

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
СУМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

В. В. Арбузов, О. В. Березная

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ
„РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ РАБОТЫ И ОЦЕНКА
ИНФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ
ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ”
ПО ДИСЦИПЛИНЕ „ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ
ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ”

для студентов специальности 7.090803 "Электронные системы" дневной формы обучения

Утверждено
редакционно-издательским
советом университета.
Протокол № 2
от 09.04.2003 г.

СУМЫ ИЗД-ВО СУМГУ 2003

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Курсовая работа „Разработка алгоритмов работы и оценка информационных характеристик системы передачи информации” основывается на материале, читаемом в курсе „Информационные основы электронной техники” и в обеспечивающих дисциплинах „Дискретная математика” и „Теория вероятностей”.

Выполнение курсовой работы осуществляется студентами самостоятельно, развивая навыки использования математических методов измерения количества информации, расчета информационных характеристик системы передачи информации (СПИ) и способов кодирования, минимизирующих информационные потери в каналах связи с помехами.

В методических указаниях изложены цели и задачи курсовой работы, требования к ее объему, содержанию, порядку выполнения, оформлению и защите. Даны также варианты индивидуальных заданий, перечень величин, подлежащих расчету, указаны некоторые алгоритмы расчетов.

2 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Выполнение курсовой работы имеет своей целью закрепление материала по дисциплине „Информационные основы электронной техники”, приобретение знаний и умений в освоении методов анализа и оценки информационных параметров устройств и элементов информационно-измерительных систем, автоматизированных систем обработки, передачи и хранения информации, а также приобретение опыта оптимального использования информационных характеристик источников сообщений и каналов связи для построения кодов, обеспечивающих заданную достоверность передаваемой информации с максимально возможной скоростью, минимальными информационными потерями и минимально возможной стоимостью передачи сообщений.

В ходе выполнения курсовой работы студент должен научиться:

- видеть связь между применением логарифмической меры количества информации, алгоритмов помехоустойчивого кодирования при синтезе СПИ и необходимостью их использования при разработке отказоустойчивых устройств и систем с возможностью организации самоконтроля и диагностики, а также при синтезе других устройств и элементов электронной техники. К их числу можно отнести постоянные и оперативные запоминающие устройства, счетчики, дешифраторы, кодирующие и декодирую-

щие устройства, аналого-цифровые преобразователи;

- выбирать и обосновывать по результатам расчета и анализа информационных характеристик СПИ последовательность расположения в системе структурных элементов, разрядность кодирующих и декодирующих устройств, устройств обнаружения ошибок, блоков памяти передаваемых информационных массивов с целью обеспечения минимальных аппаратурных затрат;

- использовать эффективные методы расчета и средства вычислительной техники при определении информационных характеристик СПИ для сокращения времени и повышения качества выполнения расчетов и оформления курсовой работы;

- четко формулировать идею принятого решения;

- пользоваться специальной литературой, справочными и нормативными материалами.

3 ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

В соответствии с заданным вариантом необходимо разработать алгоритмы работы, структурную схему СПИ и произвести оценку ее информационных характеристик. Система должна обеспечивать передачу данных с максимальной скоростью при минимальных информационных потерях и минимальных аппаратных затратах.

Исходные данные:

- 1 Информационный массив из символов русского алфавита (выдается преподавателем).
- 2 Множество символов a_i первичного алфавита $A(a_i)$.
- 3 Тип помехоустойчивого кода.
- 4 Вероятность искажения двоичного разряда $p_э$.
- 5 Тип кода в линии связи при модуляции сигнала.
- 6 Скорость $V_{п}$ передачи сообщений по линии связи.
- 7 Амплитуда сигнала h в линии связи.
- 8 Коэффициент δ , определяющий существенную часть спектра сигнала с энергетической точки зрения.
- 9* Тип канала связи – симметричный.
- 10* Способ исправления ошибок – векторный переспрос.
- 11 Тип алгоритма минимизации кодового отображения (для четных вариантов - по вероятности необнаружения ошибок, для нечетных – по информационным потерям).

Исходные данные, соответствующие варианту задания на курсовую работу, указаны в приложении А. Пункты, отмеченные значком *, одинаковы для всех вариантов.

Выполнение задания на курсовую работу включает решение ряда частных задач: описание источника информации; синтез кодового отображения; минимизация кодового отображения (для четных вариантов - по вероятности необнаружения ошибок, для нечетных – по информационным потерям); определение вероятностей обнаружения ошибок, необнаружения ошибок и правильной передачи для минимизированного кодового отображения; оценка информационных потерь при передаче информации в канале связи; определение среднего времени передачи информации по каналу связи и требуемой емкости канала связи.

4 ОБЪЕМ, СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из двух частей: текстовой (расчетно-пояснительная записка) и графической.

4.1 Расчетно-пояснительная записка

Расчетно-пояснительная записка представляет собой текстовый документ, выполняемый в соответствии с требованиями ДСТУ 3.008-95, ГОСТа 2.105-95. Общий объем пояснительной записки должен составлять 25-40 листов формата А4, который включает в себя текст, выполненный чертежным шрифтом, рисунки и приложения.

Структура пояснительной записки: титульный лист (образец приведен в прил. Б); задание на курсовую работу; содержание; перечень сокращений; реферат; основная (расчетная) часть; список литературы (в том числе список использованных материалов методических указаний, конспектов лекций, ГОСТов и пр.); приложения.

4.1.1 Задание на курсовую работу должно содержать исходные данные согласно варианту, конкретный перечень величин, подлежащих расчету. Оно может включать в себя научно-исследовательские разработки, экспериментальные исследования и пр.

Для всех студентов номер варианта задания устанавливает руководитель.

