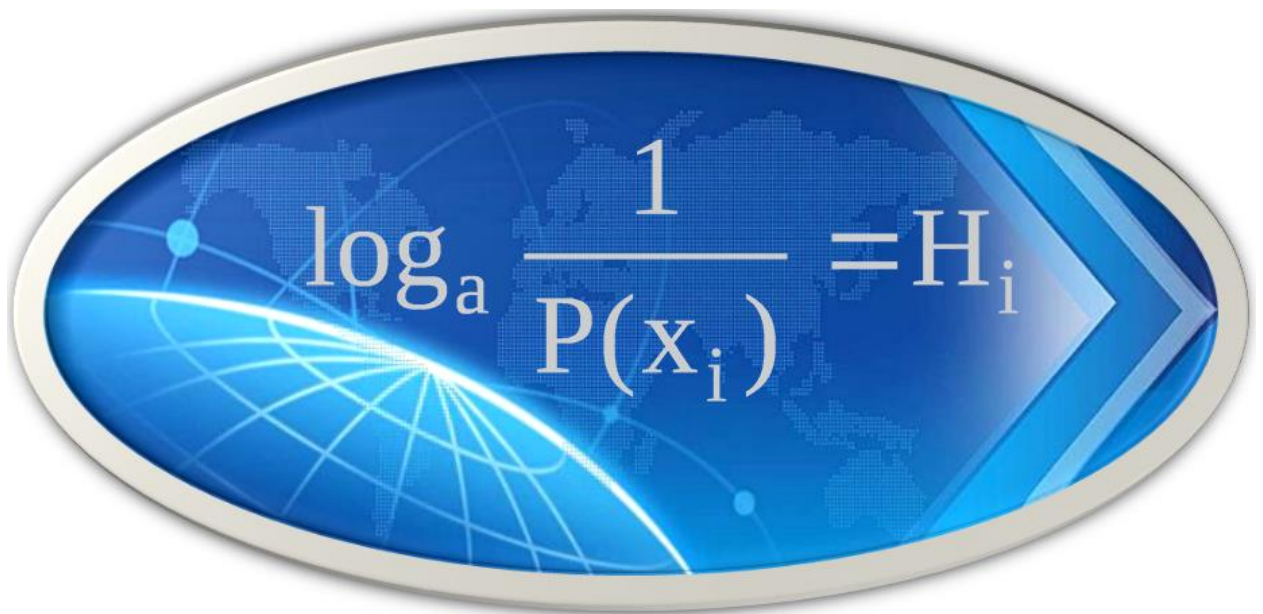


**ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ.
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВЫХ РАБОТ**

*для студентов II и III курсов
направлений: «Информационные системы и
технологии»,
«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»*



УДК 32.811я73
С50

*Печатается по решению Ученого совета факультета математики,
информационных и авиационных технологий
Ульяновского государственного университета
(протокол от _____ № _____)*

Рецензенты:

зав. кафедрой «Прикладная математика и информатика» УлГТУ, д.т.н.,
профессор В.Р. Крашенинников;
профессор кафедры «Информационные технологии» УлГУ, д.ф-м.н.,
профессор Ю.В. Цыганова.

Смагин А.А., Булаев А.А.

**С50 Теория информации. Методические указания к выполнению
курсовых работ : учебно-методическое пособие / А.А. Смагин, А.А. Булаев.**
– Ульяновск : УлГУ, 2018. - 34 с.

В пособии приведены задания для выполнения курсовой работы по дисциплине «Теория информации», даются указания и рекомендации по выполнению работы.

Данное пособие издается в соответствии с рабочей программой дисциплины «Теория информации» по учебным планам направлений «Информационные системы и технологии», «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» студентов II и III курсов дневного обучения.

УДК 32.811я73

СОДЕРЖАНИЕ

Курсовая работа как составной элемент учебного процесса.....	4
Требования к разработке курсовой работы	4
Примерные темы курсовых работ	9
Учебно-исследовательская работа по разделу «Передача информации по зашумленному каналу связи».	13
Содержание пояснительной записки	30
Правила оформления пояснительной записки	30
Требования к защите курсовой работы.....	31
Литература	34

Курсовая работа как составной элемент учебного процесса

Курсовая работа – это один из видов самостоятельной работы студентов, основной задачей которого является выработка у студентов навыков архивного исследования, умения формулировать ведущую проблему, анализировать источники и литературу по данной проблематике, давать интерпретацию знаний по теории информации, источников, показать владение необходимым математическим инструментарием.

Курсовая работа призвана показать следующие знания студента:

- основные понятия и термины теории информации, теоретические положения, современные методы и средства получения, представления, обработки и хранения информации;
- знание основной литературы и Интернет-источников по выбранной теме.

В курсовой работе определяются приобретаемые компетенции, самостоятельность формулирования задачи по выбранной теме, способность ее решения с помощью собственных знаний и знаний, полученных из открытых источников, возможности оценки получаемых результатов и применения их на практике, которые являются показателями профессиональной подготовки студента.

Особое внимание уделяется демонстрации различных уровней знания: репродуктивного, проблемного, креативного.

Курсовая работа должна быть объёмом от 20 до 25 листов в печатном виде.

Требования к разработке курсовой работы

Основными процедурами выполняемой курсовой работы являются:

- формализация постановки решаемой задачи;
- обоснование выбора метода (способа) решения задачи;
- построение информационной модели объекта задачи и путей ее решения выбранным способом;

- оценка эффективности получаемых результатов;
- формулирование выводов по работе и указываемые перспективы;
- область возможного наиболее эффективного применения результатов.

Выполнение курсовой работы предусмотрено учебным планом и обязательно для каждого студента. В результате выполнения курсовой работы студент должен показать готовность к владению основными умениями вести исследовательскую деятельность, продемонстрировать необходимые компетенции, приобрести новые знания, умения и получить опыт. С этой целью будущим специалистам необходимо:

- научиться пользоваться библиографическими указателями в научной библиотеке университета источников обеспечивающих дисциплину, по которой выполняется курсовая работа получить необходимый минимум знаний по теме и уметь зафиксировать нужную информацию;
- грамотно изложить состояние изучаемого вопроса на основе анализа современной литературы;
- выполнить расчеты (при необходимости) по выбранной теме, обработать полученный материал с помощью вычислительной техники (если это предусмотрено заданием), проанализировать, систематизировать, интерпретировать его и сделать выводы.

