации по конкретному использованию результатов работы, ее теоретическую и практическую значимость. Заключение должно быть кратким – не более двух страниц текста.

Список использованных источников помещают после заключения. В список включают все источники, на которые имеются ссылки в тексте курсовой работы. Сведения об источниках необходимо располагать в порядке появления ссылок в тексте.

В приложения выносятся все материалы вспомогательного или дополнительного характера, необходимые для понимания решения задач курсовой работы. В приложениях целесообразно приводить графический материал большого объема и/или формата, таблицы большого формата, описания аппаратуры и приборов, блок-схемы алгоритмов, листинги программ, экранные формы и т.д. Приложения следует оформлять как продолжение курсовой работы на листах, следующих за списком использованных источников.

Графические материалы представляются в графической части курсовой работы, которая выполняется в виде плакатов на листах формата А3.

## **7 Проектирование составляющих ЭС**

### **7.1 Организация рабочей памяти**

Рабочая память (РП) экспертных систем предназначена для хранения данных. Данные в рабочей памяти могут быть однородны или разделяются на уровни по типам данных. В последнем случае на каждом уровне рабочей памяти хранятся данные соответствующего типа. Выделение уровней усложняет структуру экспертной системы, но делает систему более эффективной. Напри-

мер, можно выделить уровень планов, уровень агенды (упорядоченного списка правил, готовых к выполнению) и уровень данных предметной области (уровень решений).

В современных экспертных системах данные в рабочей памяти рассматриваются как изолированные или как связанные. В первом случае рабочая память состоит из множества простых элементов, а во втором - из одного или нескольких (при нескольких уровнях в РП) сложных элементов (например, объектов). При этом сложный элемент соответствует множеству простых, объединенных в единую сущность. Теоретически оба подхода обеспечивают полноту, но использование изолированных элементов в сложных предметных областях приводит к потере эффективности.

Данные в РП в простейшем случае являются *константами* и (или) *переменными*. При этом переменные могут трактоваться как характеристики некоторого объекта, а константы - как значения соответствующих характеристик. Если в РП требуется анализировать одновременно несколько различных объектов, описывающих текущую проблемную ситуацию, то необходимо указывать, к каким объектам относятся рассматриваемые характеристики. Одним из способов решения этой задачи является явное указание того, к какому объекту относится характеристика.

Если РП состоит из сложных элементов, то связь между отдельными объектами указывается явно, например, заданием семантических отношений. При этом каждый объект может иметь свою внутреннюю структуру. Необходимо отметить, что для ускорения поиска и сопоставления данные в РП могут быть связаны не только логически, но и ассоциативно.

## **7.2 Организация базы знаний**

Показателем интеллектуальности системы с точки зрения представления знаний считается способность системы использовать в нужный момент необходимые (*релевантные*) знания. Системы, не имеющие средства для определения

релевантных знаний, неизбежно сталкиваются с проблемой «комбинаторного взрыва». Можно утверждать, что эта проблема является одной из основных причин, ограничивающих сферу применения экспертных систем. В проблеме доступа к знаниям можно выделить три аспекта: *связность знаний и данных, механизм доступа к знаниям и способ сопоставления.*

*Связность (агрегация)* знаний является основным способом, обеспечивающим ускорение поиска релевантных знаний. Большинство специалистов пришли к убеждению, что знания следует организовывать вокруг наиболее важных объектов (сущностей) предметной области. Все знания, характеризующие некоторую сущность, связываются и представляются в виде отдельного объекта. При подобной организации знаний, если системе потребовалась информация о некоторой сущности, то она ищет объект, описывающий эту сущность, а затем уже внутри объекта отыскивает информацию о данной сущности. В объектах целесообразно выделять два типа связей между элементами: *внешние* и *внутренние*. Внутренние связи объединяют элементы в единый объект и предназначены для выражения структуры объекта. Внешние связи отражают взаимозависимости, существующие между объектами в области экспертизы. Многие исследователи классифицируют внешние связи на *логические* и *ассоциативные*. Логические связи выражают семантические отношения между элементами знаний. Ассоциативные связи предназначены для обеспечения взаимосвязей, способствующих ускорению процесса поиска релевантных знаний.

