

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р
КОМИТЕТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ

Сборники рекомендуемых терминов

Выпуск 101

ТЕОРИЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Терминология



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р
КОМИТЕТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ

СБОРНИКИ РЕКОМЕНДУЕМЫХ ТЕРМИНОВ

В ы п у с к 101

ТЕОРИЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Терминология



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА 1984

Теория передачи информации. Терминология. Вып. 101. М.: Наука, 1984 г.

Настоящая терминология рекомендуется Комитетом научно-технической терминологии АН СССР к применению в научно-технической литературе, информации, учебном процессе, стандартах и документации.

Терминология рекомендуется Министерством высшего и среднего специального образования СССР для высших и средних специальных учебных заведений.

Рекомендуемые термины просмотрены с точки зрения норм языка Институтом русского языка Академии наук СССР.

Ответственный редактор выпуска
член-корреспондент АН СССР
В. И. СИФОРОВ

ВВЕДЕНИЕ

Терминологическая рекомендация в области теории передачи информации, разработанная в Комитете научно-технической терминологии АН СССР, охватывает значительное число понятий, представляющих все основные аспекты теории. По своему содержанию понятия сгруппированы в следующие разделы: I — Информация и ее меры; II — Сообщение — сигнал — канал; III — Помехи и помехоустойчивость; IV — Коды; V — Декодирование; VI — Модуляция и прием.

При построении системы понятий и соответствующей ей системы терминов используется подход к теории передачи информации как к направлению фундаментальной науки, развивающейся из потребностей техники связи, локационной и вычислительной техники. Такой подход определил главную особенность предлагаемой терминологии — стержневыми в ней являются термины, относящиеся к понятиям высокого уровня абстракции. Среди этих понятий «энтропия» и «количество информации», лежащие в основе математической теории информации; «сообщение», «канал» и «получатель», как элементы общей схемы передачи информации; «кодирование» и «декодирование», определяемые как отображения множеств сигналов и сообщений, и ряд других понятий.

Многие понятия образовались в процессе развития теории информации, исходя из ее внутренних потребностей. К ним относятся термины, группирующиеся вокруг понятия «информация», например «энтропия распределения вероятностей», и термины, используемые для классификации кодов: «вес слова», «циклический код» и др.

Заметную часть терминологии составляют понятия, взятые теорией информации из конкретных областей техники. Как правило, употребляемые там термины сохранены, однако содержание понятий значительно развито, оно сделано более общим за счет углубления функциональной, логической или количественной сущности понятий и исключения отраслевой специфики. К таким понятиям относятся, например, термины «модуляция», «искажение» и др. Теоретическое развитие и обобщение понятий закономерно, и неправильно считать, что определения таких понятий должны даваться на уровне отраслевого понимания.

Взаимное обогащение теории и техники передачи и преобразования информации — долговременный и сложный процесс, это следует осознавать и делать отсюда правильные терминологические выводы.

В отношении принципов отбора признаков для определения некоторых понятий могут быть отмечены следующие моменты.

Количественная мера информации (раздел I) выбирается, как правило, для некоторой «ситуации», которая выступает как исходное понятие. Для понятий «сообщение» и «сигнал», которые не всегда отчетливо разграничиваются, была сделана попытка выявить их различие в зависимости от операций, в которых они участвуют: сигнал — для передачи по каналу, сообщение — для хранения, обработки, преобразования, непосредственного использования.

Особенно расширена группа понятий «кодирования» и «кодов». Здесь виды кодов представлены в системе, позволяющей говорить об их классификации. Некоторые виды модуляции также определены на основе классификационных признаков. Так, модуляция считается дискретной при дискретном сигнале на выходе модулятора и непрерывной — при непрерывном сигнале на выходе, но называется цифровой и аналоговой при указанных сигналах на входе модулятора. Характер сигнала на выходе модулятора считается основным, определяющим, отсюда — подчиненность видов модуляции, образованных характеристиками сигнала одновременно по его свойствам на входе и на выходе (аналого-цифровая и цифро-аналоговая), основным ее видам — дискретной и непрерывной модуляции (см. №№ 177—178, 180—181; причем термины для дискретной модуляции с дискретным характером сигнала на входе и для непрерывной модуляции с непрерывным характером сигнала на входе — не приводятся). Опыт подобного классифицирования еще недостаточно изучен, однако образование указанных классов понятий вытекает из представлений и логики самой теории передачи информации. Составители терминологии отдают себе отчет в том, что при этом используются некоторые термины, понимаемые несколько иначе в ряде прикладных областей.

При дальнейшем развитии работ естественно включение терминологии теории передачи информации как части в более широкую область — информологию. Понятия основных операций, связанных с информацией: передача, распределение, создание, обработка, преобразование, кодирование и декодирование, запоминание, хранение, извлечение, доставка, использование, — должны получить в информологии наиболее широкие определения.

* * *

Первая часть настоящей терминологической рекомендации (системы определений понятий и терминов) уже была опубликована (см.: Теория передачи информации: Терминология. Вып. 94. М.: Наука, 1979); ее подготовила научная комиссия КНТТ АН СССР под руководством члена-корреспондента АН СССР В. И. Сифорова, в состав которой вошли: Э. Л. Блох, М. С. Пинскер, О. В. Попов, Л. М. Финк, Б. С. Цыбаков, Г. Г. Самбутова (КНТТ АН СССР). На отдельных этапах работы над первой частью в комиссии принимали участие О. Ф. Дмитриев, В. Н. Рогинский, С. И. Самойленко, Ю. М. Штарьков.

После публикации работа была продолжена над разделами помех и помехоустойчивости, модуляции и приема, а также над расширением разделов кодирования и декодирования; разработка осуществлялась научной комиссией КНТТ АН СССР в составе: В. И. Сифоров (председатель), Э. Л. Блох, М. С. Пинскер, О. В. Попов, Л. М. Финк, Б. С. Цыбаков, Г. Г. Самбунова (КНТТ АН СССР); при завершении работы в ней принимал участие Э. М. Габидулин.

Проекты терминологии как первой, так и второй части были разосланы на широкое обсуждение всем заинтересованным в упорядоченной терминологии организациям и ученым. Полученные отзывы касались как оценки проекта в целом, так и отдельных понятий и терминов. В обсуждении терминологии приняли участие следующие корреспонденты: по проекту первой части — В. Г. Горобец, С. Бородич, А. Д. Князев, А. Пиротов, В. Я. Розенберг и др.; по проекту второй части — А. И. Величкин, Н. Н. Етрухин, Л. С. Гуткин, П. И. Завалишин, И. М. Коган, П. В. Мельников, Н. Т. Петрович, В. Я. Розенберг, В. О. Шварцман, Э. А. Якубайтис и др.

Все организации и лица, просмотревшие терминологию и предоставившие свои замечания, предложения и консультации, оказали большую помощь в подготовке упорядоченной терминологии, и Комитет научно-технической терминологии АН СССР выражает им глубокую благодарность.

После тщательного анализа и рассмотрения всех полученных отзывов, внесения необходимых уточнений и дополнений была выработана настоящая рекомендация, которая является прямым продолжением работы Комитета научно-технической терминологии над терминологией в области теории передачи информации, предпринятой в 1960-е годы по инициативе и под руководством академика А. А. Харкевича.

При создании данной научно обоснованной системы понятий и соответствующей ей системы терминов научная комиссия руководствовалась принципами и методикой, выработанными Комитетом¹.

* * *

Ниже даются пояснения к тексту и оформлению публикуемой терминологии.

В первой графе указаны номера терминов.

Во второй графе помещены термины, рекомендуемые для определяемого понятия. Рекомендуемые термины расположены в систематическом порядке: в соответствии с принятой в данной работе систематикой, структурой и классификацией понятий. Как правило, для каждого понятия предлагается один основной термин, напечатанный полужирным шрифтом. Однако в некоторых случаях

¹ См.: Краткое методическое пособие по разработке и упорядочению научно-технической терминологии. М.: Наука, 1979; Лотте Д. С. Основы построения научно-технической терминологии. М.: Изд-во АН СССР, 1961.

наравне с основным термином предлагаются параллельные термины, напечатанные светлым шрифтом, например «объем алфавита» и «основание последовательности», «скорость передачи информации» и «количество информации, передаваемой в единицу времени» и т. п. Предполагается, что при последующем развитии терминологии должен быть оставлен лишь один из терминов.

В этой же графе в качестве справочных сведений приведены термины на английском языке — эквиваленты русских терминов, соответствующих определенным понятиям. Однако здесь следует иметь в виду, что приводимые иностранные синонимы не являются, во-первых, переводом на английский язык, а извлечены из оригинальных текстов (иногда эквиваленты отсутствуют), а во-вторых, не служат синонимами абсолютными, поскольку терминология в области теории передачи информации в английской научной литературе не является упорядоченной.

В третьей графе даны определения (или математические формулировки) понятий. Разумеется, определение (в противоположность термину) не может претендовать на его постоянное использование в буквальной форме. В зависимости от характера изложения (необходимость яснее и подробнее осветить физическую сущность, отразить те или иные классификационные или системные признаки и т. п.) определение может изменяться по форме изложения, однако без нарушения границ самого понятия. Некоторые определения снабжены примечаниями, которые имеют характер пояснений или указывают на возможность построения и применения некоторых терминов.