4.1.2 В реферате должны излагаться сведения о проделанной работе. Реферат строится по следующей схеме: сведения об объеме курсовой работы, количестве и характере иллюстраций и количестве таблиц (например, записка: 25 с.; 8 рис.; 7 табл.; 10 источников; 5 прил.); перечень ключевых слов; текст реферата. Текст реферата включает сведения об информационных характеристиках СПИ и ее параметрах, особенностях принятых студентом решений и пр.

4.1.3 Основная (расчетная) часть курсовой работы включает следующие разделы: введение, обзор литературы, информационный расчет, синтез алгоритмов работы и структурной схемы СПИ, заключение.

Введение должно кратко характеризовать современное состояние вопроса и основные задачи процесса передачи информации.

В разделе «Обзор литературы» должны быть освещены следующие вопросы: общая структура СПИ; характеристика СПИ с обратной связью; принципы построения СПИ с решающей обратной связью (РОС), их достоинства и недостатки; описание известных видов переспросов с указанием областей эффективного использования векторного переспроса. Раздел должен заканчи-

ваться постановкой задач исследования (согласно варианту задания).

Раздел «Информационный расчет» должен содержать:

- описание источника информации (определение мощности множества символов a_i первичного алфавита A и вероятностей $P(a_i)$ их появления);

- синтез кодового отображения в соответствии с заданным типом помехоустойчивого кода (привести описание алгоритма, построить матрицу кодовых расстояний, записать полученное кодовое отображение f);

- минимизацию синтезированного кодового отображения методом двойного упорядочивания (для четных вариантов - по вероятности необнаружения ошибок, для нечетных - по информационным потерям);

- определение вероятностей обнаружения ошибок $P_{оо}(f_{min}, A)$, необнаружения ошибок $P_{но}(f_{min}, A)$ и правильной передачи $P_{пп}(f_{min}, A)$ для минимизированного кодового отображения f_{min} ;

- оценку информационных потерь $H(A/B)$ при передаче информации в канале связи и количества полученной информации $I(B, A)$;

- подсчет среднего времени T_{cp} передачи информации по каналу связи;

- определение требуемой емкости V_k канала связи.

Рекомендации по выполнению информационного расчета приведены в п. 6.2.

В разделе «Синтез алгоритмов работы и структурной схемы СПИ» должны быть приведены: алгоритмы работы кодирующих и модулирующих устройств, устройства обнаружения ошибок, алгоритм работы СПИ в целом, блок-схемы разработанных алгоритмов, структурная схема СПИ и описание ее работы.

Заключение должно содержать анализ полученных результатов и значения основных информационных характеристик СПИ, полученных в результате выполнения курсовой работы.

4.1.4 Список литературы должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТа.

4.1.5 В приложения выносятся дополнительные материалы (исходный и профильтрованный текст, матрицы и т.д.).

4.2 Графическая часть

Графическая часть курсовой работы должна содержать блок-схемы алгоритмов работы и структурную схему СПИ с векторным переспросом, разработанные в соответствии с вариантом задания.

5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

5.1 Организация и планирование работы

Успешное выполнение курсовой работы требует четкой организации работы студента, начиная с момента получения задания и заканчивая представлением работы к защите. Ориентировочный график выполнения курсовой работы представлен в табл. 5.1. Срок выполнения этапов курсовой работы указан в соответствии с принятой нумерацией недель в семестре.

Таблица 5.1 – Сроки выполнения этапов курсовой работы

Номер этапа	Перечень задач	Срок выполнения
1	2	3
1	Введение. Обзор литературы. Постановка задач	4-я неделя
2	Описание источника информации. Синтез кодового отображения	6-я неделя
3	Минимизация кодового отображения. Определение вероятностей обнаружения ошибок, необнаружения ошибок и правильной передачи	8-я неделя

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3
---	---	---

4	Оценка информационных потерь и количества информации	10-я неделя
5	Подсчет среднего времени передачи информации по каналу связи. Определение требуемой емкости канала связи	12-я неделя
6	Алгоритмы работы кодирующих и модулирующих устройств, устройства обнаружения ошибок, алгоритм работы СПИ, блок-схемы разработанных алгоритмов	14-я неделя
7	Структурная схема разработанной СПИ и описание ее работы. Оформление курсовой работы	15-я неделя

Срок выполнения этапов работы должен соответствовать учебному графику студента, поэтому может быть скорректирован преподавателем.

После получения задания студенту необходимо ознакомиться с рекомендуемой литературой и при необходимости самостоятельно подобрать дополнительную литературу для выполнения курсовой работы. Далее следует ознакомиться с методикой расчетов, выписать необходимые формулы и сопоставить их с исходными данными. Если сведений в задании недостаточно или

возникли сомнения в целесообразности использования предложенной методики расчета, следует обратиться за консультацией к руководителю. Студенту надо помнить о том, что регулярная проверка руководителем проделанной им работы своевременно позволит обнаружить допущенные ошибки, неточность или промахи в расчете и пр. При выполнении курсовой работы студенту следует также иметь в виду, что руководитель во время консультаций не должен давать студенту готовых решений, а путем советов, наводящих вопросов и дополнительной литературы должен помочь ему найти правильный путь к решению вопроса.

5.2 Срок и порядок защиты курсовой работы

После исправления замечаний, появившихся в процессе выполнения курсовой работы, оформленную работу студент подписывает и сдает на проверку не позднее, чем за три дня до срока защиты. При соответствии работы установленным требованиям и отсутствии существенных замечаний руководитель допускает студента к защите курсовой работы.

Защита курсовой работы происходит при необходимости перед специальной комиссией из 2-3 преподавателей кафедры, включая руководителя, в присутствии всей группы студентов. На защите студент должен в течение 5-10 мин. кратко обосновать

принятые в работе решения и ответить на вопросы членов комиссии. По результатам выполнения курсовой работы и ее защиты ставится оценка. При этом учитывается следующее: степень самостоятельности выполнения работы и инициатива в принятии решений, качество выполнения курсовой работы, содержание и форма изложения доклада, правильность ответов на поставленные вопросы, а также планомерность выполнения студентом этапов курсовой работы в течение семестра.