Основной проблемой при работе с большой базой знаний является проблема поиска знаний, релевантных решаемой задаче. В связи с тем, что в обрабатываемых данных может не содержаться явных указаний на значения, требуемые для их обработки, необходим более общий механизм доступа, чем метод прямого доступа (метод явных ссылок). Задача этого механизма состоит в том, чтобы по некоторому описанию сущности, имеющемуся в рабочей памяти, найти в базе знаний объекты, удовлетворяющие этому описанию. Очевидно, что упорядочение и структурирование знаний могут значительно ускорить процесс поиска.

Нахождение желаемых объектов в общем случае уместно рассматривать как двухэтапный процесс. На первом этапе, соответствующему процессу выбора по ассоциативным связкам, совершается предварительный выбор в базе знаний потенциальных кандидатов на роль желаемых объектов. На втором этапе путем выполнения операции сопоставления потенциальных кандидатов с описаниями кандидатов осуществляется окончательный выбор искомым объектов. При организации подобного механизма доступа возникают определенные трудности: Как выбрать критерий пригодности кандидата? Как организовать работу в конфликтных ситуациях и т.п.

Операция сопоставления может использоваться не только как средство выбора нужного объекта из множества кандидатов; она может быть использована для классификации, подтверждения, декомпозиции и коррекции. Для идентификации неизвестного объекта он может быть сопоставлен с некоторыми известными образцами. Это позволит классифицировать неизвестный объект как такой известный образец, при сопоставлении с которым были получены лучшие результаты. При поиске сопоставление используется для подтверждения некоторых кандидатов из множества возможных. Если осуществлять сопоставление некоторого известного объекта с неизвестным описанием, то в случае успешного сопоставления будет осуществлена частичная декомпозиция описания.

Операции сопоставления весьма разнообразны. Обычно выделяют следующие их формы: *синтаксическое, параметрическое, семантическое и принуждаемое сопоставления*. В случае *синтаксического сопоставления* соотносят формы (образцы), а не содержание объектов. Успешным является сопоставление, в результате которого образцы оказываются идентичными. Обычно считается, что переменная одного образца может быть идентична любой константе (или выражению) другого образца. Иногда на переменные, входящие в образец, накладывают требования, определяющие тип констант, которыми они могут сопоставляться. Результат синтаксического сопоставления является бинарным: образцы сопоставляются или не сопоставляются. В *параметрическом сопо-*

*ставлении* вводится параметр, определяющий степень сопоставления. В случае *семантического сопоставления* соотносятся не образцы объектов, а их функции. В случае *принуждаемого сопоставления* один сопоставляемый образец рассматривается с точки зрения другого. В отличие от других типов сопоставления здесь всегда может быть получен положительный результат. Вопрос состоит в силе принуждения. Принуждение могут выполнять специальные процедуры, связываемые с объектами. Если эти процедуры не в состоянии осуществить сопоставление, то система сообщает, что успех, может быть, достигнут только в том случае, если определенные части рассматриваемых сущностей можно считать сопоставляющимися.

### **7.3 Методы поиска решений в экспертных системах**

Методы решения задач, основанные на сведении их к поиску, зависят от особенностей предметной области, в которой решается задача, и от требований, предъявляемых пользователем к решению. Особенности предметной области с точки зрения методов решения можно характеризовать следующими параметрами:

- размер, определяющий объем пространства, в котором предстоит искать решение;

- изменяемость области, характеризует степень изменяемости области во времени и пространстве (здесь будем выделять статические и динамические области);

- полнота модели, описывающей область, характеризует адекватность модели, используемой для описания данной области. Обычно если модель не полна, то для описания области используют несколько моделей, дополняющих друг друга за счет отражения различных свойств предметной области;

- определенность данных о решаемой задаче характеризует степень точности (ошибочности) и полноты (неполноты) данных. Точность (ошибочность) является показателем того, что предметная область с точки зрения решаемых



задач описана точными или неточными данными; под полнотой (неполнотой) данных понимается достаточность (недостаточность) входных данных для однозначного решения задачи [6].