ТЕРМИНОЛОГИЯ

1. ИНФОРМАЦИЯ И ЕЕ МЕРЫ

- 1 **Информация**
E Information Сведения, являющиеся объектом некоторых операций: передачи, распределения, преобразования, хранения или непосредственного использования.
Мера неопределенности случайной ситуации.
- 2 **Энтропия**
E Entropy
- 3 **Условная энтропия**
E Conditional entropy Энтропия, определяемая при известном исходе другой ситуации.
- 4 **Средняя условная энтропия**
E Average conditional entropy Условная энтропия, усредненная по всем исходам другой ситуации.
- 5 **Дифференциальная энтропия**
E Differential entropy Мера относительной неопределенности ситуации, возможные исходы которой принадлежат множеству мощности континуум.
- 6 **Условная дифференциальная энтропия**
E Conditional differential entropy Дифференциальная энтропия, определяемая при известном исходе другой ситуации.
- 7 **Средняя условная дифференциальная энтропия**
E Average conditional differential entropy Условная дифференциальная энтропия, усредненная по всем исходам другой ситуации.
- 8 **Количество информации**
E Information; information quantity Мера уменьшения неопределенности ситуации вследствие того, что становится известным исход другой ситуации.
- 9 **Энтропия распределения вероятностей**
E Probability-distribution entropy Мера неопределенности распределения вероятностей дискретной случайной величины; ее выражение имеет вид

$$H(X^n) = -\overline{\log P(X^n)} = -\sum P(x^n) \log P(x^n),$$
 где $X^n = (X_1, \dots, X_n)$ — n -мерная случайная величина, $P(x^n)$ — вероятность того, что эта величина примет значение $x^n = (x_1, \dots, x_n)$; суммирование ведется по всему множеству значений x^n .
 Примечание. В частном случае одномерного распределения ($n = 1$) энтропия распределения имеет вид

$$H(X) = -\log P(X) = -\sum P(x) \log(x).$$
- 10 **Энтропия случайной величины**
E Random-variable entropy Энтропия распределения вероятностей случайной величины.
- 11 **Энтропия случайной последовательности**
E Random-sequence entropy Отнесенная к единице времени энтропия отрезка дискретной случайной последовательности в пределе при стремлении к бесконечности длины отрезка; ее выражение имеет вид

$$\tilde{H}(\vec{X}) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{H(X^n)}{T},$$

где \vec{X} — дискретная случайная последовательность, X^n — ее отрезок длины T , n — число компонент (символов) последовательности \vec{X} на отрезке длины T .

Примечания. 1. Энтропия случайной последовательности, отнесенная к одному символу, имеет вид

$$\tilde{H}(\vec{X}) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{H(X^n)}{n}.$$

2. Энтропия стационарной цепи Маркова ν -го порядка, отнесенная к одному символу, имеет вид

$$\tilde{H}(\vec{X}) = H(X^{\nu+1}) - H(X^\nu),$$

а энтропия стационарной последовательности с независимыми символами имеет вид

$$\tilde{H}(\vec{X}) = H(X).$$

3. Длина отрезка T может иметь размерность, отличную от времени (относится также к 14, 17, 20, 22, 23)².

12 Энтропия условного распределения вероятностей

E Conditional-probability-distribution entropy

Мера неопределенности условного распределения вероятностей дискретной случайной величины при условии, что задано значение другой дискретной случайной величины, усредненная по значениям последней; ее выражение имеет вид

$$\begin{aligned} H(X^n | Y^m) &= -\log P(X^n | Y^m) = \\ &= -\sum_{x^n} \sum_{y^m} P(x^n, y^m) \log P(x^n | y^m), \end{aligned}$$

где $P(x^n, y^m) = P(x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_m)$ — совместное распределение вероятностей случайных величин $X^n = (X_1, \dots, X_n)$ и $Y^m = (Y_1, \dots, Y_m)$; $P(x^n | y^m) = P(x_1, \dots, x_n | y_1, \dots, y_m)$ — вероятность того, что случайная величина X^n принимает значение $x^n = (x_1, \dots, x_n)$ при условии, что задано значение $y^m = (y_1, \dots, y_m)$ случайной величины $Y^m = (Y_1, \dots, Y_m)$; суммирование ведется по всему множеству значений x^n и y^m .

Примечание. Имеет место равенство

$$H(X^n | Y^m) = H(X^n, Y^m) - H(Y^m),$$

где $H(X^n, Y^m)$ — энтропия случайной величины $Z^{n+m} = (X^n, Y^m)$.

13 Условная энтропия случайной величины

E Conditional random-variable entropy

Энтропия условного распределения вероятностей случайной величины при условии, что задано значение другой случайной величины.

14 Условная энтропия случайной последовательности

E Conditional random-sequence entropy

Отнесенная к единице времени условная энтропия отрезка дискретной случайной последовательности при условии заданного соответствующего отрезка другой дискретной случайной последовательности в пределе при стремлении к бесконечности длины отрезка; ее выражение имеет вид

$$\tilde{H}(\vec{X} | \vec{Y}) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{H(X^n | Y^m)}{T},$$

где \vec{X} и \vec{Y} — дискретные случайные последовательности, n и m — числа компонент (символов) последовательностей \vec{X} , \vec{Y} на отрезке T .

Примечание. Условная энтропия случайной последовательности, отнесенная к одному символу, имеет вид

² Здесь и в дальнейшем цифры в скобках обозначают номера терминов.

$$\tilde{H}(\tilde{X} | Y) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{H(X^n | Y^n)}{n}.$$

- 15 **Дифференциальная энтропия распределения вероятностей**
E Differential probability-distribution entropy

Мера относительной неопределенности распределения вероятностей непрерывной случайной величины; ее выражение имеет вид

$$h(X^n) = -\overline{\log w(X^n)} = - \int w(x^n) \log w(x^n) dx^n,$$

где $X^n = (X_1, \dots, X_n)$ — непрерывная n -мерная случайная величина, $w(x^n) = w(x_1, \dots, x_n)$ — плотность распределения ее вероятностей, а интегрирование ведется по всему множеству значений x^n случайной величины X^n .

Примечания. 1. Дифференциальная энтропия зависит от метрики пространства значений x^n . 2. В частном случае одномерного распределения ($n=1$) дифференциальная энтропия распределения вероятностей имеет вид

$$h(X) = -\log w(X) = - \int_{-\infty}^{\infty} w(x) \log w(x) dx.$$

- 16 **Дифференциальная энтропия случайной величины**
E Differential random variable entropy

Дифференциальная энтропия распределения вероятностей непрерывной случайной величины.

- 17 **Дифференциальная энтропия случайной последовательности**
E Differential random-sequence entropy

Отнесенная к единице времени дифференциальная энтропия отрезка непрерывной (по множеству значений компонент) случайной последовательности в пределе при стремлении к бесконечности длины отрезка; ее выражение имеет вид

$$\tilde{h}(\tilde{X}) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{h(X^n)}{T},$$

где \tilde{X} — непрерывная случайная последовательность, X^n — ее отрезок длительности T , а n — число компонент последовательности X на отрезке длины T .

Примечание. Дифференциальная энтропия последовательности, отнесенная к одной компоненте, имеет вид

$$\tilde{h}(X^n) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{h(X^n)}{n}.$$

- 18 **Дифференциальная энтропия условного распределения вероятностей**
E Differential conditional-probability-distribution entropy

Мера неопределенности условного распределения вероятностей непрерывной случайной величины при условии, что задано значение другой непрерывной случайной величины, усредненная по значениям последней; ее выражение имеет вид

$$\begin{aligned} h(X^n | Y^m) &= -\overline{\log w(X^n | Y^m)} = \\ &= - \iint w(x^n, y^m) \log w(x^n | y^m) dx^n dy^m, \end{aligned}$$

где $w(x^n, y^m) = w(x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_m)$ — совместная плотность распределения вероятностей случайных величин $X^n = (X_1, \dots, X_n)$ и $Y^m = (Y_1, \dots, Y_m)$, $w(x^n | y^m) = w(x_1, \dots, x_n | y_1, \dots, y_m)$ — условная плотность распределения вероятностей случайной величины X^n при условии, что задано значение y^m случайной величины Y^m ; интегрирование ведется по всему

множеству значений x^n, y^m случайных величин X^n, Y^m .

Примечание. Имеет место равенство

$$h(X^n | Y^m) = h(X^n, Y^m) - h(Y^m),$$

где $h(X^n, Y^m)$ — дифференциальная энтропия случайной величины

$$Z^{n+m} = (X^n, Y^m).$$

- 19 **Условная дифференциальная энтропия случайной величины**
E Conditional differential random-variable entropy

Дифференциальная энтропия условного распределения вероятностей случайной величины.

- 20 **Условная дифференциальная энтропия случайной последовательности**
E Conditional differential random-sequence entropy

Отнесенная к единице времени условная дифференциальная энтропия отрезка непрерывной (по множеству значений компонент) случайной последовательности при условии заданного соответствующего отрезка другой непрерывной случайной последовательности в пределе при стремлении к бесконечности длины отрезка; ее выражение имеет вид

$$\tilde{h}(\vec{X} | \vec{Y}) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{h(X^n | Y^m)}{T},$$

где \vec{X} и \vec{Y} — непрерывные случайные последовательности, n и m — числа компонент последовательностей \vec{X} и \vec{Y} на отрезке длительности T .