Работу над курсовой работой следует начинать с подбора литературы по теме исследования. При этом выделяются три источника библиографической информации:

- *библиотечные фонды*, которые включают:
 - первичные (статьи, диссертации, монографии и т. д.);
 - вторичные (библиография, реферативные журналы, сигнальная информация и т.д.);

- *интернет-ресурсы*, которые состоят из обзоров, компилятивных работ, справочных данных, электронных учебников, видео уроков, форумов, иностранных статей и книг, которые можно перевести с помощью электронных переводчиков);
- *лекционный материал* по поддерживаемой курсовой работой дисциплине

В результате сбора и сравнительного анализа информации по теме исследования должны быть получены следующие сведения:

- какие наивысшие достижения в этой области имеются на текущий день;
- какие специалисты и ученые наиболее авторитетны и в каких научных учреждениях, выполняются работы по теме исследования;
- наиболее значимые результаты такой работы и публикации (в каких источниках);
- в чем конкретно они состоят?;

Главным результатом должно быть заключение на основании сравнительного анализа по выбранным критериям достоинств и недостатков методов и средств решений поставленной задачи в курсовой работе и особенный упор необходимо сделать в тех сторонах, где найденные решения недостаточно проработаны или не завершены.

Именно они должны войти в формулировку основной задачи курсовой работы и послужить базой для поиска эффективных средств ее решения.

Вся полученная при поиске и анализе студентом информация должна быть структурирована таким образом, чтобы при выполнении курсовой работы она была представлена в систематизированном виде в виде записей разного рода и требовала затрат времени на ее поиск. Наиболее подходящим приемом является размещение материала по отдельным папкам – каждой главе – отдельная папка. Например, папка №1 содержит материал по первой

главе. В ней собрана информация по актуальности, раскрытию темы, области исследований или разработок, методов и средств решения задачи.

Вторая папка отводится для второй главы, в которой находит отражение собственное решение поставленной задачи. Это основная часть работы. Здесь сосредотачивается материал теоретического свойства – подробно рассматривается решение, на основе которого можно создать средства его практической реализации.

Третья папка – для заключительной части работы (третьей главы). В нее складывается материал, связанный со средствами решения задачи. Это алгоритм и его программная реализация. Это проект информационной системы. Это решение задачи с помощью средств нейронных сетей или MatLab, Matcad или предложенных автором теоретико-информационных средств. Здесь могут быть представлены результаты экспериментальных исследований, программных воплощений предложенных автором идей и способов.

Необходимо отметить важность первой главы, содержание которой оказывает влияние на содержание остальных двух глав.

Перед составлением обзора необходимо определить основные понятия по теме исследования, чтобы использование их было однозначным. Это означает, то или иное понятие, которое в статистике, математике, теории информации разными авторами может трактоваться по-разному должно во всём тексте курсовой работы от начала до конца иметь лишь одно, четко определенное автором значение.

С этой целью рекомендуется на третьей странице курсовой работы составить список используемых понятий с их раскрытием. Это требуется для оценки компетенции студента по используемой понятийной базе курсовой работы.

Следующая рекомендация касается выполнения расчетной или опытно-экспериментальной работы. Результаты расчетов могут быть представлены в виде аналитических таблиц, графиков, диаграмм, на основе которых автор

должен доказать правильность принятых решений. Каждая таблица или график должны сопровождаться обоснованными пояснениями. К таблицам, рисункам следует сделать подписи – краткие, понятные, под рисунками поместить пояснения, расшифровку сокращений т.д. Все иллюстрации нужно выполнять аккуратно.

Также важным является обсуждение результатов, в ходе которых необходимо ответить на такие вопросы: «Почему так получилось?», «В чем причины?», «Как можно объяснить тот или иной факт?». На этом этапе работы необходимо привлечь теоретические и практические данные, полученные другими авторами, проанализировать соответствие или несоответствие собственных данных результатам других исследователей, дать интерпретацию, объяснить полученные данные. Делать это целесообразно в той же последовательности, в какой представлены результаты в тексте. Это обеспечивает стройность и логику изложения. Необходимо выяснить, подтвердилась или нет гипотеза исследования (если она была ранее сформулирована).

Курсовая работа завершается заключением, в котором указываются основные результаты, их важность для науки и техники, общественная значимость, дальнейшие перспективы.

Для написания обзора по теме исследования целесообразно использовать не менее 20 источников, которые необходимо привести в конце курсовой работы по определенным правилам, установленным ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Следует отметить, что в тексте работы на все приведенные источники используемой литературы должны иметься обязательные ссылки.

Примерные темы курсовых работ

Темы курсовых работ для направлений «Информационные системы и технологии», «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Темы курсовых работ разделяются на две части: первая часть охватывает общие вопросы теории информации и носит аналитический характер, вторая часть имеет учебно-исследовательское направление.

По первой части студенты выполняют работы и осуществляют осознанный поиск материала в библиотечных фондах УлГУ, в Интернет-источниках и активно используют лекционный материал. Это позволяет студентам приобрести навыки сравнительного анализа имеющихся источников, поиска и выбора среди них наиболее актуальных и релевантных материалов в виде текстов, графиков, таблиц, отвечающих теме курсовой работы.

Выполнение учебно-исследовательской работы прививает студентам знания по проведению экспериментальных исследований в конкретной предметной области с помощью специализированных программных средств (симуляторов) и позволяет получить соответствующие навыки, умения, компетенции и самостоятельно проводить обработку и анализ экспериментальных данных при создании новых инфокоммуникационных технологий и систем связи.

1. Алгоритмы сжатия данных.

Некоторые специфические алгоритмы сжатия данных. Алгоритм арифметического кодирования.

2. Представление и кодирование информации.

Информация и информационные процессы в природе, обществе, технике. Информационная деятельность человека. Способы кодирования изображений и звука. Свойства информации.

3. Основы информации и передачи сигналов.

Изучение форм представления детерминированных сигналов. Основы информации и передачи сигналов. Модель передачи данных Шеннона-Уивера. Описание и работа составных блоков.

4. Количественная мера информации.

Основы теории передачи информации. Экспериментальное изучение количественных аспектов информации. Количество информации по Хартли и К. Шеннону. Частотные характеристики текстовых сообщений. Количество информации как мера снятой неопределенности.

5. Энтропия сигналов.

Объединение как совокупность нескольких ансамблей дискретных, случайных событий. Безусловная энтропия - среднее количество информации, приходящееся на один символ. Описание информационных свойств непрерывного источника. Понятие дифференциальной энтропии.

6. Количество информации.

Бит, неопределенность, количество информации и энтропия. Формула Фишера. Формула Шеннона. Формула Хартли. Количество информации, получаемой в процессе сообщения. Взаимодействие источника и приемника информации. Количество, информационная емкость ячеек памяти. Энтропия сложных сообщений.