Требования пользователя к результату задачи, решаемой с помощью поиска, можно характеризовать количеством решений и свойствами результата и (или) способом его получения. Параметр «количество решений» может принимать следующие основные значения: одно решение, несколько решений, все решения. Параметр «свойства» задает ограничения, которым должен удовлетворять полученный результат или способ его получения. Например, для системы, выдающей рекомендации по лечению больных, пользователь может указать требование не использовать некоторое лекарство (в связи его отсутствием или в связи с тем, что оно противопоказано данному пациенту). Параметр «свойства» может определять и такие особенности, как время решения («не более чем», «диапазон времени» и т.п.), объем памяти, используемой для получения результата, указание об обязательности (невозможности) использования каких-либо знаний (данных) и т.п.

Итак, сложность задачи, определяемая вышеприведенным набором параметров, варьируется от простых задач малой размерности с неизменяемыми определенными данными и отсутствием ограничений на результат и способ его получения до сложных задач большой размерности с изменяемыми, ошибочными и неполными данными и произвольными ограничениями на результат и способ его получения. Из общих соображений ясно, что каким-либо одним методом нельзя решить все задачи. Обычно одни методы превосходят другие только по некоторым из перечисленных параметров.

Рассмотренные ниже методы могут работать в статических и динамических проблемных средах. Для того, чтобы они работали в условиях динамики, необходимо учитывать время жизни значений переменных, источник данных для переменных, а также обеспечивать возможность хранения истории значений переменных, моделирования внешнего окружения и оперирования временными категориями в правилах.

Существующие методы решения задач, используемые в экспертных системах, можно классифицировать следующим образом:

- методы поиска в одном пространстве - методы, предназначенные для использования в следующих условиях: области небольшой размерности, полнота модели, точные и полные данные;
- методы поиска в иерархических пространствах - методы, предназначенные для работы в областях большой размерности;
- методы поиска при неточных и неполных данных;
- методы поиска, использующие несколько моделей, предназначенные для работы с областями, для адекватного описания которых одной модели недостаточно.

Предполагается, что перечисленные методы при необходимости должны объединяться для того, чтобы позволить решать задачи, сложность которых возрастает одновременно по нескольким параметрам.

#### **7.4 Практические аспекты проектирования ЭС**

Обучающимся предлагается разработать основные составляющие экспертной системы: базу знаний, сценарий интерфейса, алгоритмы логического вывода в конкретной предметной области.

Результатом работы экспертной системы являются рекомендации (один или несколько наборов выходных данных), которые могут быть ранжированы по степени соответствия запросу. В запросе не обязательно определять все параметры. Например, выводы экспертной системы в области приложения, связанной с определением оптимальной конфигурации ПК будут следующие:

- процессор (фирма-производитель, тактовая частота);
- размер оперативной памяти;
- модель монитора;
- модель винчестера и т.п.

Рассмотрим пример создания базы знаний для экспертной системы по выбору оптимальной конфигурации ПК для пользователя.

*Исходные данные:*

- 1) цели использования ПК;
- 2) пределы стоимости выбранной конфигурации;
- 3) фирма – изготовитель комплектующих.

Разделим факты, относящиеся к нашей задаче, на две группы – факты, которые зависят от потребностей пользователя, и факты-предложения продавца. Перечислим факты, запрашиваемые от пользователя:

- 1) Цель, для которой приобретается компьютер  
Для работы с текстовыми документами;  
Для работы с графической информацией;  
.....
- 2) Пределы стоимости выбранной конфигурации  
500 у.е. – 800 у.е.  
800 у.е. – 1000 у.е.  
.....
- 3) От продавца нужна следующая информация  
3.1 Комплектующие, имеющиеся в наличии  
Процессор  
Характеристики  
Стоимость  
Фирма – производитель  
3.2 Материнская плата  
Характеристики  
Стоимость  
Фирма – производитель

Рассмотрим дерево решений, фрагмент которого приведен на рисунке 2.