Примечание. Условная дифференциальная энтропия случайной последовательности, отнесенная к одной компоненте, имеет вид

$$\tilde{h}(\vec{X} | \vec{Y}) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{h(X^n | Y^m)}{n}.$$

- 21 **Количество взаимной информации в случайных величинах**
E Mutual information between two random variables

Мера уменьшения неопределенности случайной величины, возникающего вследствие того, что становится известным значение другой случайной величины, усредненного по значениям последней; для дискретных случайных величин ее выражение имеет вид

$$\begin{aligned} I(X^n; Y^m) &= H(X^n) - H(X^n | Y^m) = \\ &= \sum P(x^n, y^m) \log \frac{P(x^n, y^m)}{P(x^n)P(y^m)}, \end{aligned}$$

где суммирование ведется по всему множеству значений x^n, y^m случайных величин X^n, Y^m ; для непрерывных случайных величин ее выражение имеет вид

$$\begin{aligned} I(X^n; Y^m) &= h(X^n) - h(X^n | Y^m) = \\ &= \iint w(x^n, y^m) \log \frac{w(x^n, y^m)}{w(x^n)w(y^m)} dx^n dy^m, \end{aligned}$$

где интегрирование ведется по всему множеству значений x^n, y^m случайных величин X^n, Y^m .

Примечания. 1. Вместо термина «количество взаимной информации в случайных величинах» иногда употребляют выражение «количество информации о случайной величине, содержащееся в другой случайной величине». 2. Общая форма математической записи выражения количества взаимной информации, справедливая в произвольном случае, имеет вид

$$I(X^n; Y^m) = \int P(dx^n, dy^m) \log \frac{P(dx^n, dy^m)}{P(dx^n)P(dy^m)},$$

где $P(x^n, y^m)$, $P(x^n)$ и $P(y^m)$ — вероятностные меры, заданные соответственно на множествах значений (x^n, y^m) , x^n и y^m случайных величин (X^n, Y^m) , X^n и Y^m .

22 Количество взаимной информации в случайных последовательностях

E Mutual information between two random sequence

Отнесенное к единице времени количество информации в отрезке случайной последовательности относительно соответствующего отрезка другой случайной последовательности в пределе при стремлении к бесконечности длины отрезка; ее выражение имеет вид

$$\bar{I}(\bar{X}; \bar{Y}) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{I(X^n; Y^m)}{T},$$

где n и m — числа компонент последовательностей \bar{X} и \bar{Y} на длине отрезка T , а $I(X^n; Y^m)$ — количество взаимной информации в случайных величинах X^n и Y^m .

Примечания. 1. Вместо термина «количество взаимной информации в случайных последовательностях» иногда употребляют выражение «количество информации о случайной последовательности, содержащееся в другой случайной последовательности». 2. Количество взаимной информации в случайных последовательностях, отнесенное к одной компоненте, имеет вид

$$\bar{I}(\bar{X}; \bar{Y}) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{I(X^n; Y^m)}{n}.$$

23 Количество взаимной информации в отрезках случайных процессов

E Mutual information between two random-process segments

Мера уменьшения неопределенности отрезка случайного процесса, возникающего вследствие того, что становится известной реализация соответствующего отрезка другого случайного процесса, усредненного по реализациям последнего.

Примечание. Вместо термина «количество взаимной информации в отрезках случайных процессов» иногда употребляют выражение «количество информации об отрезке случайного процесса, содержащееся в отрезке другого случайного процесса».

24 Эпсилон-энтропия

E ϵ -entropy; epsilon-entropy

Наименьшее количество информации о заданной случайной ситуации (случайной величине, случайной последовательности), содержащееся в другой случайной ситуации, представляющей первую с указанной верностью (задаваемой погрешностью ϵ).

Примечание. Для ситуаций с конечным или счетным множеством возможных исходов и безошибочном представлении ситуации ($\epsilon=0$) эпсилон-энтропия совпадает с энтропией.

25 Количество информации по Кульбаку

E Kullback information

Мера неопределенности распределения вероятностей $P_1(x)$ относительно распределения $P_2(x)$; ее выражение имеет вид

$$\sum_x P_1(x) \log \frac{P_1(x)}{P_2(x)}.$$

26 Количество информации по Фишеру

E Fisher information

Значение количества информации по Кульбаку в частном случае двух близких гипотез о значении параметра, т. е. в случае, когда в определении количества информации по Кульбаку $P_1(x) = P(x, \Theta)$, а $P_2(x) = P(x, \Theta + \Delta\Theta)$, где Θ — многомерный параметр, а $\Theta + \Delta\Theta$ — точка, соседняя к Θ .

Примечание. Количество информации по Фишеру может быть выражено через так называемую матрицу Фишера.

27 Комбинаторное количество информации

Логарифм числа исходов некоторого события.

28 **Алгоритмическое количество информации**

Минимальная длина записанной в виде последовательности 0 и 1 программы, которая позволяет построить \bar{X} , имея в своем распоряжении \bar{Y} (где \bar{X} и \bar{Y} — некоторые числовые последовательности).

29 **Двоичная единица информации**
Бит
E Bit

Количество информации (или энтропия), равное единице при выборе основания логарифма, равного двум.

Примечание. Применяются иногда и другие единицы количества информации: десятичная (при десятичном логарифме), натуральная (при натуральном логарифме).

2. СООБЩЕНИЕ, СИГНАЛ, КАНАЛ

30 **Сообщение**
E Message

Форма представления информации для ее хранения, обработки, преобразования или непосредственного использования.

Примечания. 1. Примером сообщения могут служить текст, речь, изображение, цифровые данные, электрические колебания и т. д. 2. В зависимости от множества возможных сообщений и области их определения во времени различают четыре вида сообщений: дискретное дискретного времени, дискретное непрерывного времени, непрерывное дискретного времени и непрерывное непрерывного времени; первое и последнее соответственно именуются сокращенно «дискретным сообщением» и «непрерывным сообщением».

31 **Ансамбль сообщений**
E Message ensemble

Множество возможных сообщений с заданным на нем распределением вероятностей.

Примечание. Понятию ансамбль сообщений в теории вероятностей соответствует понятие вероятностного пространства.

32 **Источник сообщений**
E Message source

Устройство, осуществляющее выбор сообщений из ансамбля сообщений.

Примечание. Различают четыре вида источников сообщений соответственно четырем видам сообщений.

33 **Скорость создания информации**
Эпсилон-энтропия сообщения в единицу времени
Производительность источника
E Rate-distortion function

Отнесенное к единице времени наименьшее количество информации о заданном ансамбле сообщений, содержащееся в другом ансамбле, представляющем заданный с указанной верностью.

Примечание. В случае дискретного источника (или ансамбля сообщений), если требуется представление с абсолютной точностью, то скорость создания информации совпадает с энтропией в единицу времени.

34 **Информационная емкость дискретного сообщения**

Максимум энтропии дискретного сообщения, равный логарифму числа возможных сообщений за единицу времени.

35 **Информативность дискретного сообщения**

Отношение скорости создания информации к информационной емкости дискретного сообщения.

36 **Избыточность дискретного сообщения**
E Message redundancy

Мера возможного сокращения сообщения (без потери информации) за счет использования его вероятностных характеристик (взаимосвязей между его элементами и особенностей их распределения); ее величина равна единице минус величина информативности дискретного сообщения.

37 **Получатель сообщений**
Адресат
E Addressee

Устройство, для которого предназначено сообщение.

38 **Канал**
E Channel

Заданная совокупность средств передачи информации, включающая в себя физическую среду.

Примечания. 1. Под каналом можно понимать любую часть системы связи, которую нельзя или нежелательно изменять. 2. В зависимости от характера множеств и областей определения

во времени входных и выходных сигналов различают четыре основных вида каналов: дискретный дискретного времени, дискретный непрерывного времени, непрерывный дискретного времени и непрерывный непрерывного времени; первый и последний соответственно именуются «дискретным каналом» и «непрерывным каналом». 3. Число возможных элементов сигнала на входе дискретного канала называют «основанием канала».

- 39 Сигнал**
E Signal
- 40 Ансамбль сигналов**
E Signal ensemble
- 41 Информационная емкость дискретного сигнала**
- 42 Информативность дискретного сигнала**
- 43 Избыточность дискретного сигнала**
E Signal redundancy
- 44 Передатчик**
E Transmitter
- 45 Приемник**
E Receiver
- 46 Система связи**
Система передачи информации
E Communication system
- 47 Входное сообщение**
E Input message
- 48 Выходное сообщение**
E Output message
- 49 Входной сигнал**
E Input signal
- 50 Выходной сигнал**
E Output signal
- 51 Скорость передачи информации**
Количество информации, передаваемой в единицу времени
E Information rate
- 52 Пропускная способность канала**
E Channel capacity

Форма представления информации для передачи по каналу.

П р и м е ч а н и е. В зависимости от множества возможных сигналов и области их определения во времени различают четыре вида сигналов: дискретный дискретного времени, дискретный непрерывного времени, непрерывный дискретного времени и непрерывный непрерывного времени; первый и последний соответственно именуются «дискретным сигналом» и «непрерывным сигналом».

Множество возможных сигналов с заданным на нем распределением вероятностей.

Максимум энтропии дискретного сигнала, равный логарифму числа возможных дискретных сигналов за единицу времени.