Изменение оценки, полученной в результате выполнения и защиты курсовой работы, возможно только в случае выполнения новой курсовой работы в соответствии с выданным заданием и ее защиты перед комиссией в другом составе.

6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

6.1 Общие методические указания. Рекомендуемая литература

Выполнение курсовой работы следует начинать с введения и обзора литературы [1,2]. Выполнение этого этапа поможет студенту глубже вникнуть в проблемы помехоустойчивой передачи информации, подробнее изучить теоретический материал по данным вопросам и закрепить знания, приобретенные во время лекционных занятий.

В процессе выполнения этапа 2 при определении вероятностей $P(a_i)$ появления символов первичного алфавита и при построении матрицы кодовых расстояний для сокращения времени на вычисления целесообразно применение ЭВМ. Однако нужно иметь в виду, что применение средств вычислительной техники при решении ряда задач не избавляет студента от необходимости описания методики и примеров вычислений.

После этапа 2 следует перейти к последовательному выполнению этапов 3, 4, 5. При построении канальной матрицы $P(b_j/a_i)$ и определении вероятности необнаружения ошибок (этап 3), построении матрицы объединения $P(a_i, b_j)$, канальной матрицы $P(a_i/b_j)$ и оценке информационных потерь (этап 4), а также при определении практической ширины спектра сигнала (этап 5) рекомендуется использовать ЭВМ.

Выполнение этапов 6, 7 возможно параллельно с этапами 3, 4, 5.

Оформлять пояснительную записку необходимо постепенно в течение всего семестра, по мере выполнения отдельных этапов курсовой работы.

Список рекомендуемой литературы для выполнения курсовой работы:

1. Кузьмин И.В., Кедрус В.А. Основы теории информации и кодирования. - К.: Вища шк., 1986. - 238 с.

2. Цымбал В.П. Теория информации и кодирования: Учебник. - К.: Вища шк., 1992. -263 с.
3. Васильев В.И., Буркин А.П., Свириденко В.А. Системы связи: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1987. - 280 с.
4. Жураковський Ю.П., Полтораки В.П. Теорія інформації та кодування: Підручник. – К.: Вища шк., 2001. – 255 с.
5. Темников Ф.Е., Афонин В.А., Дмитриев В.И. Теоретические основы информационной техники.– М.: Энергия, 1979.–512 с.
6. Кодирование информации (двоичные коды) / Н.Т. Березюк, А.Г. Андрущенко, С.С. Мошицкий и др. - Харьков: Высш. шк., 1978.- 252 с.
7. Борисенко А.А., Онанченко Е.Л. Оценка помехоустойчивости неразделимых кодов /Вест. Сум. ун-та. – 1994. - №2. - С. 64-68.
8. Советов Б.Я. Теория информации. - Л.:Изд-во Ленингр. ун-та, 1977. - 184 с.
9. Советов Б.Я., Стах В.М. Построение адаптивных систем передачи информации для автоматизированного управления.–Л.: Энергоиздат, 1982. - 120 с.
10. Кодирование и декодирование в информационных системах И.В. Кузьмин, В.И. Ключко, В.А. Литвин /Под ред. И.В. Кузьмина. – К.: Вища шк., 1985. - 190 с.

6.2 Методические указания к выполнению основных разделов расчетно-пояснительной записки

Основные требования к содержанию разделов пояснительной записки приведены в п. 4.1.3. Однако раздел «Информационный расчет» нуждается в более подробном рассмотрении.

План выполнения раздела

1 Описание источника информации осуществляется после фильтрации исходного текста путем удаления из него всех символов, которые не принадлежат множеству символов a_i первичного алфавита A .

Мощность множества A равна количеству символов a_i первичного алфавита. Например, для варианта 40: $|A| = 13$.

Вероятности $P(a_i)$ появления символов первичного алфавита определяются по формуле [3]

$$P(a_i) = N(a_i) / N, \quad (6.1)$$

где $N(a_i)$ - количество появлений символа a_i в профильтрованном тексте;

N - количество всех символов в профильтрованном тексте.

При описании источника информации должны быть определены вероятности $P(a_i)$ для всех символов первичного алфавита. Сумма всех вероятностей $P(a_i)$ должна быть равна единице, то есть

$$\sum_{i=1}^{|A|} P(a_i) = 1. \quad (6.2)$$

Результат представляется в виде таблицы. Например:

Таблица 6.1 - Вероятности $P(a_i)$ появления символов a_i первичного алфавита

a_i	А	Б	В	Г	Д	Е
$P(a_i)$	0.4	0.05	0.002	0.1	0.25	0.198

2 При синтезе кодового отображения в соответствии с заданным типом помехоустойчивого кода приводится описание процедуры формирования кодовых комбинаций [4,5]. Если мощность множества символов первичного алфавита $|A|$ меньше мощности множества сформированных кодовых комбинаций, то из полученного множества необходимо выбрать $|A|$ кодовых комбинаций, которые характеризуются большей помехоустойчивостью. Для косвенной оценки степени помехоустойчивости целесообразно использовать матрицу кодовых расстояний [3]. Более помехоустойчивыми являются кодовые комбинации, характеризующиеся большими значениями кодовых расстояний. На основании анализа этой матрицы выбираются кодовые комбинации в количестве $|A|$, которые целесообразно использовать для помехоустойчивого кодирования информации, и записывается кодовое отображение. Например:

$f = \{(A; 00010); (B; 00011); (B; 00100); \dots; (E; 11000)\}$.