7. Методы сжатия цифровой информации. Метод Лавинского.

Задачи обработки и хранения информации при помощи ЭВМ. Сжатие и кодирование информации в информационно-вычислительных комплексах. Метод Лавинского как простейший метод сжатия информации (числовых массивов) путем уменьшения разрядности исходного числа.

8. Кибернетика и информация.

Виды информации, с которыми работают современные компьютеры. Понятие "информация": в физике, в биологии, в кибернетике. Представление информации. Управление в технических системах и живом мире.

9. Облачные вычисления. Кодирование, каналы передачи и хранение информации в файлах. Организация облачных вычислений.
10. Защита информации.
Виды умышленных угроз безопасности информации. Классификация вредоносных программ. Основные методы и средства защиты информации в компьютерных сетях. Программа, реализующая шифрование текстового массива. Кодирование информации методом Цезаря. Описание алгоритма Атбаш.
11. Представление информации в ЭВМ.
Непрерывная и дискретная информация. Кодирование как процесс представления информации в виде кода. Особенности процедуры дискретизации непрерывного сообщения. Позиционные и непозиционные системы счисления. Представление информации в двоичном коде.
12. Информационные данные как основа формирования экономических информационных систем.
Понятие экономической информации, ее классификаторы. Системы классификации и кодирования информации. Документация и технологии её формирования. Применение технологий Workflow, их функции. Виды носителей информации, современные технологии.
13. Разработка приложения «Хранение важной информации в ненадежных источниках и передача ее по незащищенным каналам связи. Восстановление зашифрованных данных».
14. Цифровая информация.
Понятие и отличительные черты аналоговой и цифровой информации. Изучение единиц измерения цифровой информации: бит (двоичная цифра) и байт. Особенности передачи, методы кодирования и декодирования текстовой, звуковой и графической цифровой информации
15. Информационные системы в медицине. Виды и формы «медицинской» информации, ее обработка в медицинских приборах

16. Обработка информации на борту летательного аппарата. *Источники полетных данных, обработка в бортовом компьютере и средства ее отображения пилотам*
17. Современные геоинформационные системы. *Двумерные и трёхмерные ГИС. Виды и способы отображения ситуационной обстановки. Методы векторизации и растеризации картографической информации.*
18. Обмен информацией в мире животных и птиц, рыб. *Объекты информационного обмена. Языки, среды обмена. Эффективность обмена.*
19. Статистические методы кодирования. Классификация. *Адаптивные эффективные методы*
20. Арифметическое кодирование. *Алгоритм. Эффективность. Примеры. Область эффективного использования.*

Для указанных ниже тем содержание заданий одинаково с содержанием темы по п.20.

21. Свёрточные коды.
22. Циклические коды.
23. Коды Рида-Соломона.
24. Коды Голомба.
25. Каскадные коды.
26. Словарные методы кодирования.
27. Кодирование видеоданных.
28. Кодирование звуковых файлов.
29. Код БЧХ.
30. Адаптивное кодирование.
31. Блочные турбокоды.
32. Свёрточные турбокоды.
33. Сжатие данных.
34. Экономное кодирование.

35. Технические средства кодирования данных.

Учебно-исследовательская работа по разделу «Передача информации по зашумленному каналу связи».

Исследование передачи текста по каналу с шумами.

Цель работы: изучение прохождения информации по зашумленному каналу связи.

Предполагается, что имеется некоторая система связи для передачи дискретных сообщений. Источник сообщений формирует сообщения на русском языке. После этого сообщение кодируется и представляется бинарным кодом.

Для передачи сообщения оно подвергается зашумлению т.е. искажается и тем самым моделируется зашумленный канал связи..

В предположении стационарности и отсутствия памяти у канала его переходные вероятности имеют числовые значения, которые можно во время выполнения работы можно менять.

Эти искажения влияют на буквы текста, и он может потерять смысл.

В процессе выполнения работы задавая уровни искажения необходимо проанализировать возможности разных методов помехоустойчивого кодирования и определить их эффективность используя их для обнаружения и восстановления искаженных текстов.

Теоретическая часть. Для выполнения учебно-исследовательской работы необходимо изучить методы помехоустойчивого кодирования, которые используются в этой работе и получили на практике достаточно широкое распространение.

Код Хэмминга и расширенный код Хэмминга

Для построения корректирующегося кода достаточно приписать к каждому слову один добавочный (контрольный) двоичный разряд и выбрать цифру такого разряда так, чтобы общее количество единиц в изображении

любого числа было, например, четным. Одиночная ошибка в каком-либо из разрядов передаваемого слова (в том числе, может быть, и в контрольном разряде) изменит четность общего количества единиц. Счетчик по модулю 2, подсчитывающий количество единиц, которые содержатся среди двоичных цифр числа, могут давать сигнал о наличии ошибок.

При этом, разумеется, мы не получаем никаких указаний о том, в каком именно разряде произошла ошибка, и, следовательно, не имеем возможности исправить ее. Остаются незамеченными также ошибки, возникающие одновременно в двух, в четырех или вообще в четном количестве разрядов. Впрочем, двойные, а тем более, четырехкратные ошибки полагаются маловероятными.

Для построения самокорректирующегося кода, рассчитанного на исправление одиночных ошибок, одного контрольного разряда недостаточно. Как видно из дальнейшего, количество контрольных разрядов k должно быть выбрано так, чтобы удовлетворялось неравенство $2k \geq k + m + 1$ или $k \geq \log_2 m + k + 1$, где m - количество основных двоичных разрядов кодового слова. Минимальные значения k при заданных значениях m , найденные в соответствии с этим неравенством, приведены в таблице

Диапазон m	$k_{\min}$	Диапазон m	$k_{\min}$	Диапазон m	$k_{\min}$
1	2	2-4	3		
5-11	4	12-26	5	27-40	6

Имея $m+k$ разрядов, самокорректирующийся код можно построить следующим образом.

Присвоим каждому из разрядов свой номер от 1 до $m+k$; запишем эти номера в двоичной системе счисления. Поскольку $2 * k > m + k$, каждый номер можно представить, очевидно, k -разрядным двоичным числом.

Предположим далее, что все $m+k$ разрядов кода разбиты на контрольные группы, которые частично перекрываются, причем так, что единицы в двоичном представлении номера разряда указывают на его принадлежность к определенным контрольным группам. Например: разряд №5 принадлежит к 1-й и 3-й контрольным группам, потому что в двоичном представлении его номера $5_{10} = \dots 000101_2$. Можно видеть, что 1-й и 3-й разряды содержат единицы.