Отношение количества информации об ансамбле дискретных сообщений, содержащегося в ансамбле дискретных сигналов, к информационной емкости дискретного сигнала.

Мера возможного сокращения дискретного сигнала (без потери информации) за счет использования его вероятностных характеристик; ее величина равна единице минус величина информативности дискретного сигнала.

Устройство, осуществляющее преобразование сообщения в сигнал.

Устройство, осуществляющее восстановление сообщения по сигналу.

Совокупность передатчиков, приемников и каналов, осуществляющая передачу информации.

Сообщение, поступающее от источника сообщений на вход системы связи.

Сообщение, поступающее к получателю сообщений с выхода системы связи, в общем случае отличающееся от входного сообщения из-за помех и искажений в канале.

Сигнал, поступающий от передатчика на вход канала.

Сигнал, поступающий с выхода канала на приемник.

Отнесенное к единице времени количество информации об ансамбле входных сигналов (входных сообщений), содержащееся в ансамбле выходных сигналов (выходных сообщений).

Максимальная скорость передачи информации при заданных характеристиках канала, причем максимум берется по всем возможным при наложенных ограничениях вероятностным характеристикам сигнала, подаваемого на его вход.

П р и м е ч а н и е. Аналогично может быть определена пропускная способность системы связи.

- 53 Гауссовский канал**
Канал, для которого условное распределение выходного сигнала при заданном входном сигнале является гауссовским.
- 54 Симметричный канал**
Канал, в котором множество входных сигналов совпадает с множеством выходных сигналов и переходная вероятность (или переходная плотность вероятности) является симметричной функцией входного и выходного сигналов.
- 55 Система односторонней связи**
E One-way communication system
Система связи, в которой передача информации осуществляется в одном направлении (от источника к получателю сообщений).
- 56 Система двусторонней связи**
E Two-way communication system
Система связи, в которой передача информации осуществляется в обоих направлениях.
- 57 Прямой канал**
E Forward channel
Канал, по которому сигналы передаются в направлении от источника сообщений к получателю сообщений.
- 58 Обратный канал**
E Feedback channel
Канал, по которому сигналы передаются в направлении от получателя сообщений к источнику сообщений.
- 59 Обратная связь**
E Feedback
Передача информации по обратному каналу для улучшения передачи сообщений в прямом направлении.
- 60 Управляющая обратная связь**
Переспрос
Нрк Решающая обратная связь
E Decision feedback
Передача по обратному каналу информации о состоянии прямого канала (шумах, ошибках и т. п.).
- 61 Информационная обратная связь**
Сравнение
E Information feedback
Передача по обратному каналу информации о подмножестве возможных сообщений, к которому отнесен выходной сигнал.
- 62 Идеальная обратная связь**
E Ideal feedback
Обратная связь при отсутствии помех и задержки в обратном канале.
- 63 Полная обратная связь**
E Full feedback
Идеальная обратная связь, позволяющая воспроизвести на передатчике сигнал, поступивший на выход прямого канала.

3. ПОМЕХИ И ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ

- 64 Помеха**
E Disturbance
Нежелательное изменение сигнала.
- 65 Шум**
E Noise
Случайная помеха.
- 66 Аддитивная помеха**
E Additive disturbance
Помеха, которая при образовании выходного сигнала представляется в виде слагаемого.

П р и м е ч а н и е. Аддитивная помеха чаще всего рассматривается в ситуации, описываемой равенством $y(t) = x(t) + n(t)$, где $x(t)$ — входной сигнал, $y(t)$ — выходной сигнал, а $n(t)$ — независимая от $x(t)$ аддитивная помеха.

- 67 **Мультипликативная помеха**
E Multiplicative disturbance
- 68 **Замирание**
E Fading
- 69 **Релеевское замирание**
E Rayleigh fading
- 70 **Гауссовский шум**
E Gaussian noise
- 71 **Белый шум**
E White noise
- 72 **Ошибка**
E Error
- 73 **Поток ошибок**
E Error flow
- 74 **Сочетание ошибок**
Вектор ошибок;
конфигурация ошибок
E Error-flow word
- 75 **Кратность ошибки**
E Error weight
- 76 **Пакет ошибок**
E Error burst
- 77 **Шумовая последовательность**
E Noise sequence
- 78 **Шумовое слово**
E Noise word
- 79 **Ошибка синхронизации**
E Synchronization error
- 80 **Выпадение символа**
E Symbol deletion
- 81 **Вставка символов**
Размножение символов
E Symbol insertion
- 82 **Стирание**
E Erasure
- 83 **Дефектная позиция**
E Defect position
- 84 **Дефектный символ**
E Defect symbol
- 85 **Дефект**
E Defect
- Помеха, которая при образовании выходного сигнала представляется в виде множителя входного сигнала.
- Помеха, заключающаяся в случайном изменении мощности выходного сигнала из-за непостоянства условий распространения входного сигнала.
- Замирание, при котором мощность выходного сигнала при постоянном входном сигнале является квадратом случайной величины с релеевским распределением.
- Шум, представляющий собой гауссовский случайный процесс.
- Шум с равномерной спектральной плотностью.
Примечание. Белый шум описывается обобщенным случайным процессом; его корреляционная функция есть δ -функция.
- Событие, состоящее в том, что воспроизводимая последовательность не совпадает с исходной.
- Двоичная последовательность, символы которой равны нулю при отсутствии ошибки и единице при ее наличии на соответствующих позициях.
- Слово потока ошибок.
- Вес сочетания ошибок.
- Отрезок потока ошибок с повышенной вероятностью символа «единица».
- Дискретная последовательность, сумма которой с кодовой последовательностью образует последовательность на выходе дискретного канала.
Иначе: Разность между последовательностью на выходе дискретного канала и последовательностью на его входе.
- Слово шумовой последовательности, соответствующее кодовому слову.
- Событие, состоящее в том, что моменты передачи и приема символов сопоставлены неверно.
- Ошибка синхронизации, при которой передаваемый символ не принимается, а вместо него принимается следующий символ.
- Ошибка синхронизации, при которой вместо одного символа принимается несколько символов.
- Событие, состоящее в отказе от принятия решения о передаваемом символе.
- Позиция, в которой значение выходного символа не зависит от значения входного символа и заранее известно на кодере.
- Выходной символ, стоящий на дефектной позиции.
- Множество всех дефектных символов в слове.

- 86 **Помехоустойчивость**
E Noise immunity
- 87 **Потенциальная помехоустойчивость**
E Optimum noise immunity
- 88 **Критерий верности передачи**
E Fidelity
- 89 **Функция надежности кода**
Показатель экспоненты вероятности ошибки
E Reliability; error exponent
- 90 **Отношение «сигнал-помеха»**
E Signal-to-noise ratio
- 91 **Защитный интервал**
E Guard space
- Свойство системы передачи информации противостоять вредному воздействию помех.
- Наилучшее значение величины, характеризующей помехоустойчивость при вариации методов кодирования и декодирования, модуляции и демодуляции.
- Примечание. Такими величинами могут быть вероятность ошибки, число ошибок, среднеквадратическая ошибка, отношение «сигнал-шум» и др.
- Величина, характеризующая близость передаваемой информации к информации, принятой получателем.
- Деленный на длину кода модуль логарифма вероятности ошибки декодирования.
- Отношение мощности сигнала к мощности помехи.
- Примечание. Чаще всего вычисление этой величины проводится для помехи, представляющей собой аддитивный шум; в этом случае величина называется отношением «сигнал-шум».
- Временной (или частотный) интервал между сигналами, вводимыми для уменьшения их взаимного влияния.

4. КОДЫ

- 92 **Алфавит**
E Alphabet
- 93 **Символ**
E Symbol
- 94 **Объем алфавита**
Основание последовательности
E Alphabet size
- 95 **Блок**
E Block
- 96 **Позиция**
Разряд
E Position
- 97 **Длина блока**
E Block length
- 98 **Слово**
E Word
- 99 **Знак**
Буква
E Character
- 100 **Вес слова**
E Word weight
- 101 **Композиция слова**
E Word composition
- Конечное множество, над которым определена дискретная последовательность.
- Элемент алфавита.
- Число символов в алфавите.
- Отрезок дискретной последовательности.
- Порядковый номер символа в дискретной последовательности или ее блоке.
- Число символов в блоке.
- Блок, выделенный по определенному признаку и рассматриваемый как одно целое.
- Примечание. Признаком выделения слова может служить, например, смысловое содержание, наличие определенных ограничений на сочетания символов (внутри блока при отсутствии таких ограничений между различными блоками), фиксированная длина и т. д.
- Слово, являющееся отрезком более длинного слова.
- Число символов в слове, отличающихся от некоторого символа, называемого нулевым.
- Набор (вектор) чисел, каждое из которых равно количеству имеющихся в слове символов соответствующего вида; количество этих чисел равно объему алфавита.