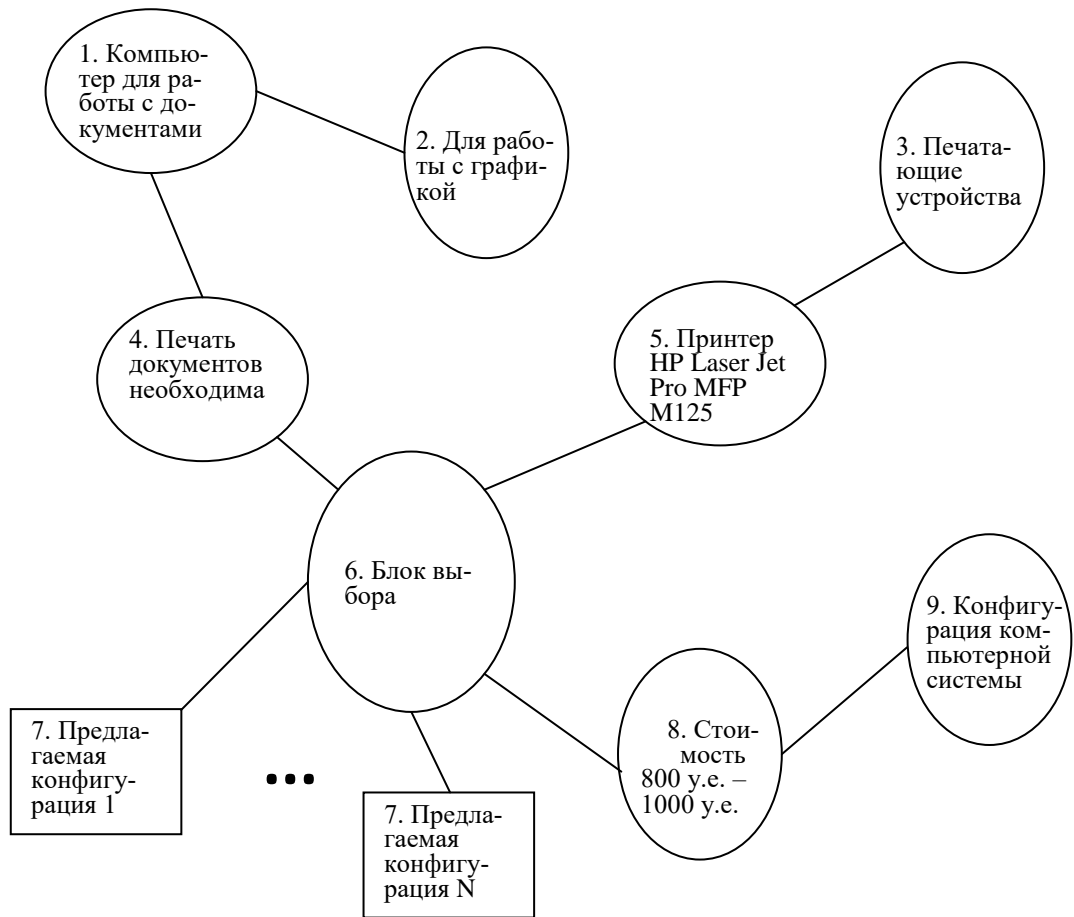


Рисунок 2 – Фрагмент дерева решений

Разработанное дерево решений позволяет записать правила базы знаний. Для этого из дерева решений надо выделить все пути, ведущие к его завершающим вершинам, обозначенным прямоугольниками

Правило для достижения вершины 7 можно записать следующим образом:

*Если* цель приобретения = (работа с документами)

*и* Печать документов = (необходима)

*и* Пределы стоимости (меньше 800 и больше 500)

*То* конфигурация компьютера = (.....).

После того, как правила сформулированы и записаны, их можно поместить в базу знаний.

## 8 Подготовка и защита курсовой работы

Выполнение курсовой работы завершается следующими этапами:

- оформления пояснительной записки и графической части курсовой работы;
- подготовки к защите курсовой работы;
- защиты курсовой работы.

Приведем основные требования по структуре, содержанию и оформлению результатов выполнения этих этапов курсовой работы.

Оформленная курсовая работа по дисциплине «Экспертные системы» представляется обучающимся руководителю для проверки.

Если в результате проверки не обнаружатся грубые ошибки, неполный объем или низкое качество оформления, либо другие недопустимые несоответствия уровня работы предъявляемым требованиям, то руководитель ставит свою подпись на титульном листе пояснительной записки и других подписываемых структурных элементах курсовой работы (аннотации, листах графической части работы). В этом случае руководитель не позднее двух дней до даты защиты, указанной в расписании, информирует обучающегося о допуске к защите.