3 Для определения вероятности $P_{\text{но}}(f, A)$ необнаружения ошибок и оценки информационных потерь $H(B/A)$ при передаче информации в канале связи строится канальная матрица $P(b_j/a_i)$ [3] для системы передачи информации с решающей обратной связью, где значение в каждой ячейке (кроме ячеек, принадлежащих главной диагонали) будет определено согласно формуле

$$P(b_j/a_i) = p_{\text{э}}^{d_{ij}} (1 - p_{\text{э}})^{n - d_{ij}}, i \neq j, \quad (6.3)$$

где n -длина кодовой комбинации;

d_{ij} - кодовое расстояние, соответствующее кодовым комбинациям a_i и b_j .

Значения в ячейках главной диагонали находятся по формуле

$$P(b_j/a_i) = 1 - \sum_{j=1, j \neq i}^{|A|} P(b_j/a_i). \quad (6.4)$$

Вероятность $P_{\text{но}}(f, A)$ необнаружения ошибок для синтезированного кодового отображения определяется выражением [5]

$$P_{\text{но}}(f, A) = \sum_{i=1}^{|A|} P(a_i) P_{\text{но}}(a_i), \quad (6.5)$$

где

$$P_{\text{но}}(a_i) = \sum_{j=1, j \neq i}^{|A|} P(b_j/a_i). \quad (6.6)$$

Для оценки информационных потерь $H(B/A)$ при передаче

информации в канале связи с помощью матрицы $P(b_j/a_i)$ вычисляются частные условные энтропии $H(B/a_i)$ по формуле [3]

$$H(B/a_i) = -\sum_{j=1}^{|A|} P(b_j/a_i) \log_2 P(b_j/a_i). \quad (6.7)$$

Общая условная энтропия определяется по формуле

$$H(B/A) = \sum_{i=1}^{|A|} P(a_i) H(B/a_i). \quad (6.8)$$

4 С целью уменьшения вероятности необнаружения ошибок $P_{\text{но}}(f, A)$ (для четных вариантов) осуществляется минимизация синтезированного кодового отображения методом двойного упорядочивания. Для этого символу источника сообщения, имеющему наибольшую вероятность $P(a_i)$ появления, присваивается кодовая комбинация, имеющая наименьшую вероятность $P_{\text{но}}(a_i)$ необнаружения ошибок, а символу, имеющему наименьшую вероятность появления, присваивается кодовая комбинация, имеющая наибольшую вероятность $P_{\text{но}}(a_i)$.

Алгоритм минимизации кодового отображения по вероятности необнаружения ошибок заключается в следующем:

1 Определяются вероятности $P_{\text{но}}(a_i)$ необнаружения ошибок для каждой кодовой комбинации.

2 Упорядочиваются кодовые комбинации по убыванию вероятностей $P_{\text{но}}(a_i)$.

3 Упорядочиваются символы первичного алфавита по воз-

растанию вероятностей $P(a_i)$ их появления.

4 Упорядоченной последовательности кодовых комбинаций присваивается упорядоченная последовательность символов первичного алфавита и записывается минимизированное кодовое отображение f_{\min} .

Минимизация кодового отображения по информационным потерям в канале связи (для нечетных вариантов) осуществляется аналогичным образом. При этом символу источника сообщения, имеющему наибольшую вероятность $P(a_i)$ появления, присваивается кодовая комбинация, характеризующаяся наименьшим значением частной условной энтропии $H(B/a_i)$, а символу, имеющему наименьшую вероятность появления, присваивается кодовая комбинация, характеризующаяся наибольшим значением частной условной энтропии $H(B/a_i)$.

Для минимизированного кодового отображения вычисляется вероятность $P_{\text{но}}(f_{\min}, A)$ необнаружения ошибок.

Вероятность $P_{\text{пп}}(f_{\min}, A)$ правильной передачи для СПИ с замкнутой РОС определяется по формуле

$$P_{\text{пп}}(f_{\min}, A) = 1 - P_{\text{но}}(f_{\min}, A), \quad (6.9)$$

а для СПИ с разомкнутой РОС

$$P_{\text{пп}}(f_{\min}, A) = (1 - p_y)^n. \quad (6.10)$$

С учетом равенства [5]

$$P_{\text{пп}}(f_{\text{мин}}, A) + P_{\text{но}}(f_{\text{мин}}, A) + P_{\text{оо}}(f_{\text{мин}}, A) = 1 \quad (6.11)$$

вероятность $P_{\text{оо}}(f_{\text{мин}}, A)$ обнаружения ошибок для СПИ с разомкнутой РОС вычисляется следующим образом:

$$P_{\text{оо}}(f_{\text{мин}}, A) = 1 - P_{\text{пп}}(f_{\text{мин}}, A) - P_{\text{но}}(f_{\text{мин}}, A). \quad (6.12)$$

5 Для определения количества полученной информации $I(B, A)$ на основании канальной матрицы $P(b_j/a_i)$ строится матрица объединения $P(a_i, b_j)$ [3]. Значения в ячейках канальной матрицы $P(b_j/a_i)$ построчно умножаются на вероятности $P(a_i)$ появления символов первичного алфавита, присвоенных кодовым комбинациям в процессе минимизации кодового отображения. Иначе значение в каждой ячейке матрицы $P(a_i, b_j)$ определяется по формуле

$$P(a_i, b_j) = P(b_j/a_i)P(a_i). \quad (6.13)$$

6 Из матрицы объединения $P(a_i, b_j)$ строится канальная матрица $P(a_i/b_j)$ [3]. Для этого сначала вычисляются значения вероятностей $P(b_j)$ появления символов b_j на входе приемника информации путем суммирования по столбцам значений в ячейках матрицы $P(a_i, b_j)$ в соответствии со следующим выражением:

$$P(b_j) = \sum_{i=1}^{|A|} P(a_i, b_j). \quad (6.14)$$

После деления значения каждой ячейки столбца матрицы объединения $P(a_i, b_j)$ на значение соответствующей вероятности $P(b_j)$ получим значение условной вероятности канальной матрицы