Среди $m+k$ разрядов кода при этом имеется k разрядов, каждый из которых принадлежит только к одной контрольной группе:

Разряд №1: $1_{10} = \dots 000001_2$ принадлежит только к 1-й контрольной группе.

Разряд №2: $2_{10} = \dots 000010_2$ принадлежит только к 2-й контрольной группе.

Разряд №4: $4_{10} = \dots 000100_2$ принадлежит только к 3-й контрольной группе.

Разряд № 2^{k-1} принадлежит только к k -ой контрольной группе.

Эти k разрядов мы и будем считать контрольными. Остальные m разрядов, каждый из которых принадлежит по меньшей мере к двум контрольным группам, будут информационными разрядами.

В каждом из k контрольных групп будем иметь по одному контрольному разряду. В каждый из контрольных разрядов поместим такую цифру (0 или 1) чтобы общее количество единиц в его контрольной группе было четным.

Например, довольно распространен код Хемминга с $m=7$ и $k=4$.

Пусть исходное слово (кодовое слово без контрольных разрядов) - 0110101. Обозначим P_i – i -й контрольный разряд; а D_i – i -й информационный разряд, где $i = 1, 2, 3, 4, \dots$

№ разряда:	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011
Распределение контрольных и информационных разрядов	p_1	p_2	d_1	p_3	d_2	d_3	d_4	p_4	d_5	d_6	d_7
Информационное кодовое слово :			0		1	1	0		1	0	1
p_1	1		0		1		0		1		1
p_2		0	0			1	0			0	1
p_3				0	1	1	0				
p_4								0	1	0	1
Кодовое слово с контрольными разрядами:	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1

Предположим теперь, для примера, что при передаче данного кодового слова 10001100101 произошла ошибка в 11-м разряде, так, что было принято новое кодовое слово 10001100100. Произведя в принятом коде проверку четности внутри контрольных групп, мы обнаружили бы, что количество единиц нечетно в 1-й, 2-й и 4-й контрольных группах и четно в 3-й контрольной группе. Это указывает, во-первых, на наличие ошибки, во-вторых, означает, что номер ошибочно принятого разряда в двоичном представлении содержит единицы на первом, втором и четвертом местах и нуль - на третьем месте, т.к. ошибка только одна, и 3-я контрольная сумма оказалась верной.

Из таблицы следует, что ошибка произошла в 11-м разряде и её можно исправить. Построенный код не рассчитан на возможность одновременной ошибки в двух разрядах.

Когда в принятом коде производится проверка четности внутри контрольных групп, случай двойной ошибки ничем внешне не отличается от случая одиночной ошибки.

Например, предположим теперь, что при передаче данного кодового слова 10001100101 произошли ошибки в 3-м и 6-м разрядах, так, что принято кодовое слово 10101000101.

Вывод: ошибка произошла в 5-м разряде. Истинное кодовое слово: 10001100101 Ошибочное кодовое слово: 10101000101. Исправленное кодовое слово: 10100000101. Результат получается еще более отдаленным от правильного, чем принятый код. Исправление кода по общему правилу не только не улучшило, но даже ухудшило бы дело.

Можно построить и такой код, который обнаруживал бы двойные ошибки и исправлял одиночные. Для этого к самокорректирующемуся коду, рассчитанному на исправление одиночных ошибок, нужно приписать еще один контрольный разряд (разряд двойного контроля) Полное количество разрядов кода при этом будет $m+k+1$. Цифра в разряде двойного контроля устанавливается такой, чтобы общее количество единиц во всех $m+k+1$ разрядах кода было четным. Этот разряд не включается в общую нумерацию и не входит ни в одну контрольную группу.

Например, код Хемминга с $m=7$ и $k=4$. Пусть информационное кодовое слово = 0110101.

№ разряда:	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	Second Parity
Распределение контрольных и информационных разрядов	p_1	p_2	d_1	p_3	d_2	d_3	d_4	p_4	d_5	d_6	d_7	
Информационное кодовое слово:			0		1	1	0		1	0	1	
p_1	1		0		1		0		1		1	
p_2		0	0			1	0			0	1	
p_3				0	1	1	0					
p_4								0	1	0	1	
Кодовое слово с контрольными разрядами:	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1

При этом могут быть следующие случаи:

1. В принятом коде в целом и по всем контрольным группам количество единиц четно. Если тройные ошибки и ошибки в большем количестве разрядов исключаются, то первый случай соответствует безошибочному приему кода.

№ разряда:	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	Контроль по четности в группе	Контрольный бит	Контроль по четности в целом	Контрольный бит в целом
Распределение контрольных и информационных разрядов	p ₁	p ₂	d ₁	p ₃	d ₂	d ₃	d ₄	p ₄	d ₅	d ₆	d ₇				
Переданное кодовое слово:	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1				
Принятое кодовое слово:	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1				
p ₁	1		0		1		0		1		1	Pass	0		
p ₂		0	0			1	0			0	1	Pass	0		
p ₃				0	1	1	0					Pass	0		
p ₄								0	1	0	1	Pass	0	1	Pass

2. В принятом коде в целом количество единиц нечетно, но во всех контрольных группах количество единиц четно. Второй случай - ошибки только в разряде двойного контроля.

№ разряда:	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	Контр оль по четнос ти в группе	Конт рольн ый бит	Кон трол ь по чети ости в цело м	Кон трол ьны й бит в цело м
Распределе ние контрольны х и информацио нных разрядов	p ₁	p ₂	d ₁	p ₃	d ₂	d ₃	d ₄	p ₄	d ₅	d ₆	d ₇				
Переданное кодвое слово:	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1				
Принятое кодвое слово:	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1				
p ₁	1		0		1		0		1		1	Pass	0		
p ₂		0	0			1	0			0	1	Pass	0		
p ₃				0	1	1	0					Pass	0		
p ₄								0	1	0	1	Pass	0	0	Fail

3. В принятом коде в целом и в некоторых из контрольных групп количество единиц нечетно. Третий случай — одиночной ошибки в каком-либо из остальных разрядов (можно исправить в соответствии с приведенными выше правилами).

№ разряда:	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	Конт роль по четно сти в груп пе	Кон трол ьны й бит	Кон трол ь по четн ости в цело м	Кон трол ьны й бит в цело м
Распределение контрольных и информационных разрядов	p ₁	p ₂	d ₁	p ₃	d ₂	d ₃	d ₄	p ₄	d ₅	d ₆	d ₇				
Переданное кодвое слово :	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1				
Принятое кодвое слово:	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0				
p ₁	1		0		1		0		1		0	Fail	1		
p ₂		0	0			1	0			0	0	Fail	1		
p ₃				0	1	1	0					Pass	0		
p ₄								0	1	0	0	Fail	1	1	Fail

Из таблицы следует, ошибка произошла в 11-м разряде и можно её исправить.