В противном случае обучающегося информируют о не допуске к защите, и работа возвращается для доработки. При этом уточняются сроки и условия представления курсовой работы к повторной проверке и защите.

Обучающийся, получив от руководителя положительный отзыв о курсовой работе, должен подготовиться к ее защите.

К защите курсовой работы обучающийся готовит доклад, рассчитанный на выступление до 5 минут, и компьютерную презентацию к нему (рекомендуется не более 5 – 7 слайдов).

Как правило, доклад строится в той же последовательности, в какой решались задачи исследования.

В ходе защиты курсовой работы обучающийся должен кратко сформулировать цель разработки, изложить содержание, акцентируя внимание на наибо-

лее важных с его точки зрения и имеющих научную новизну решениях, задачах и заключении.

Защита курсовой работы, как правило, проводится публично, в присутствии студенческой группы.

Оценка курсовой работы производится с учетом:

- степени обоснования актуальности темы;
- правильности выбранных методов проектирования;
- глубины анализа экспертной системы;
- широты обзора и глубины анализа алгоритмов разрабатываемой экспертной системы;
- соблюдение ГОСТов и содержательности графического материала;
- степени соблюдения требований государственных стандартов к оформлению пояснительной записки и графической части курсовой работы;
- умения логично и аргументировано излагать материал и защищать свои научно-технические решения.

Результаты защиты курсовой работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Курсовая работа оценивается следующим образом:

- оценка «отлично» выставляется за работу, в которой дано всестороннее и глубокое освещение исследуемой темы в тесной взаимосвязи с практикой; автор работы показал умение работать с литературой и нормативными документами, проводить научные исследования, делать теоретические и практические выводы;
- оценка «хорошо» выставляется за работу, отвечающую основным, предъявляемым к ней требованиям; обучающийся обстоятельно владеет материалом, однако не на все вопросы дает глубокие, исчерпывающие и аргументированные ответы;
- оценка «удовлетворительно» выставляется за работу, если в ней, в основном, соблюдены общие требования, но неполно раскрыты поставленные за-

данием вопросы; автор курсовой работы посредственно владеет материалом, поверхностно отвечает на вопросы, допускает существенные недочеты;

– оценка «неудовлетворительно» выставляется за работу, если имеются грубые ошибки или принципиальные замечания по ее содержанию, не позволяющие положительно ее оценить; ответы на вопросы неправильны и не аргументированы.

Обучаемый, не представивший в установленный срок полностью выполненную курсовую работу по дисциплине «Экспертные системы», или не защитивший ее, кроме случая неявки по уважительной причине, считается имеющим академическую задолженность и не допускается к сдаче зачета по данной учебной дисциплине.

Обучающиеся, выполнившие курсовую работу, но получившие при защите неудовлетворительную оценку, имеют право на повторную защиту.

## **9 Примерная тематика курсовых работ**

Вариант 1. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для рекламного агентства).

Вариант 2. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для риэлтерской компании).

Вариант 3. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для туристического агентства).

Вариант 4. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для парикмахерской).

Вариант 5. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для предприятия оптовой торговли).

Вариант 6. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для предприятий розничной торговли).

Вариант 7. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для управляющей компании ЖКХ).

Вариант 8. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для гостиницы).

Вариант 9. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для ресторана).

Вариант 10. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для ювелирного магазина).

Вариант 11. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для высшего учебного заведения).

Вариант 12. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для банка).

Вариант 13. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для кафе).

Вариант 14. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для полиграфического салона).

Вариант 15. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для логистического центра).

Вариант 16. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для государственной власти).

Вариант 17. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для инвестиционной компании).

Вариант 18. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для строительной компании).

Вариант 19. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для овощебазы).

Вариант 20. Разработка ЭС в конкретной предметной области (для промышленного предприятия).