$$P(a_i / b_j) = \frac{P(a_i, b_j)}{P(b_j)}. \quad (6.15)$$

7 Для оценки информационных потерь $H(A/B)$ при передаче информации в канале связи с помощью канальной матрицы $P(a_i/b_j)$ вычисляются частные условные энтропии $H(A/b_j)$ по формуле [3]

$$H(A/b_j) = -\sum_{i=1}^{|A|} P(a_i/b_j) \log_2 P(a_i/b_j). \quad (6.16)$$

Общая условная энтропия определяется выражением

$$H(A/B) = \sum_{j=1}^{|B|} P(b_j) H(A/b_j). \quad (6.17)$$

Количество принятой информации определяется по формуле

$$I(B, A) = H(A) - H(A/B), \quad (6.18)$$

где $H(A)$ - безусловная энтропия для источника информации:

$$H(A) = -\sum_{i=1}^{|A|} P(a_i) \log_2 P(a_i). \quad (6.19)$$

Для нахождения объема информации, которая пройдет через канал связи, следует воспользоваться выражением

$$I = K \cdot I(B, A), \quad (6.20)$$

где K - количество передаваемых символов в информационном сообщении, полученном в процессе выполнения этапа 1.

8 Среднее время передачи информации по каналу связи определяется по формуле

$$T_{cp} = T_{п} + T_{повт} = \tau \cdot n \cdot N + M_{повт} \cdot \tau \cdot n \cdot N, \quad (6.21)$$

где $T_{п}$ - время однократной передачи символа по каналу связи;

$T_{повт}$ - время, затрачиваемое на переспросы;

τ - время передачи одного бита информации;

n - количество разрядов в кодовой комбинации;

$M_{повт}$ - математическое ожидание числа переспросов.

Время τ передачи одного бита информации

$$\tau = 1/V_{п}, \quad (6.22)$$

где $V_{п}$ - скорость передачи информации в линии связи.

Математическое ожидание числа переспросов определяется выражением

$$M_{повт} = \frac{P_{оо}(f_{min}, A)}{P_{но}(f_{min}, A) + P_{пп}(f_{min}, A)}. \quad (6.23)$$

Среднее время t_{cp} передачи одного бита информации определяется по формуле

$$t_{cp} = \frac{T_{cp}}{n \cdot N}. \quad (6.24)$$

9 Осуществляется согласование источника информации и канала связи [2]. Источник информации и канал связи считаются согласованными, если происходит качественная передача сигнала

и выполняются следующие условия:

$$T_c < T_k, \quad F_c < F_k, \quad D_c < D_k, \quad (6.25)$$

где T_c , F_c , D_c – соответственно длительность сигнала, максимальная частота в спектре сигнала, динамический диапазон сигнала;

T_k , F_k , D_k – соответственно время использования канала связи, допустимый частотный спектр канала связи, динамический диапазон канала связи.

Расчетное значение объема сигнала определяется по формуле

$$V_c = T_c \cdot D_c \cdot F_c. \quad (6.26)$$

Для проведения дальнейших расчетов необходимо знать три основные характеристики сигнала: T_c , F_c и D_c .

В соответствии с заданным типом кода в линии связи приводятся описание процедуры кодирования и временная диаграмма сигналов для передачи первых пяти символов профильтрованного текста. На диаграмме, исходя из предположения о периодичности сигнала, отмечаются значения периода T и длительности t_n импульсов, необходимые для вычисления практической ширины спектра сигнала.

При определении практической ширины спектра сигнала вычисляются значения [1]

$$A_k = \left| \frac{2th}{T} \cdot \frac{\sin \frac{k\omega_0 t_n}{2}}{\frac{k\omega_0 t_n}{2}} \right|, \quad k = 0, 1, 2, \dots, \infty, \quad (6.27)$$

где A_k – значение амплитуды k -й гармоники;

h – амплитуда сигнала (в соответствии с заданием);

ω_0 – частота сигнала ($\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$).

При $k=0$ $A_k = A_0$ – амплитуда постоянной составляющей:

$$A_0 = \frac{2t_n h}{T}. \quad (6.28)$$

В расчетах можно ограничиться значениями $k=0, \dots, 8$.

Приводится график спектра амплитуд $A_k = f(k)$.

После вычисления A_k определяется значение средней

мощности сигнала

$$P_{cp} = \left(\frac{A_0}{2} \right)^2 + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{\infty} (A_k)^2, \quad (6.29)$$

а затем значение k_{max} , при котором выполняется неравенство

$$\frac{\sum_{k=0}^{k_{max}} P_k}{P_{cp}} \geq \delta. \quad (6.30)$$

Значение коэффициента δ , определяющего существенную часть спектра сигнала с энергетической точки зрения, определено в за-

дании на курсовую работу.

Максимальная частота в спектре сигнала F_c определяется выражением

$$F_c = k_{\max} \cdot \omega_0. \quad (6.31)$$

Динамический диапазон сигнала определяется выражением

$$D_c = \log_2 \left(\frac{P_c}{P_{\Pi}} \right), \quad (6.32)$$

где P_c - средняя мощность сигнала;

P_{Π} - средняя мощность помех.

Для расчетов принимается $(P_c / P_{\Pi})=20$, $T_c = t_{\Pi}$.

На основании рассчитанного значения объема сигнала V_c принимается рекомендуемая емкость канала связи V_k , значение которой должно быть больше, чем V_c .

6.3 Методические указания к выполнению графической части

Графическая часть курсовой работы должна быть оформлена в соответствии с требованиями ГОСТа 19.002-80, ГОСТа 19.003-80. Допускается выполнение графической части на миллиметровой бумаге.

7 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

7.1 Текст расчетно-пояснительной записки должен быть напечатан четким машинописным или машинным способом на одной стороне листа белой бумаги формата А4 с полями: верхнее, левое и нижнее – не меньше 20 мм, правое – не меньше 10 мм. Допускается использование листов формата А3, когда это необходимо. Машинописным способом текст печатают через полтора интервала; машинным – из расчета не более 40 строк на странице с высотой букв и цифр не менее 1,8 мм, каждая строка – не более 60 знаков с учетом пропусков между словами.