- В принятом коде в целом количество единиц четно, но в некоторых контрольных группах имеется нечетное количество единиц - двойная ошибка.

№ разряда:	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	Контроль по четности в группе	Контрольный бит	Контроль по четности в целом	Контрольный бит в целом
Распределение контрольных и информационных разрядов	p ₁	p ₂	d ₁	p ₃	d ₂	d ₃	d ₄	p ₄	d ₅	d ₆	d ₇				
Переданное кодовое слово:	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1				
Принятое кодовое слово:	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1				
p ₁	1		1		1		0		1		1	Fail	1		
p ₂		0	1			0	0			0	1	Pass	0		
p ₃				0	1	0	0					Fail	1		
p ₄								0	1	0	1	Pass	0	1	Pass

Исправление двойных ошибок здесь, конечно, невозможно.

Увеличивая дальше количество контрольных разрядов, можно было бы построить коды, рассчитанные на исправление двойных ошибок и обнаружение тройных и т.д. Однако методы построения этих кодов не вполне разработаны.

Код с одной проверкой на четность

Двоичный код с одним дополнительным проверочным разрядом четности, доводящим количество единиц в кодовом слове (включая проверочный разряд) до четного числа, позволяет обнаруживать одну ошибку (Рисунок 1). Для этого надо на приемной стороне сосчитать число

единиц в кодовом слове. Если оно не является четным, то в канале произошла ошибка (Рисунок 2).



Рисунок 1. Код, обнаруживающий одну ошибку в слове

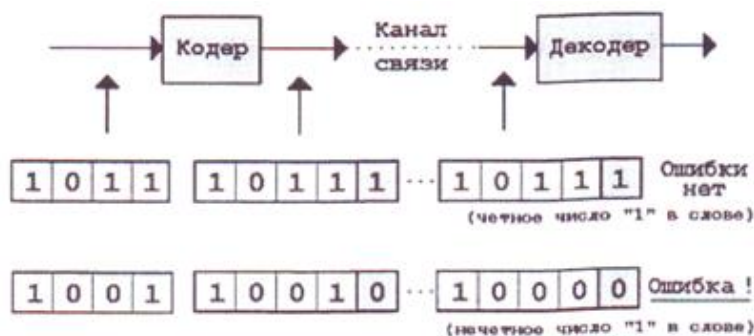


Рисунок 2. Обнаружение одной ошибки

Код с одной проверкой на четность является простейшим и его возможности очень скромны. Он находит применение в каналах с очень малой вероятностью ошибок. Увеличивая избыточность и вводя дополнительные проверочные разряды, можно не только обнаруживать сам факт ошибки, но и определять позицию ошибки и исправлять ее.

Инверсный код

В основе лежит двойное повторение символа, первый раз пересылается обычный двоичный код символа, второй раз, если количество единиц в двоичном коде символа четное, просто повторяется его двоичного представления, если не четное, то инверсия его двоичного представления

Например:

1 -> 00000110001 количество единиц нечетно, следовательно, пересылается последовательность 0000011000111111001110

3-> 00000110011 количество единиц четно, следовательно, пересылается последовательность 0000011001100000110011

Методика выполнения проектно-исследовательской работы.

На экране появляется рабочая область.

1. Описание работы представлено на экране, разбитом на несколько колонок с выделенными клавишами в верхней части. На экране имеются все необходимые указания для выполнения работы.
2. При нажатии кнопки ЗАДАНИЕ ДАННЫХ появляются четыре указания:
 - ВВЕСТИ ДАННЫЕ С КЛАВИАТУРЫ
 - ОТКРЫТЬ СУЩЕСТВУЮЩИЙ ФАЙЛ
 - ДОПОЛНИТЬ БАЗУ СТАТИСТИКИ
 - СОЗДАТЬ НОВУЮ БАЗУ СТАТИСТИКИ

Первые указания служат для набора и ввода произвольного исходного текста для последующего кодирования, зашумления и исследования, вторые - для работы с базой статистики. Введенный текст появляется в первой колонке рабочей области.

3. После набора текста следует нажать клавишу ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ, после чего появляются следующие указания:
 - ВЫБОР МЕТОДА
 - КОДИРОВАНИЕ
 - ВВОД УРОВНЯ ЗАШУМЛЕННОСТИ
 - ДЕКОДИРОВАНИЕ
4. Далее предстоит выбрать один из пяти методов кодирования
 - простой метод Хемминга
 - расширенный метод Хемминга
 - код с проверкой на четность
 - инверсный код
 - код фиксированного веса