## Список использованных источников

1 Пищухин, А.М. Проектирование экспертных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Пищухин, Г.Ф. Ахмедьянова; – Оренбург : ОГУ. – 2017. – ISBN 978-5-7410-1944-3. – 186 с. Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/61527\\_20180115.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/61527_20180115.pdf)

2 Сидоркина, И.Г. Системы искусственного интеллекта [Текст] : учеб. пособие для вузов / И.Г. Сидоркина. – М. : КноРус, 2011. – 245 с. – ISBN 978-5-406-00449-4.

3 Ездаков, А.Л. Экспертные системы САПР [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Л. Ездаков. – М.: ИД ФОРУМ, 2012. – 160 с. – ISBN 978-5-8199-0398-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=343778>

4 Заельская, Н.А. Экспертные системы и базы знаний [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / Н.А. Заельская; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования «Оренбург. гос. ун-т», Каф. компьютер. безопасности и мат. обеспечения информац. систем. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1,01 МБ). – Оренбург : ОГУ, 2013. –Архиватор 7-Zip

5 Стандарт организации. СТО 02069024. 101 – 2015. Работы студенческие. Общие требования и правила оформления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.osu.ru/docs/official/standart/standart\\_101-2015\\_.pdf](http://www.osu.ru/docs/official/standart/standart_101-2015_.pdf). – 85 с.

6 Матвеев, М.Г. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Прикладная информатика (по областям)» и другим специальностям / М.Г. Матвеев, А.С. Свиридов, Н.А. Алейникова. – Москва : Финансы и статистика : ИНФРА-М, 2014. – 448 с. – ISBN 978-5-279-03279-2.

## Приложение А

(справочное)

### Пример оформления задания на курсовую работу

Утверждаю  
заведующий кафедрой УиИТС

\_\_\_\_\_ А.С. Боровский  
подпись инициалы. фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение курсовой работы

студенту Фамилия Имя Отчество

по направлению подготовки (специальности) 27.03.04 Управление в технических системах

по дисциплине «Экспертные системы».

1 Тема работы « \_\_\_\_\_ ».

2 Срок сдачи студентом работы «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

3 Цель и задачи к работе:

Цель работы – разработка основных составляющих экспертной системы (в конкретной предметной области)

Задачи работы: провести анализ существующих экспертных систем, применяемых в соответствующей области, разработать модели базы знаний и базы данных и сценарии интерфейса.

4 Исходные данные к работе литература по дисциплине, данные из сети Интернет.

5 Перечень вопросов, подлежащих разработке:

5.1 Обзор и анализ существующих экспертных систем.

5.2 Моделирование базы знаний.

5.3 Моделирование базы данных

5.4 Выбор и разработка сценариев интерфейса

6 Перечень графического (иллюстративного) материала: разработанные  
схемы и алгоритмы.

Дата выдачи и получения задания

Руководитель «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. \_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  
подпись инициалы. фамилия

Студент «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. \_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  
подпись инициалы. фамилия

Примечание – Бланк задания распечатывается с двух сторон листа.

## Приложение Б

(обязательное)

### Пример оформления календарного плана выполнения курсовой работы

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Аэрокосмический институт

Кафедра управления и информатики в технических системах

### Календарный план выполнения курсовой работы

по дисциплине «Экспертные системы»

Руководитель

\_\_\_\_\_ И.О. Фамилия

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Студент группы (аббревиатура  
группы)

\_\_\_\_\_ И.О. Фамилия

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Оренбург 20\_\_

## Календарный план выполнения курсовой работы

Наименование этапа	Сроки выполнения	Отметка о выполнении и основные результаты
Выбор темы и согласование ее с руководителем	1-ая неделя семестра	
Разработка плана исследований по теме курсовой работы и содержания пояснительной записки	2-ая неделя	
Составление предварительного перечня литературы, необходимой для выполнения курсовой работы	3-я неделя	
Работа над «Основной частью» курсовой работы	4 – 8-ая недели	
Представление руководителю «Основной части» курсовой работы	9-ая неделя	
Исправление «Основной части» в соответствии с замечаниями руководителя	10-ая неделя	
Работа над заключением, оформление пояснительной записки и графической части курсовой работы	11-ая неделя	
Сдача оформленной работы руководителю для проверки	12-ая неделя	
Защита курсовой работы	13-ая неделя	

Студент

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

дата

\_\_\_\_\_

инициалы. фамилия