При машинописном способе отчет выполняют в соответствии с требованиями настоящего стандарта и стандарта на выполнение документов с использованием печатающих и графических устройств вывода ЭВМ.

7.2 Отчет komponуется в следующем порядке: титульный лист, задание, содержание, перечень сокращений, реферат, основная (расчетная) часть, список литературы, приложения.

7.3 Страницы отчета следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту отчета. Номер страницы проставляют в правом верхнем углу страницы без точки в конце (нумерация текста начинается с третьей страницы, первая, вторая и последняя не нумеруются).

Титульный лист включают в общую нумерацию страниц отчета. Номер страницы на титульном листе не проставляют.

Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных страницах, включают в общую нумерацию страниц отчета.

7.4 Суть отчета излагают, разделяя материал на разделы. Разделы могут делиться на пункты или на подразделы и пункты. Пункты, если это необходимо, разделяют на подпункты. Каждый пункт и подпункт должны содержать законченную информацию.

7.5 Разделы, подразделы, пункты, подпункты следует нумеровать арабскими цифрами.

Разделы отчета должны иметь порядковую нумерацию в пределах изложения сути отчета и обозначаться арабскими цифрами без точки, например, 1, 2, 3 и т.д.

Подразделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и порядкового номера подраздела, отделенного точкой. После номера подраздела точку не ставят, например, 1.1, 1.2, 1.3 и т.д.

Пункты должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого раздела или подраздела. Номер пункта состоит из номера раздела и порядкового номера пункта или из номера раздела, порядкового номера подраздела и порядкового номера пункта, разделенных точкой. После номера пункта точку не ставят, на-

пример, 1.1, 1.2 или 1.1.1, 1.1.2 и т.д.

Если текст подразделяют только на пункты, их следует нумеровать, за исключением приложений, порядковыми номерами.

Структурные элементы “СПИСОК АВТОРОВ”, “РЕФЕРАТ”, “СОДЕРЖАНИЕ”, ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ, ЕДИНИЦ, СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ”, “ПРЕДИСЛОВИЕ”, “ВВЕДЕНИЕ”, ВЫВОДЫ”, “РЕКОМЕНДАЦИИ”, “СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ” не нумеруют, а их наименования служат заголовками структурных элементов.

7.6 Иллюстрации (чертежи, рисунки, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в отчете.

Иллюстрации могут иметь название, которое помещают под иллюстрацией.

При необходимости под иллюстрацией помещают поясняющие данные (подрисовочный текст).

Иллюстрация обозначается словом “Рисунок –“, которое вместе с названием иллюстрации помещают после поясняющих данных, например, Рисунок 3.1 – Схема размещения.

Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами в пределах раздела, за исключением иллюстраций, приводимых в

приложениях.

Номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например, рисунок 3.2 – второй рисунок третьего раздела.

Если иллюстрация не помещается на одной странице, можно перенести ее на другие страницы и под ней отметить Рисунок 3.1, лист 2.

7.7 Список источников, на которые ссылаются в основной части отчета, должен быть приведен в конце текста отчета, начиная с новой страницы. В соответствующих местах текста должны быть ссылки.

Библиографические описания в перечне ссылок приводят в порядке, в котором они впервые упоминаются в тексте. Порядковые номера описаний в перечне являются ссылками в тексте (номерные ссылки).

7.8 Ошибки, описки и графические неточности допускается исправлять подчисткой или корректирующей жидкостью и нанесением на том же месте или между строками исправленного изображения машинописным способом или от руки. Исправленное должно быть черного цвета.

7.9 Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Пункты и подпункты могут иметь заголовки.

Заголовки структурных элементов отчета и заголовки раз-

делов следует располагать в середине строки и печатать прописными буквами без точки в конце, не подчеркивая.

Заголовки подразделов, пунктов и подпунктов отчета следует начинать с абзацного отступа и печатать строчными буквами, кроме первой прописной, не подчеркивая, без точки в конце.

Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту отчета и равным пяти знакам.

Если заголовок состоит из двух или более предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовке текста не допускаются.

Заголовки отделяются от текста сверху тремя интервалами.

Расстояние между заголовком и последующим или предыдущим текстом должно быть:

- при машинописном способе – не менее трех интервалов;
- при машинном способе – не менее двух строк.

Расстояние между основаниями строк заголовка, а также между двумя заголовками принимают таким же, как в тексте.

Не допускается размещать наименования раздела, подраздела, а также пункта и подпункта в нижней части страницы, если после них расположена только одна строка текста.

7.10 Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц в соответствии с рисунком 7.1.

Таблица _____ - _____

	(номер)	(название таблицы)			
Головка					

Заголовки граф

Подзаголовки граф

Строки (горизонтальные ряды)

Боковик
(графа для за-
головков
строк)

Графы (колонки)

Рисунок 7.1 – Пример оформления таблицы

Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

На все таблицы должны быть ссылки в тексте отчета.

Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах раздела, за исключением таблиц, приводимых в приложениях.

Номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например, таблица 2.1 – первая таблица второго раздела.

Таблица может иметь название, которое печатают строчными

ми буквами (кроме первой прописной) и помещают над таблицей. Название должно быть кратким и отражать содержание таблицы.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, таблицу делят на части, помещая одну часть под другой, или рядом, или перенося часть таблицы на следующую страницу. При этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик.

Заголовки граф таблицы печатают с прописных букв, а подзаголовки – со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком.

Подзаголовки, имеющие самостоятельное значение, пишут с прописной буквы. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

7.11 Перечисления при необходимости могут быть приведены внутри пунктов или подпунктов. Перед перечислением ставят двоеточие.