- Источник ссылки не найден.).**

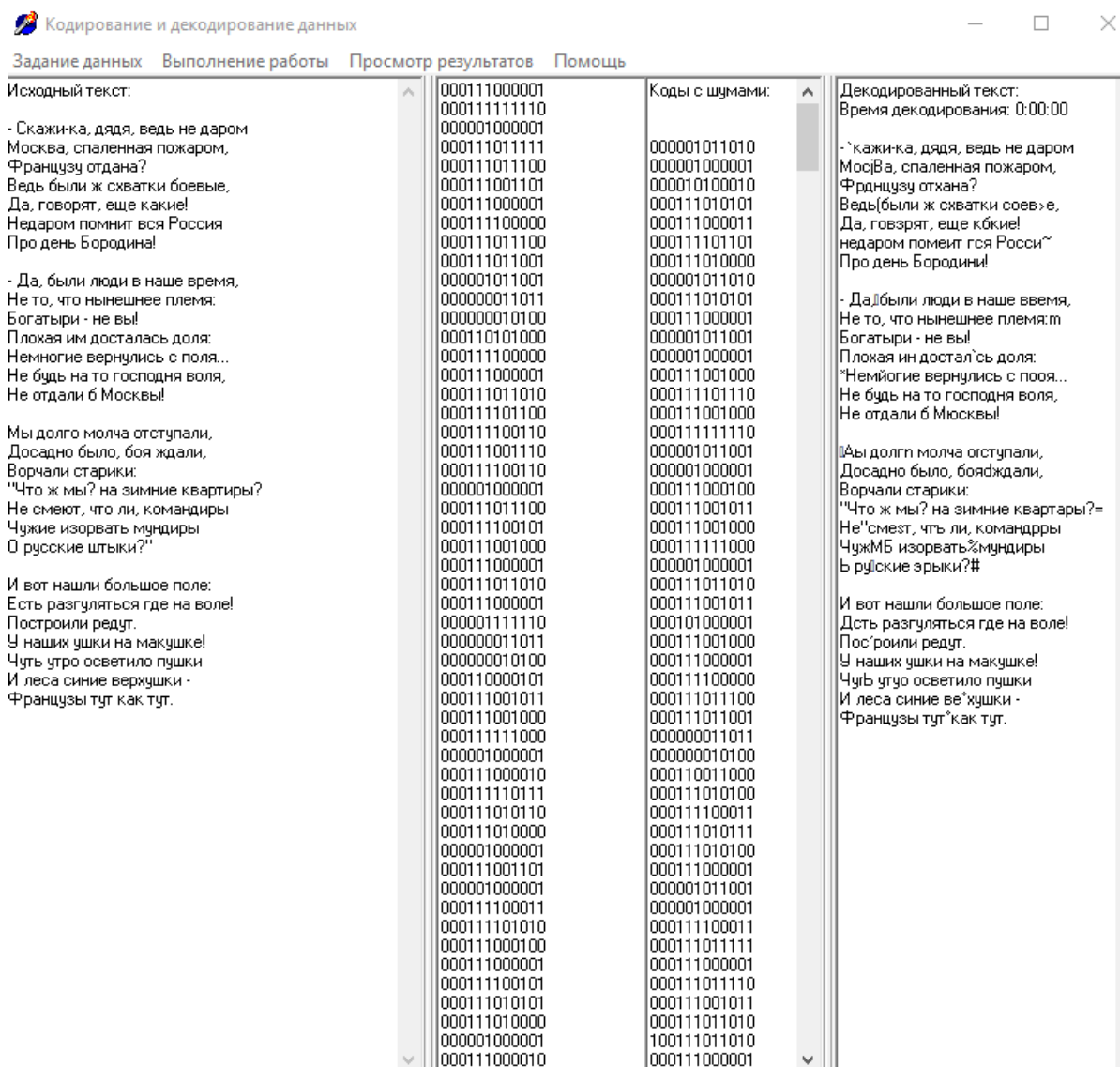


Рисунок 3. Рабочая область программы для выполнения проектно-исследовательской работы

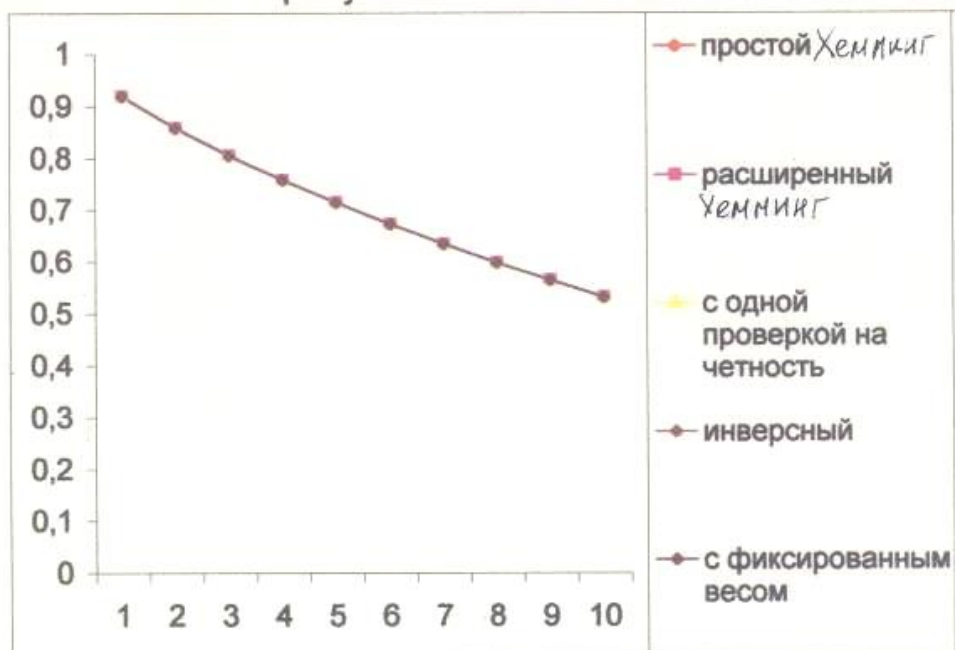
8. Дополнительно имеется возможность просмотра результатов и статистики по выполненному кодированию (Рисунок 4), в том числе: процент обнаруженных помех, время кодирования, время декодирования.

Результаты для кода с одной проверкой на четность							
Помеха 1->0	Помеха 0->1	Пропуск. способн	Бит на символ	Корр. способн	Обнаруж. помех	t кодир-я симв	t декодир-я симв
0,1	0,1	0,531004406410715	12	0	0,397435897435897	-0,034230163620401	0
0,01	0,01	0,919206864104085	12	0	0,924528301886792	-0,034230163620401	0

Рисунок 4. Просмотр результатов кодирования/декодирования

9. Результатами выполнения учебно-исследовательской работы являются статистические данные и графики по пропускной способности, корректирующей способности и способности обнаружения ошибок для всех методов сжатия (Рисунок 5, Рисунок 6, Рисунок 7 **Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

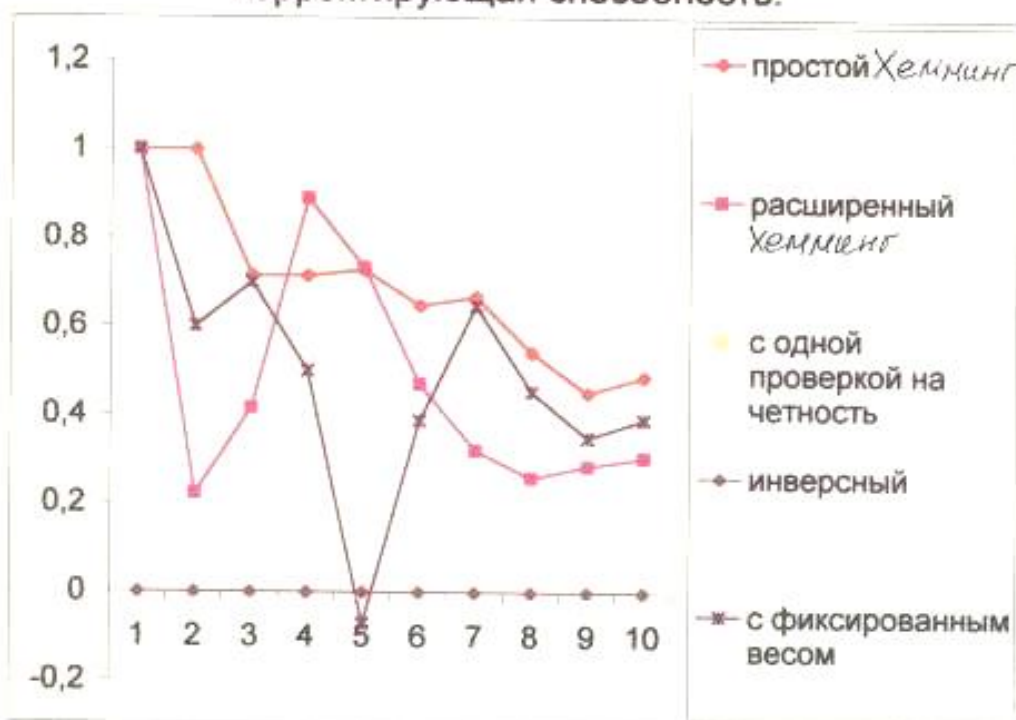
Пропускная способность.