102	Расстояние Хэмминга <i>E Hamming distance</i>	Число позиций, в которых два слова одинаковой длины отличаются друг от друга.
103	Информационная последовательность <i>E Information sequence</i>	Представление дискретного сообщения.
104	Информационное слово <i>E Information word</i>	Слово информационной последовательности.
105	Кодирование <i>E Coding</i>	Преобразование дискретного сообщения в дискретный сигнал, осуществляемое по определенному правилу.
106	Кодер <i>E Coder</i>	Устройство, осуществляющее кодирование.
107	Кодовая последовательность <i>E Code sequence</i>	Представление дискретного сигнала. <small>Примечание. Кодовая последовательность может быть конечной или бесконечной.</small>
108	Кодовое слово Кодовая комбинация <i>E Codeword</i>	Слово кодовой последовательности, отображающее информационное слово.
109	Блочное кодирование <i>E Block coding</i>	Кодирование, при котором каждое информационное слово однозначно отображается в кодовое слово.
110	Код <i>E Code</i>	Множество всех кодовых последовательностей, возможных при данном правиле кодирования.
111	Статистический код <i>E Source code</i>	Код для уменьшения избыточности сообщения на основе использования его статистических свойств.
112	Корректирующий код <i>E Error-correcting code</i>	Код, позволяющий исправлять ошибки. <small>Примечание. В зависимости от метода декодирования корректирующий код позволяет также обнаруживать ошибки, исправлять стирания, локализовать ошибки и т. д.</small>
113	Синхронизирующий код <i>E Self-synchronizing code</i>	Код, позволяющий установить в принятой последовательности символов места начал и концов кодовых слов.
114	Кодовый алфавит <i>E Code alphabet</i>	Алфавит, над которым определен код.
115	Основание кода <i>E code base; code alphabet size</i>	Объем кодового алфавита.
116	Информационная позиция <i>E Information position</i>	Позиция кодового слова, предназначенная для размещения символа входного сообщения.
117	Информационный символ <i>E Information symbol</i>	Символ, стоящий на информационной позиции.
118	Проверочная позиция <i>E Check position</i>	Позиция кодового слова, предназначенная для размещения символов, используемых при исправлении или обнаружении ошибок.
119	Проверочный символ <i>E Check symbol</i>	Символ, стоящий на проверочной позиции.
120	Проверочное соотношение <i>E Parity check</i>	Соотношение между символами кодового слова.
121	Двоичный код <i>E Binary code</i>	Код, основание которого равно двум.

122	Код с постоянным весом <i>E Fixed-weight code</i>	Код, все слова которого имеют один и тот же вес.
123	Блочный код <i>E Block code</i>	Множество всех кодовых слов, возможных при данном способе блочного кодирования.
124	Объем блочного кода <i>E Block code size</i>	Число слов в блочном коде.
125	Равномерный код <i>E Fixed-length code</i>	Блочный код, все слова которого имеют одну и ту же длину.
126	Длина равномерного кода <i>E Code length</i>	Длина слова в равномерном коде.
127	Скорость равномерного кода <i>E Code rate</i>	Отношение логарифма объема кода к его длине. <small>Примечание. Скорость линейного кода равна умноженному на логарифм числа символов в алфавите источника отношению числа символов в информационном слове к длине кода.</small>
128	Кодовое расстояние <i>E Code minimum distance</i>	Минимум расстояния Хемминга, взятый по всем парам различных кодовых слов в равномерном коде.
129	Спектр кода <i>E Code weight distribution, code weight spectrum</i>	Распределение весов в равномерном коде.
130	Код с фиксированной композицией <i>E Fixed-composition code</i>	Равномерный код, все слова которого имеют одну и ту же композицию.
131	Неравномерный код <i>E Variable-length code</i>	Блочный код, в котором имеются слова различной длины.
132	Групповой код <i>E Group code</i>	Равномерный код, слова которого образуют алгебраическую группу по некоторой операции.
133	Линейный код <i>E Linear code</i>	Равномерный код, слова которого образуют линейное пространство над конечным полем.
134	Порождающая матрица линейного кода <i>E Linear-code generator matrix</i>	Матрица с линейно независимыми строками, любая линейная комбинация которых есть кодовое слово и обратно: каждое кодовое слово есть линейная комбинация ее строк. Иначе: Матрица, строки которой образуют базис линейного пространства, являющегося линейным кодом.
135	Проверочная матрица линейного кода <i>E Linear-code parity-check matrix</i>	Матрица с линейно независимыми строками, произведение которой на любое (представленное в виде вектора-столбца) кодовое и только кодовое слово, равно нулю (вектору с нулевыми компонентами).
136	Синдром <i>E Syndrome</i>	Произведение принятого на выходе канала слова линейного кода (которое рассматривается как матрица-строка) на транспонированную проверочную матрицу этого кода.
137	Укороченный линейный код <i>E Shortened linear code</i>	Код длины $n-i$ с $k-i$ информационными символами, полученный из линейного кода длины n с k информационными символами в результате отбрасывания i информационных символов в предположении, что они равны нулю.
138	Итеративный код <i>E Iterated code</i>	Код, порождающая матрица которого равна кронекеровскому произведению порождающих матриц итерируемых кодов.

- 139 **Перфорированный код**
E Punctured code
Линейный код длины $n-i$, порождающая матрица которого образуется из порождающей матрицы другого линейного кода путем выбрасывания из нее i столбцов.
- 140 **Циклический код**
E Cyclic code
Линейный код, который содержит все циклические сдвиги каждого входящего в него слова.
- 141 **Порождающий многочлен циклического кода**
E Cyclic-code generator polynomial
Представленное в виде многочлена кодовое слово, являющееся делителем многочлена $x^n - 1$ (где n — длина кода) и любого кодового слова.
- 142 **Проверочный многочлен циклического кода**
E Cyclic-code parity-check polynomial
Многочлен, произведение которого на порождающий многочлен равно $x^n - 1$ (где n — длина кодового слова).
- 143 **Циклический код максимальной длины**
E Maximum-length-cyclic code
Циклический код, состоящий из n слов, в котором каждое ненулевое слово является сдвигом одного и того же слова.
- 144 **Квазициклический код**
E Quasi-cyclic code
Линейный код длины mn_0 с mk_0 информационными символами, в котором все циклические сдвиги на n_0 символов любого кодового слова также принадлежат коду.
- 145 **Негациклический код**
E Negacyclic code
Линейный p -ичный код (p — простое нечетное число) длины n , слова которого, представленные в виде многочленов, образуют множество кратных многочлена $g(x)$, делящего многочлен $x^n + 1$, над полем $GF(p)$.
- 146 **Дециклический код**
E Extended cyclic code
Код, полученный из циклического кода добавлением одного или нескольких проверочных символов.
- 147 **Древовидный код**
E Tree code
Код, сопоставляющий каждому последовательному отрезку x_i^m длины m последовательности сообщения $x = (x_0^m, x_1^m, \dots)$ блок из n символов кодового алфавита, зависящий в общем случае от x_i^m и всех предыдущих отрезков x_0^m, \dots, x_{i-1}^m .
Примечание. Древовидный код может быть представлен в виде графа без контуров — кодового дерева с a^m ребрами, выходящими из каждого узла (где a — объем алфавита).
- 148 **Скорость древовидного кода**
E Tree-code rate
Величина, представляющая собой отношение числа символов в отрезке сообщения x_i^m к числу сопоставляемых им кодовых символов в блоке n , умноженное на логарифм числа символов в алфавите источника; она равна $\frac{m}{n} \log a$.
- 149 **Рекуррентный код**
E Recurrent code
Древовидный код, сопоставляющий каждому последовательному отрезку x_i^m длины m последовательности сообщения $x = (x_0^m, x_1^m, \dots)$ блок из n символов кодового алфавита, не зависящий от i , но зависящий от x_i^m и N предыдущих отрезков $x_{i-N}^m, \dots, x_{i-1}^m$.
Примечание. При $N=0$ рекуррентный код сводится к равномерному коду.
- 150 **Кодовое ограничение рекуррентного кода**
E Recurrent-code constraint length
Величина, представляющая собой умноженное на n число подряд идущих символов сообщения, однозначно определяющих любой j -й последовательный блок длины n символов кодового алфавита, по величине равна nN .

- 151 **Сверточный код**
E Convolutional code
 Рекуррентный код, слова которого формируются с помощью операции свертки дискретного сообщения с некоторой заданной последовательностью символов кодового алфавита.
 Примечание. Заданная последовательность символов кодового алфавита называется «порождающей последовательностью».
- 152 **Кодовое ограничение сверточного кода**
E Convolutional-code constraint length
 Число символов в порождающей последовательности.