Перед каждой позицией перечисления следует ставить строчную букву украинского алфавита со скобкой, или, не нумеруя, дефис (первый уровень детализации).

Для дальнейшей детализации перечисления следует использовать арабские цифры со скобкой (второй уровень детализации).

Пример:

а) форма и размер клеток;

б) живое содержимое клеток:

– части клеток;

– неживые включения протопластов;

в) образование ткани.

Перечисление первого уровня детализации печатают строчными буквами с абзачного отступа, второго уровня – с отступом относительно месторасположения перечислений первого уровня.

7.12 Формулы и уравнения располагают непосредственно после текста, в котором они упоминаются, посередине страницы.

Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не более одной свободной строки.

Формулы и уравнения в отчете (за исключением формул и уравнений, приведенных в приложении) следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах раздела.

Номер формулы или уравнения состоит из номера раздела и порядкового номера формулы или уравнения, разделенных точкой, например, формула (1.3) – третья формула первого раздела.

Номер формулы или уравнения указывают на уровне формулы или уравнения в скобках в крайнем правом положении на строке.

Пояснения значений символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу или уравнение, следует приводить непосредственно под формулой в той последовательности, в которой

они даны в формуле или уравнении.

Пояснения значений каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки. Первую строку пояснения начинают с абзаца словом “где” без двоеточия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмин И.В., Кедрус В.А. Основы теории информации и кодирования. - К.: Вища шк., 1986. - 238 с.
2. Васильев В.И., Буркин А.П., Свириденко В.А. Системы связи: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1987. - 280 с.
3. Цымбал В.П. Теория информации и кодирования: Учебник. - К.: Вища шк., 1992. -263 с.
4. Кодирование информации (двоичные коды) / Н.Т. Березюк, А.Г. Андрущенко, С.С. Мошицкий и др.- Харьков: Высш. шк., 1978.- 252 с.
5. Борисенко А.А., Онанченко Е.Л. Оценка помехоустойчивости неразделимых кодов /Вест. Сум. ун-та. – 1994. - №2. - С. 64-68.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Таблица А.1 - Исходные данные для выполнения курсовой работы

Номер варианта	Символы а; первичного алфавита	Помехоустойчивый код	p_3	Код в линии связи	$V_{п, бод}$	$h, В$	δ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	_, . А Г Л Ж Е У М Ц Р	Бергера	$3 \cdot 10^{-2}$	Миллера	300	12	0,9
2	_, . К Е Б Р Ы В Щ П О Д И	Биномиальный, $k=2$	$2 \cdot 10^{-1}$	Манчестер	1200	24	0,95
3	_, . Б Д И З Ш Ъ Р Н У Е	Биномиальный, $k=2$	$5 \cdot 10^{-2}$	БВН-L	2400	12	0,9
4	_, . К В А О Я Р Ш Г Ж М	Биномиальный, $k=3$	10^{-2}	БВН-M	600	24	0,95
5	_, . Щ У В Д Л О А Э Ч	Бергера	10^{-1}	БВН-S	4800	12	0,9
6	_, . Г Е Ж М О П С Ф Я У	Бергера	$9 \cdot 10^{-3}$	ВН	9600	24	0,95
7	_, . Б З И Н Т Х Ч А У В Е	Биномиальный, $k=2$	$4 \cdot 10^{-2}$	РФ	300	12	0,9
8	_, . Ц Ш Е Ъ А О И Э Б	Биномиальный, $k=3$	10^{-2}	БВН-L	2400	24	0,95

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8
9	_, . А В Д Ж С Ф Я У Н Т	Биномиальный, k=3	$8 \cdot 10^{-2}$	Манчестер	1200	12	0,9
10	_, . Б О П Ф С Я У Г Н М	Биномиальный, k=2	10^{-2}	Миллера	4800	24	0,95
11	_, . Р Ш Г Ж К В А У Н	Бергера	$6 \cdot 10^{-2}$	БВН-М	1200	12	0,9
12	_, . Щ У В Д Ш Г Ж Н Х Э	Бергера	$2 \cdot 10^{-2}$	РФ	9600	24	0,95
13	_, . Ж Е У М З Ш Ъ Р А	Биномиальный, k=2	$7 \cdot 10^{-2}$	ВН	1200	12	0,9
14	_, . Б И Д Ш О Я Ъ Г Ж А	Бергера	$4 \cdot 10^{-2}$	Манчестер	2400	24	0,95
15	_, . Г Е Ж П С У В Б Д О Н	Бергера	$5 \cdot 10^{-2}$	Манчестер	300	12	0,9
16	_, . Ц Ж М У А Я Ш В Г Ъ	Бергера	$6 \cdot 10^{-3}$	Миллера	2400	24	0,95
17	_, . В Б Щ У Ъ Р Х А О Ж	Биномиальный, k=3	$7 \cdot 10^{-3}$	БВН-L	9600	12	0,9
18	_, . К В А О Я Р Х Ч У Б Е	Биномиальный, k=2	$8 \cdot 10^{-4}$	БВН-М	4800	24	0,95
19	_, . З Щ Ъ Р А Я М Л Ж	Бергера	$9 \cdot 10^{-4}$	БВН-S	1200	12	0,9
20	_, . Б И Д О В А Х Ъ Н Л С	Биномиальный, k=3	$4 \cdot 10^{-2}$	ВН	600	24	0,95