Простой код Хемминга	Расширенный код Хемминга	Код с одной проверкой на четность	Инверсный код	Код с фиксированным весом
0,9192	0,9192	0,9192	0,9192	0,9192
0,8585	0,8585	0,8585	0,8585	0,8585
0,8056	0,8056	0,8056	0,8056	0,8056
0,7577	0,7577	0,7577	0,7577	0,7577
0,7136	0,7136	0,7136	0,7136	0,7136
0,6725	0,6725	0,6725	0,6725	0,6725
0,634	0,634	0,634	0,634	0,634
0,5978	0,5978	0,5978	0,5978	0,5978
0,5635	0,5635	0,5635	0,5635	0,5635
0,531	0,531	0,531	0,531	0,531

Рисунок 5. Пропускная способность

Корректирующая способность.



Простой код Хемминга	Расширенный код Хемминга	Код с одной проверкой на четность	Инверсный код	Код с фиксированным весом
1	1	0	0	1
1	0,2222	0	0	0,6
0,7143	0,4167	0	0	0,7
0,7143	0,8889	0	0	0,5
0,7273	0,7333	0	0	-0,0714
0,647	0,4706	0	0	0,3889
0,6667	0,3214	0	0	0,647
0,5417	0,2592	0	0	0,4545
0,4516	0,2857	0	0	0,35
0,4878	0,3055	0	0	0,3913

Рисунок 6. Корректирующая способность

Способность обнаружения ошибок.

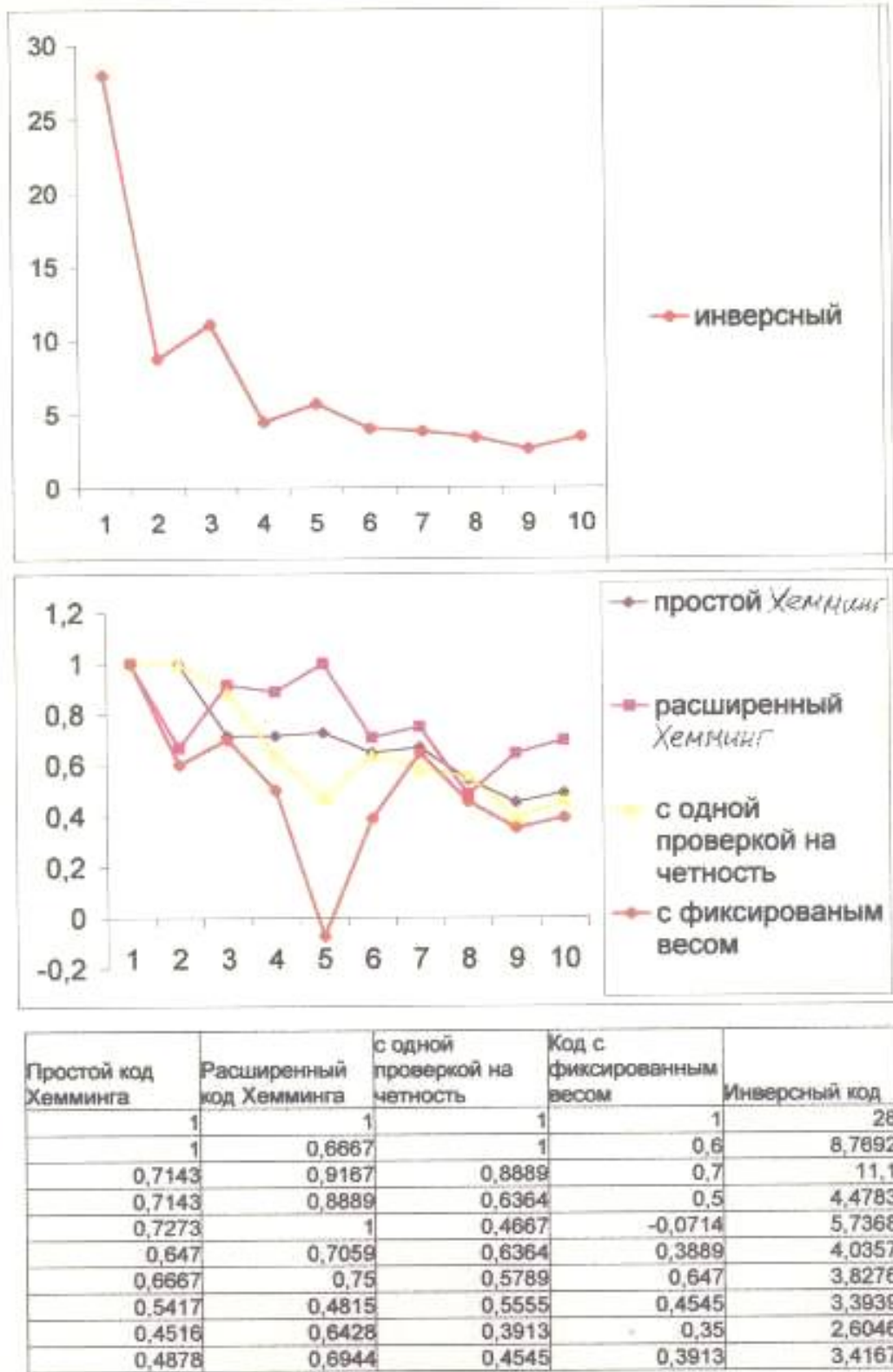


Рисунок 7. Способность обнаружения ошибок

Содержание пояснительной записки

Структура пояснительной записки к курсовой работе и последовательность изложения результатов выполнения должны быть следующими.