5. ДЕКОДИРОВАНИЕ

- 153 **Декодирование**
E Decoding
 Восстановление дискретного сообщения по выходному сигналу дискретного канала, осуществляемое с учетом правила кодирования.
- 154 **Декодер**
E Decoder
 Устройство, осуществляющее декодирование.
- 155 **Исправление ошибок**
E Error correction
 Декодирование, в результате которого некоторые или все ошибочные символы сигнала заменяются на правильные.
- 156 **Обнаружение ошибок**
E Error detection
 Операция над выходным сигналом, результатом которой является решение о том, содержит ли он ошибки.
- 157 **Локализация ошибок**
E Error location
 Операция над выходным сигналом, в результате которой выносится решение о том, какие из его символов могут быть ошибочными.
- 158 **Локаатор ошибок**
E Error locator
 Функция, сопоставляющая каждому выходному сигналу позиции его ошибочных символов.
- 159 **Ошибка декодирования**
E Decoding error
 Событие, состоящее в том, что выходное сообщение, представляющее собой результат декодирования, не совпадает с входным сообщением, в действительности переданным по каналу.
- 160 **Стирание при декодировании**
E Decoding erasure
 Событие, состоящее в отказе от воспроизведения символа входного сообщения при декодировании.
- 161 **Адаптивное декодирование**
E Adaptive decoding
 Декодирование, при котором правило отображения может меняться в зависимости от состояния канала.
- 162 **Аналоговое декодирование**
E Analogue decoding
 Декодирование, использующее непрерывное преобразование при отображении выходных сигналов в выходные сообщения.
- 163 **Пороговое декодирование**
E Threshold decoding
 Декодирование, при котором значение числовой функции, заданной на множестве выходных сигналов и сообщений, сравнивается с некоторым числом (называемым порогом), результатом чего является одно из сообщений, для которого значение функции выше этого порога.
- 164 **Алгебраическое декодирование**
E Algebraic decoding
 Декодирование, применяемое для кодов, имеющих алгебраическую структуру и явно использующее эту структуру.
 Примечание. Часто алгебраическое декодирование состоит в решении системы уравнений и некоторого направленного перебора.
- 165 **Последовательное декодирование**
E Sequential decoding
 Декодирование древовидного кода, при котором исходящие из последовательно смещаемого начала кодового дерева пути просматриваются до тех пор, пока либо расстояние между декодируемой последовательностью и путем «на дереве» не превысит заданного порога, либо длина просмотренного пути не до-

- стигнет кодового ограничения, причем результатом является начальное ребро последнего просмотренного пути.
- 166 **Синдромное декодирование**
E Syndrome decoding
- 167 **Мажоритарное декодирование**
E Majority logic decoding
- 168 **Декодирование списком**
E List decoding
- 169 **Декодирование по максимуму правдоподобия**
E Maximum-likelihood decoding
- 170 **Декодирование по минимуму расстояния**
E Minimum-distance decoding
- Декодирование линейного кода, которое использует соответствие синдромов и сочетаний ошибок.
- Декодирование линейного кода, при котором принимаемый информационный символ отождествляется с тем символом, для которого выполняется большинство из независимых проверочных соотношений.
- Декодирование, при котором сигнал на выходе канала отображается в $S \leq L$ сообщений на выходе, где L — длина списка.
- Декодирование, при котором слово на выходе канала \bar{y} декодируется как сообщение m' , для которого $P(\bar{y} | \bar{x}_{m'}) \geq P(\bar{y} | \bar{x}_m)$
- при всех $m \neq m'$, где \bar{x}_m — кодовое слово, соответствующее сообщению m .
- Примечание. Аналогично определяется «прием по максимуму правдоподобия».
- Декодирование, при котором слово на выходе канала \bar{y} декодируется как сообщение m' , для которого $d(\bar{y}, \bar{x}_{m'}) \leq d(\bar{y}, \bar{x}_m)$
- при всех $m \neq m'$, где \bar{x}_m — кодовое слово, соответствующее сообщению m , а $d(y, x_m)$ — функция, задающая расстояние между словами y и x_m .
- ## 6. МОДУЛЯЦИЯ И ПРИЕМ
- 171 **Модуляция**
E Modulation
- 172 **Модулятор**
E Modulator
- 173 **Демодуляция**
Детектирование
E Demodulation
- 174 **Демодулятор**
Детектор
E Demodulator
- 175 **Модем**
E Modem
- 176 **Дискретная модуляция**
E Discrete modulation
- 177 **Аналого-цифровая модуляция**
Нрк Цифровая модуляция
E Analog-to-digit modulation
- Преобразование сигнала в другой сигнал путем изменения параметров сигнала-переносчика в соответствии с преобразуемым сигналом.
- Примечания. 1. В качестве сигнала-переносчика используются: гармоническое колебание, периодическая последовательность импульсов, псевдослучайная последовательность, шумовой процесс и т. д. 2. Модуляция применяется обычно для согласования сигнала с каналом. 3. Преобразуемый сигнал называется модулирующим; сигнал, полученный в результате преобразования, — модулированным, а сигнал-переносчик — модулируемым.
- Устройство, осуществляющее модуляцию.
- Преобразование модулированного сигнала (обычно прошедшего канал и искаженного помехами) в модулирующий сигнал.
- Устройство, осуществляющее демодуляцию.
- Совокупность модулятора и демодулятора.
- Модуляция, при которой сигнал на выходе модулятора является дискретным.
- Дискретная модуляция, при которой сигнал на входе модулятора является непрерывным.

- 178 **Цифровая модуляция**
Манипуляция
E Digit-to-digit modulation
- 179 **Непрерывная модуляция**
E Continuons modulation
- 180 **Цифро-аналоговая модуляция**
E Digit-to-analog modulation
- 181 **Аналоговая модуляция**
E Analog-to-analog modulation
- 182 **Амплитудная модуляция**
Нрк Амплитудная манипуляция
E Amplitude modulation
- 183 **Частотная модуляция**
E Frequency modulation
- 184 **Фазовая модуляция**
E Phase modulation
- 185 **Шумовая модуляция**
E Noise-carrier modulation
- 186 **Гармоническая модуляция**
E Harmonic carrier modulation
- 187 **Двухполосная модуляция**
E Double-sided modulation
- 188 **Однополосная модуляция**
E Single-sided modulation
- 189 **Импульсная модуляция**
E Pulse modulation
- 190 **Импульсно-кодовая модуляция**
E Pulse-code modulation
- 191 **Разностная импульсная модуляция**
Дифференциальная
- Дискретная модуляция, при которой сигнал на входе модулятора является дискретным.
- Модуляция, при которой сигнал на выходе модулятора является непрерывным.
- Непрерывная модуляция, при которой сигнал на входе модулятора является дискретным.
- Непрерывная модуляция, при которой сигнал на входе модулятора является непрерывным.
- Модуляция, при которой амплитуда модулируемого сигнала изменяется в соответствии с модулирующим сигналом.
- Модуляция, при которой частота модулируемого сигнала изменяется в соответствии с модулирующим сигналом.
- Модуляция, при которой фаза модулируемого сигнала изменяется в соответствии с модулирующим сигналом.
- Модуляция, при которой сигналом-переносчиком является шумовое колебание.
- Модуляция, при которой сигналом-переносчиком является гармоническое колебание.
- Примечания. 1. Переносчик в этом случае называется «несущей». 2. В радиотехнике гармоническая модуляция определяется иначе, а именно как модуляция, при которой модулирующий сигнал является гармоническим.
- Гармоническая модуляция, при которой энергия модулированного сигнала сосредоточена по обе стороны от частоты несущей.
- Гармоническая модуляция, при которой энергия модулированного сигнала сосредоточена по одну сторону от частот несущей.
- Модуляция, при которой сигналом-переносчиком является периодическая последовательность импульсов.
- Аналого-цифровая модуляция, при которой модулированный сигнал является двоичной записью стробированных значений сигнала.
- Аналого-цифровая модуляция, при которой модулированный сигнал является квантованной разностью значений стробированного модулирующего сигнала

- импульсно-кодовая комбинация
E Differential pulse-code modulation
- 192 **Дельта-модуляция**
E Delta-modulation
- 193 **Угловая модуляция**
E Angle modulation
- 194 **Относительная модуляция**
E Differential modulation
- 195 **Прямая модуляция**
Модуляция без памяти
E Memoryless modulation
- 196 **Модуляция с памятью**
E Modulation with memory
- 197 **Скорость модуляции**
E Band rate
- 198 **Верхняя боковая полоса**
E Upper sideband
- 199 **Прием**
Решение
E Reception; decision
- 200 **Правило приема**
E Decision rule
- 201 **Решающее устройство**
E Reciver
- 202 **Решающая схема**
E Decision regions
- 203 **Критерий приема**
E Performance
- 204 **Оптимальный прием**
E Optimum reception
- 205 **Синхронный прием**
E Synchronous reception
- 206 **Когерентный прием**
E Coherent reception
- 207 **Когерентное правило решения**
E Coherent decision rule
- 208 **Некогерентный прием**
E Incoherent reception
- в текущий и в предыдущий моменты времени.
Примечание. Вместо значения сигнала в предыдущий момент времени может использоваться его оценка.
- Разностная импульсная модуляция, при которой разность квантуется на два уровня.
- Модуляция, при которой модулирующий сигнал изменяет параметр $\Phi(t)$ модулируемого сигнала $\text{Аcos}\Phi(t)$.
- Примечание. Частотная и фазовая модуляция являются частными случаями угловой модуляции.
- Цифровая модуляция, при которой модулирующий сигнал является разностью двух последовательных элементов.
- Модуляция, при которой значение модулированного сигнала в любой момент времени полностью определяется значением модулирующего сигнала в тот же момент времени.
- Примечание. Прямая модуляция обычно является аналоговой модуляцией.
- Модуляция, при которой значение модулированного сигнала определяется значениями модулирующего сигнала не только в данный, но и в предшествующие моменты времени.
- Число символов на выходе модулятора за единицу времени при дискретной модуляции.
- Часть спектра модулированного сигнала, лежащая выше частоты несущей.
- Примечание. Аналогично определяется «нижняя боковая полоса».
- Выбор одного из возможных выходных сообщений по выходному сигналу.
- Алгоритм выбора выходного сообщения при приеме.
- Устройство, реализующее правило приема.
- Разбиение пространства выходных сигналов на непересекающиеся области, каждая из которых соответствует не более чем одному из возможных выходных сообщений.
- Признак, по которому сравниваются различные правила приема.
- Прием, наилучший по заданному критерию приема.
- Прием, использующий знание расположения на временной оси входного сигнала или его элементов.
- Синхронный прием при гармонической модуляции.
- Алгоритм выбора выходного сообщения при когерентном приеме.
- Прием в случае гармонической модуляции, при котором неизвестна или не используется фаза несущей.