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8
21	_,.УМЗНАСХЪОВГ	Биномиальный, k=2	10^{-2}	РФ	300	12	0,9
22	_,.БЗИКУРЛЕНЦЖ	Биномиальный, k=2	$2 \cdot 10^{-2}$	Манчестер	1200	24	0,95
23	_,.БЭИЯЮКОЕР	Бергера	$3 \cdot 10^{-4}$	Миллера	4800	12	0,9
24	_,.АБЕРВКНЧЪУС	Бергера	$4 \cdot 10^{-3}$	БВН-L	9600	24	0,95
25	_,.КНЕРЫВПСД	Биномиальный, k=3	$4 \cdot 10^{-3}$	БВН-M	300	12	0,9
26	_,.ВУДЛСНАОЪГМ	Биномиальный, k=3	$4 \cdot 10^{-2}$	БВН-S	600	24	0,95
27	_,.ГЕЖМЪАУРЯ	Бергера	10^{-4}	РФ	2400	12	0,9
28	_,.БЗИНТУАЖРП	Биномиальный, k=2	$2 \cdot 10^{-3}$	БВН-L	1200	24	0,95
29	_,.ЦШЭЕУПСАО	Бергера	$2 \cdot 10^{-4}$	Манчестер	4800	12	0,9
30	_,.АДКЛСНУХЮ	Бергера	$5 \cdot 10^{-2}$	Миллера	9600	24	0,95
31	_,.БВДИМПЧЪУЗ	Биномиальный, k=3	10^{-3}	БВН-M	300	12	0,9
32	_,.ГЕЖИМПРФУ	Биномиальный, k=3	10^{-2}	РФ	600	24	0,95

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8
33	_, . В Д Я Ъ Л О Е К К Х А Р	Биномиальный, k=2	$6 \cdot 10^{-4}$	ВН	1200	12	0,9
34	_, . Б Ж Е К Ф Ю Р Г Д Ц	Биномиальный, k=2	$7 \cdot 10^{-4}$	Манчестер	4800	24	0,95
35	_, . М Л О А Р П Б Я Ъ	Бергера	$4 \cdot 10^{-3}$	Миллера	2400	12	0,9
36	_, . Е И З К Я Ж В Ъ А	Бергера	10^{-3}	Манчестер	300	24	0,95
37	_, . Б Г Д Л Н О С Т Ц Я	Биномиальный, k=3	10^{-2}	БВН-L	9600	12	0,9
38	_, . В Е И К Р У Х Ш Э Я Л	Биномиальный, k=2	$3 \cdot 10^{-3}$	БВН-M	1200	24	0,95
39	_, . Д З Л М С Т Ф Ч Щ	Биномиальный, k=2	$2 \cdot 10^{-2}$	ВН	4800	12	0,9
40	_, . Б Д И К М Н О У Х Ъ	Бергера	$5 \cdot 10^{-3}$	БВН-S	2400	24	0,95
41	_, . А Г Л Ж Е У М Ц Р	Биномиальный, k=3	$3 \cdot 10^{-3}$	Манчестер	300	12	0,9
42	_, . Б Д И З Ш Ъ Р Н У Е	Бергера	$5 \cdot 10^{-2}$	Миллера	1200	24	0,95
43	_, . Щ Е В Р Л О Н Э Ч	Биномиальный, k=2	10^{-3}	БВН-L	600	12	0,9

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8
44	_, . Б З Р Н Т Х Ч О У В Е	Биномиальный, k=3	$4 \cdot 10^{-2}$	Манчестер	9600	24	0,95
45	_, . А В К Ж С Ф Я У Р Т	Бергера	$2 \cdot 10^{-2}$	РФ	2400	12	0,9
46	_, . Р Ш Г Ж К В А У Н	Биномиальный, k=2	$7 \cdot 10^{-3}$	БВН-М	300	24	0,95
47	_, . Ж Е У М З Ш Ъ Р А	Биномиальный, k=3	$7 \cdot 10^{-4}$	БВН-L	4800	12	0,9
48	_, . Г Е Ж П С У В Б Д О Н	Биномиальный, k=3	$8 \cdot 10^{-4}$	Манчестер	9600	24	0,95
49	_, . В Б Щ У Ъ Р Х А О Ж	Бергера	$3 \cdot 10^{-3}$	ВН	600	12	0,9
50	_, . З Щ Ъ Р А Я М Л Ж	Биномиальный, k=2	$4 \cdot 10^{-2}$	Миллера	300	24	0,95
51	_, . У М З Н А С Х Ъ О В Г	Бергера	$7 \cdot 10^{-3}$	РФ	4800	12	0,9
52	_, . Б Э И Я Ю К О И Р	Биномиальный, k=2	$8 \cdot 10^{-4}$	БВН-М	1200	24	0,95
53	_, . К Н Е Р Ы В П С Д	Биномиальный, k=3	$5 \cdot 10^{-3}$	БВН-S	2400	12	0,9
54	_, . Г Е Ж М Ъ А У Х Я	Биномиальный, k=2	10^{-2}	Миллера	9600	24	0,95

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8
55	_, . Ц Ш Э Е У П С А О	Биномиальный, k=3	$2 \cdot 10^{-2}$	БВН-L	300	12	0,9
56	_, . Б В Д И М П Ч Ъ У З	Бергера	$8 \cdot 10^{-4}$	Манчестер	4800	24	0,95
57	_, . М Л О А Р П Ъ Я Ъ	Биномиальный, k=2	$5 \cdot 10^{-2}$	ВН	600	12	0,9
58	_, . В Е И К Р У Х Ш Э Я Л	Биномиальный, k=3	10^{-3}	РФ	1200	24	0,95
59	_, . А Б Е Р В О Н Ч Ъ У С	Бергера	$7 \cdot 10^{-4}$	БВН-S	2400	12	0,9
60	_, . К В А О Я Р Ш Г Ж М	Биномиальный, k=3	$7 \cdot 10^{-3}$	ВН	300	24	0,95

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Титульный лист (образец)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
СУМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

КУРСОВАЯ РАБОТА

«Разработка алгоритмов работы и оценка информационных
характеристик системы передачи информации»

по дисциплине

«Информационные основы электронной техники»

Выполнил студент гр. ФТ-21

Ф.И.О. студента

Проверил

Ф.И.О. преподавателя

Сумы 2003 г.