1. Титульный лист.
2. Оглавление (Содержание)
3. Введение.
4. Задание и исходные данные в соответствии с номером варианта.
5. Обобщенная структурная схема системы связи для передачи дискретных сообщений.
6. Расчет информационных характеристик источника.
7. Построение кода для сообщений источника.
8. Статистические характеристики закодированных сообщений.
9. Оптимальное по минимуму средней ошибки правило восстановления символа при приеме в условиях сильно зашумленного канала.
10. Ошибки в передаче сообщений по слабо зашумленному каналу.
11. Заключение.
12. Список использованной литературы.

Правила оформления пояснительной записки

1. В пояснительной записке все пункты выполнения курсовой работы должны располагаться в той последовательности, которая приведена выше, иметь ту же нумерацию и те же заголовки. В зависимости от сложности выполняемого задания разрешается вводить подпункты, структурирующие изложение материала. В начале каждого пункта кратко излагаются необходимые элементы теории.
2. Основные полученные аналитические формулы должны иллюстрироваться рисунками, дающими представление о качественном характере поведения исследуемых величин и процессов. Рисунки должны быть пронумерованы и иметь подписи.

3. В пояснительной записке должны быть введение и заключение. Во введении формулируются цели курсовой работы с учётом её содержания. В заключении даётся краткий анализ результатов с отражением их особенно
4. Оглавление курсовой работы располагается после титульного листа, именуется как "Содержание" и состоит из номеров и названий разделов с указанием номеров страниц.
5. Курсовая работа оформляется на стандартных листах формата А4. Шрифт для основного текста Times New Roman Cyr, размер 14 пунктов. Текстовая часть проекта выполняется по ГОСТ 2.105-95 "Общие требования к текстовым документам". Листы должны быть надежно скреплены, страницы пронумерованы.
6. Список использованной литературы оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 и приводится на последней странице работы.
7. Текст курсовой работы должен быть расположен на одной стороне листа. Обратной (чистой) стороне листа используется для пояснений и исправлений в соответствии с замечаниями преподавателя, если после рецензирования исправления и комментарии потребуются.
8. После внесения замечаний преподавателя замена листов не допускается. Можно лишь вклеивать дополнительные листы с исправлениями.

Требования к защите курсовой работы

Выполненная студентом курсовая работа должна быть сдана на проверку руководителю до начала экзаменационной сессии, в установленный срок. Соблюдение данного срока необходимо в связи с тем, что работа должна быть проверена и защищена к началу экзаменационной сессии.

В случае обнаружения существенных недостатков курсовая работа может быть возвращена студенту для доработки. После исправления всех замечаний она допускается к защите и назначается срок ее проведения. Защита проходит в форме открытой защиты либо собеседования студента с

руководителем по содержанию вопросов курсовой работы. Для защиты студент готовит доклад по своей работе на 8-10 минут, в котором отражаются главные результаты исследования.

Обязательными пунктами доклада, требующими хотя бы краткого освещения в докладе, являются следующие:

1. Цель и задачи исследования.
2. Объект и предмет исследования.
3. Приемы и методы исследования.
4. Гипотеза.
5. Процедура исследования (в общих чертах).
6. Основные результаты исследования. Лучше этот раздел структурировать в соответствии с последовательностью задач вашего исследования, а не с использованными способами обработки данных.
7. Выводы. Это важнейшая часть выступления, она требует тщательного продумывания.

Желательно вслух проговорить выступление заранее и отметить затраченное время, чтобы скорректировать объем доклада.

Типичными ошибками выступающего являются:

8. Выступающий обстоятельно доказывает актуальность исследования.

Лучше исходить из того, что ваше выступление слушают и оценивают специалисты. Специалистам актуальность и новизна работы достаточно понятны без длительных объяснений.

9. Выступающий пространно характеризует современное состояние обсуждаемой проблемы.

Достаточно оценить состояние обсуждаемой проблемы, не переходя к развернутому анализу. При небольшом времени доклада обзор неизбежно получается фрагментарным.

10. В докладе отсутствуют выводы или изложены излишне кратко.

Выше уже было сказано о значении выводов. По сути, это то, для чего и проводилась работа. Если их нет, преподаватель вправе полагать, что поставленная в исследовании цель не достигнута.

Во время защиты автор должен быть готов за 8-10 минут устно изложить результаты проведенного исследования со слайдовым сопровождением и ответить на вопросы. На слайдах должны быть отражены: цель и задачи исследования, объект и предмет исследования, приемы и методы исследования, основные результаты исследования, выводы. Количество слайдов: 10-12.

Окончательная оценка выставляется студенту по результатам защиты работы в соответствии с количеством набранных баллов.

Литература

1. Теория информации : учеб.-справ. пособие / А. А. Смагин. - Ульяновск : УлГУ, 2007. - 103 с. - Библиогр.: с. 102. - б/п.
2. Методы статистического кодирования : учеб.-метод. пособие / Смагин Алексей Аркадьевич; УлГУ, ФМИиАТ. - Ульяновск : УлГУ, 2016. - 88 с. - Библиогр.: с. 86-87. - б/п.
3. Основы теории кодирования : учеб.-метод. пособие / Богданов Андрей Юрьевич; УлГУ, ФМИиАТ, Каф. прикл. математики. - Ульяновск : УлГУ, 2018. - 31 с. - Библиогр.: с. 31 (9 назв.). - б/п.
4. Колмогоровская сложность и алгоритмическая случайность / Верещагин Николай Константинович, В. А. Успенский, А. Шень. - М. : МЦНМО, 2013. - 576 с. - Библиогр.: с. 546-558. - ISBN 978-5-4439-0212-8 (в пер.) : 130.00.
5. Универсальное кодирование: теория и алгоритмы / Штарьков Юрий Михайлович; Ин-т проблем передачи информации РАН. - М. : Физматлит, 2013. - 288 с. - Библиогр.: с. 266-279. - ISBN 978-5-9221-1517-9 (в пер.) : 90.00.
6. Основы теории информации : учеб. пособие для вузов по спец. "Электроника и автоматика физ. установок" / Панин Валериан Валерианович. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Бином : Лаборатория знаний, 2007. - 436 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-94774-350-0 (в пер.) : 18.20.
7. Теория информационных процессов и систем : учеб. пособие для вузов по спец. 230201 "Информ. системы и технологии" / Подчукаев Владимир Анатольевич. - М. : Гардарики, 2007. - 207 с. : ил. - ISBN 5-8297-0297-5 (в пер.) : 154.00.
8. Теоретические основы информатики : учеб. пособие для вузов по спец. "Информатика" / Стариченко Борис Евгеньевич. - М. : Горячая линия-Телеком, 2004. - 312 с. : ил. - ISBN 5-93517-090-6 (в пер.) : 208.00.