- 209 **Некогерентное правило решения**
E Incoherent decision rule
 Алгоритм выбора выходного сообщения при некогерентном приеме.
- 210 **Квазикогерентный прием**
E Quasi-coherent reception
 Прием с когерентным правилом решения, когда неизвестное значение начальной фазы заменяется ее оценкой.
- 211 **Разнесенный прием**
E Diversity reception
 Прием, при котором выбор выходного сообщения производится по нескольким выходным сигналам при одном и том же входном сигнале.
- 212 **Прием по максимуму апостериорной вероятности**
E Maximum-a posteriori-probability reception
 Прием, при котором из множества выходных сигналов выбирается тот, который имеет наибольшую апостериорную вероятность при данном входном сигнале.
 П р и м е ч а н и е. Прием по максимуму апостериорной вероятности обеспечивает минимум средней вероятности ошибок.
- 213 **Прием по минимаксному критерию**
E Minmax reception
 Прием, обеспечивающий минимальное значение максимуму вероятности ошибки, взятого по всем допустимым априорным распределениям входных сигналов.
- 214 **Функция потерь**
 Функция риска
E Cost function
 Функция, определенная на множестве пар (x, y) , где x — сообщение на входе, y — сообщение на выходе, значение которой задает потери при приеме y вместо x .
 П р и м е ч а н и е. Математическое ожидание функции потерь называется «средним риском».
- 215 **Прием по минимуму среднего риска**
E Minimum-average-risk reception
 Прием, при котором из множества входных сигналов выбирается тот, который минимизирует средний риск.
- 216 **Фильтрация**
E Filtration
 Преобразование выходного сигнала с целью уменьшения влияния помех.
- 217 **Линейная фильтрация**
E Linear filtration
 Фильтрация с линейным преобразованием выходного сигнала $S(t)$, которая представляется в виде
- $$\int_{-\infty}^{\infty} h(t, \tau) s(\tau) d\tau.$$
- П р и м е ч а н и е. $h(t, \tau)$ называется «импульсной характеристикой фильтра».
- 218 **Фильтр**
E Filter
 Устройство, осуществляющее фильтрацию.
 П р и м е ч а н и е. Устройство, осуществляющее линейную фильтрацию, называется «линейным фильтром».
- 219 **Согласованный фильтр**
E Matched filter
 Линейный фильтр для сигнала $S(t)$, импульсная характеристика которого

$$h(t) = S(t_0 - t),$$
 где t_0 — заданный момент времени.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ РУССКИХ ТЕРМИНОВ

Основные рекомендуемые термины даны полужирным шрифтом; параллельные, nereкомендуемые, и термины, приведенные в примечаниях, — светлым шрифтом.

Числа обозначают номера терминов.

Номера nereкомендуемых терминов заключены в скобки.

Номера терминов, приведенных в примечаниях, отмечены звездочкой.

Термины, имеющие в своем составе несколько слов, расположены по алфавиту своих главных слов (имен существительных в именительном падеже). В этом случае запятая, стоящая после какого-либо слова в термине, указывает на то, что при применении данного термина (в соответствии с написанием, принятым в данном сборнике) слова, стоящие после запятой, должны предшествовать словам, находящимся до запятой. Например, термин «единица информации, двоичная» следует читать «двоичная единица информации» (29); «связь, идеальная обратная» следует читать «идеальная обратная связь» (62). Подобный случай расположения термина по главному слову с включением запятой, которая позволяет перенести первые неглавные слова в конец термина, следует отличать от терминов, постоянно имеющих в своем составе запятую, например, «количество информации, передаваемой в единицу времени» (51) (в данном указателе у подобных терминов главные слова являются одновременно и первыми, и постановки слов не производилось).

А		Декодирование, последовательное	
Адресат	37	Декодирование синдромное	165
Алфавит	92	Декодирование списком	168
Алфавит, кодовый	114	Дельта-модуляция	192
Ансамбль сигналов	40	Демодулятор	174
Ансамбль сообщений	31	Демодуляция	173
Б		Детектирование	173
Бит	29	Детектор	174
Блок	95	Дефект	85
Буква	99	Длина блока	97
В		Длина равномерного кода	126
Вектор ошибок	74	Е	
Вес слова	100	Единица информации, двоичная	29
Вставка символов	81	Емкость дискретного сигнала, информационная	41
Выпадение символа	80	Емкость дискретного сообщения, информационная	34
Д		З	
Декодер	154	Замирение	68
Декодирование	153	Замирение, релеевское	69
Декодирование, адаптивное	161	Знак	99
Декодирование, алгебраическое	164	И	
Декодирование, аналоговое	162	Избыточность дискретного сигнала	43
Декодирование, мажоритарное	167	Избыточность дискретного сообщения	36
Декодирование по максимуму правдоподобия	169	Интервал защитный	91
Декодирование по минимуму расстояния	170		
Декодирование пороговое	163		

Информативность дискретного сигнала	42
Информативность дискретного сообщения	35
Информация	1
Исправление ошибок	155
Источник сообщений	32

К

Канал	38
Канал, гауссовский	53
Канал, дискретный	38*
Канал, непрерывный	38*
Канал, обратный	58
Канал, прямой	57
Канал, симметричный	54
Код	110
Код, блочный	123
Код, групповой	132
Код, двоичный	121
Код, дециклический	146
Код, древовидный	147
Кодер	106
Кодирование	105
Кодирование, блочное	109
Код, итеративный	138
Код, корректирующий	112
Код, квазициклический	144
Код, линейный	133
Код, максимальной длины, циклический	143
Код, негациклический	145
Код, неравномерный	131
Код, перфорированный	139
Код, равномерный	125
Код, рекуррентный	149
Код, сверточный	151
Код, синхронизирующий	113
Код с постоянным весом	122
Код, статистический	111
Код с фиксированной композицией	130
Код, укороченный линейный	137
Код, циклический	140
Количество взаимной информации в случайных величинах	21
Количество взаимной информации в случайных последовательностях	22
Количество взаимной информации в отрезках случайных процессов	23
Количество информации	8
Количество информации, алгоритмическое	28
Количество информации, комбинаторное	27
Количество информации об отрезке случайного процесса, содержащегося в отрезке другого случайного процесса	23*

Количество информации о случайной величине, содержащейся в другой случайной величине	21*
Количество информации о случайной последовательности, содержащейся в другой случайной последовательности	22*
Количество информации, передаваемой в единицу времени	51
Количество информации по Кульбаку	25
Количество информации по Фишеру	26
Комбинация, дифференциальная импульсно-кодовая	191
Комбинация, кодовая	108
Композиция слова	101
Конфигурация ошибок	74
Кратность ошибки	75
Критерий верности передачи	88
Критерий приема	203

Л

Локализация ошибок	157
Локалатор ошибок	158

М

Манипуляция	178
Манипуляция, амплитудная	(182)
Матрица линейного кода, порождающая	134
Матрица линейного кода, проверочная	135
Многочлен циклического кода, порождающий	141
Многочлен циклического кода, проверочный	142
Модем	175
Модулятор	172
Модуляция	171
Модуляция, амплитудная	182
Модуляция, аналоговая	181
Модуляция, аналого-цифровая	177
Модуляция без памяти	195
Модуляция, гармоническая	186
Модуляция, двухполосная	187
Модуляция, дискретная	176
Модуляция, импульсная	189
Модуляция, импульсно-кодовая	190
Модуляция, непрерывная	179
Модуляция, однополосная	188
Модуляция, относительная	194
Модуляция, прямая	195
Модуляция, разностная импульсная	191
Модуляция с памятью	196
Модуляция, угловая	193
Модуляция, фазовая	184
Модуляция, цифро-аналоговая	180
Модуляция, цифровая	177

Модуляция, цифровая	178
Модуляция, частотная	183
Модуляция, шумовая	185

Н

Несущая	186*
-------------------	------

О

Обнаружение ошибок	156
Объем алфавита	94
Объем блочного кода	124
Ограничение рекуррентного кода, кодовое	150
Ограничение сверточного кода, кодовое	152
Основание канала	38*
Основание кода	115
Основание последовательности	94
Отношение «сигнал-помеха»	90
Ошибка	72
Ошибка декодирования	159
Ошибка синхронизации	79

П

Пакет ошибок	76
Передатчик	44
Переспрос	60
Позиция	96
Позиция, дефектная	83
Позиция, информационная	116
Позиция, проверочная	118
Показатель экспоненты вероятности ошибки	89
Полоса, верхняя боковая	198
Полоса, нижняя боковая	198*
Получатель сообщений	37
Помеха	64
Помеха, аддитивная	66
Помеха мультипликативная	67
Помехоустойчивость	86
Помехоустойчивость потенциальная	87
Последовательность, информационная	103
Последовательность, кодовая	107
Последовательность, порождающая	151*
Последовательность шумовая	77
Поток ошибок	73
Правило приема	200
Правило решения, когерентное	207
Правило решения, некогерентное	209
Прием	199
Прием, квазикогерентный	210
Прием, когерентный	206
Прием, некогерентный	208
Приемник	45
Прием, оптимальный	204
Прием по максимуму апостериорной вероятности	212
Прием по минимаксному критерию	213

Прием по минимуму среднего риска	215
Прием, разнесенный	211
Прием, синхронный	205
Производительность источника	33
Пространство, вероятностное	31*

Р

Размножение символов	81
Разряд	96
Расстояние, кодовое	128
Расстояние Хэмминга	102
Решение	199
Риск, средний	214*

С

Связь, идеальная обратная	62
Связь, информационная обратная	61
Связь, обратная	59
Связь, полная обратная	63
Связь, решающая обратная	(60)
Связь, управляющая обратная	60
Сигнал	39
Сигнал, входной	49
Сигнал, выходной	50
Сигнал, дискретный	39*
Сигнал, непрерывный	39*
Символ	93
Символ, дефектный	84
Символ, информационный	117
Символ, проверочный	119
Синдром	136
Система двусторонней связи	56
Система односторонней связи	55
Система передачи информации	46
Система связи	46
Скорость древовидного кода	148
Скорость модуляции	197
Скорость передачи информации	51
Скорость равномерного кода	127
Скорость создания информации	33
Слово	98
Слово, информационное	104
Слово, кодовое	108
Слово, шумовое	78
Сообщение	30
Сообщение, входное	47
Сообщение, выходное	48
Сообщение, дискретное	30*
Сообщение, непрерывное	30*
Соотношение, проверочное	120
Сочетание ошибок	74
Спектр кода	129
Способность канала, пропускная	52
Способность системы связи, пропускная	52*
Сравнение	61
Стирание	82
Стирание при декодировании	160
Схема, решающая	202

У			Энтропия случайной величины	10
Устройство, решающее	201		Энтропия случайной величины, дифференциальная	16
Ф			Энтропия случайной величины, условная	13
Фильтр	218		Энтропия случайной величины, условная дифференциальная	19
Фильтрация	216		Энтропия случайной последовательности	11
Фильтрация, линейная	217		Энтропия случайной последовательности, дифференциальная	17
Фильтр, согласованный	219		Энтропия случайной последовательности, условная	14
Функция надежности кода	89		Энтропия случайной последовательности, условная дифференциальная	20
Функция потерь	214		Энтропия, средняя условная	4
Функция риска	214		Энтропия, средняя условная дифференциальная	7
Х			Энтропия, условная	3
Характеристика фильтра импульсная	217*		Энтропия, условная дифференциальная	6
Ш			Энтропия условного распределения вероятностей	12
Шум	65		Энтропия условного распределения вероятностей, дифференциальная	18
Шум, белый	71		Эпсилон-энтропия	24
Шум, гауссовский	70		Эпсилон-энтропия сообщения в единицу времени	33
Э				
Энтропия	2			
Энтропия, дифференциальная	5			
Энтропия распределения вероятностей	9			
Энтропия распределения вероятностей, дифференциальная	15			

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ АНГЛИЙСКИХ ТЕРМИНОВ

A

Adaptive decoding	161
Additive disturbance	66
Addressee	37
Algebraic decoding	164
Alphabet	92
Alphabet size	94
Amplitude modulation	182
Analog-to-analog modulation	181
Analog-to-digit modulation	177
Analogue decoding	162
Angle modulation	193
Average conditional differential entropy	7
Average conditional entropy	4

B

Band rate	197
Binary code	121
Bit	29
Block	95
Block code	123
Block code size	124
Block coding	109
Block length	97

C

Channel	38
Channel capacity	52
Character	99
Check position	118
Check symbol	119
Code	110
Code alphabet	114
Code alphabet size	115
Code base	115
Code length	126
Code minimum distance	128
Coder	106
Code rate	127
Code sequence	107
Code weight distribution	129
Code weight spectrum	129
Codeword	108
Coding	105
Cogent reception	206
Communication system	46
Conditional differential entropy	6
Conditional differential random-sequence entropy	20
Conditional differential random-variable entropy	19

Conditional entropy	3
Conditional random-sequence entropy	14
Conditional-probability-distribution entropy	12
Conditional random-variable entropy	13
Continuons modulation	179
Convolutional code	151
Convolutional code constraint length	152
Cost function	214
Cyclic code	140
Cyclic-code generator polynomial	141
Cyclic-code faritycheck polynomial	142
Coherent decision rule	207

D

Decision	199
Decision feedback	60
Decision regions	202
Decision rule	200
Decoder	154
Decoding	153
Decoding erasure	160
Defect	85
Defect position	83
Defect symbol	84
Delta-modulation	192
Demodulation	173
Demodulator	174
Differential conditional-probability distribution entropy	18
Differential entropy	5
Differential modulation	194
Differential probability-distribution entropy	15
Differential pulse-code modulation	191
Differential random-sequence entropy	17
Differential random-variable entropy	16
Digit-to-analog modulation	180
Digit-to-digit modulation	178
Discrete modulation	176
Disturbance	64
Diversity reception	211
Double-sided modulation	187

E

Entropy	2
ε-entropy	24

Epsilon-entropy	24
Erasure	82
Error	72
Error burst	76
Error-correcting code	112
Error correction	155
Error decoding	159
Error detection	156
Error exponent	89
Error flove	73
Error-flove word	74
Error location	157
Error locator	158
Error weighth	75
Extended cyclic code	146

F

Fading	68
Feedback	59
Feedback channel	58
Fidelity	88
Filter	218
Filtration	216
Fisher information	26
Fixed-composition	130
Fixed-length code	125
Fixed-weight code	122
Forward channel	57
Frequency modulation	183
Full feedback	63

G

Gaussian channel	53
Gaussian noise	70
Group code	132
Guard space	91

H

Hamming distance	102
Harmonic carrier modulation	186

I

Ideal feedback	62
Incogherent decision rule	209
Incogherent reception	208
Information	1,8
Information feedback	61
Information position	116
Information quantity	8
Information rate	51
Information sequence	103
Information symbol	117
Information word	104
Input message	47
Input signal	49
Iterated code	138

K

Kulback information	25
-------------------------------	----

L

Linear code	133
Linear-code generator matrix	134
Linear-code parity-check matrix	135
Linear filtration	217
List decoding	168

M

Majority decoding	167
Matched filter	219
Maximum-length-cyclic code	143
Maximum-likelihood decoding	169
Maximum-a posteriori-probability reception	212
Memoryless modulation	195
Message	30
Message ensemble	31
Message redundancy	36
Message source	32
Minimum-average-risk reception	215
Minimum-distance decoding	170
Minmax reception	213
Modem	175
Modulation	171
Modulation with memory	196
Modulator	172
Multiplicative disturbance	67
Mutual information between two random-process segments	23
Mutual information between two random sequences	22
Mutual information between two random variables	21

N

Negacyclic code	145
Noise	65
Noise-carrier modulation	185
Noise immunity	86
Noise sequence	77
Noise word	78

O

One-way communication system	55
Optimum noise immunity	87
Optimum reception	204
Output message	48
Output signal	50
Parity check	120
Performance	203
Phase modulation	184
Position	96
Probability-distribution entropy	9
Pulse-code modulation	190
Pulse modulation	189
Punctured code	139

Q

Quasi-cogherent reception	210
Quasi-cyclic code	144

R		Synchronization error	79
Random-sequence entropy	11	Synchronous reception	205
Random-variable entropy	10	Syndromes	136
Rate-distortion function	33	Syndromes decoding	166
Rayleigh fading	69	Symmetric channel	54
Receiver	45		
Reception	199	T	
Receiver	201	Threshold decoding	163
Recurrent code	149	Transmitter	44
Recurrent code constraint length	150	Tree code	147
Reliability	89	Tree-code rate	148
		Two-way communication	56
S			
Sequential decoding	165	U	
Self-synchronizing code	113	Upper sideband	198
Shortened linear code	137		
Signal	39	V	
Signal ensemble	40	Variable-length code	131
Signal redundancy	43		
Signal-to-noise ratio	90	W	
Single-sided modulation	188	White noise	71
Source code	111	Word	98
Symbol	93	Word composition	101
Symbol deletion	80	Word weight	100
Symbol insertion	81		

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Терминология	7
1. Информация и ее меры	7
2. Сообщение, сигнал, канал	12
3. Помехи и помехоустойчивость	14
4. Коды	16
5. Декодирование	20
6. Модуляция и прием	21
Алфавитный указатель русских терминов	25
Алфавитный указатель английских терминов	29

Теория передачи информации

Терминология, вып. 101

*Утверждено к печати
Комитетом научно-технической терминологии
Академии наук СССР*

Редактор *М. Б. Липоенко*. Редактор издательства *М. М. Гольперин*.
Технический редактор *Т. В. Калинина*. Корректоры *Р. З. Землянская, И. А. Талалай*

ИБ № 27449

Сдано в набор 16.06.83. Подписано к печати 28.10.83. Формат 60×90¹/₁₆.
Бумага кн.-журнальная. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 2. Уч.-изд. л. 2,3. Усл. кр -отт. 2,1. Тираж 4800 экз.
Тип. зак 508. Цена 25 к.

Издательство «Наука». 117864 ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул, 90
Ордена Трудового Красного Знамени Первая типография издательства «Наука»
199034 Ленинград, 9 линия, 12

25 коп.