

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ АВТОРОВ	9
ВВЕДЕНИЕ	11
ГЛАВА 1. ПРЕДМЕТ МУЗЫКАЛЬНОЙ ИНФОРМАТИКИ	13
<i>Представление о музыкальной информатике как об отдельной области знания. Музыкально-ком- пьютерные технологии и их роль в формировании курса «Музыкальная информатика». Дисциплина «Музыкальная информатика» и новые требования к уровню подготовки современного преподавателя музыкальных дисциплин</i>	
ПРАКТИКУМ К ГЛАВЕ 1	18
ГЛАВА 2. МУЗЫКА, МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА: ГРАНИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ	24
<i>Об анализе гармонии в произведениях музыкально- го искусства и математических методах их описа- ния. Tentamen novae theoriae musicae ex certissimis harmoniae principiis delucide expositae Л. Эйлера. Изобразительно-знаковое представление о музы- ке (“Grammatica Speculativa” Ч.С. Пурса и др.). О формализации различных аспектов музыкально- го творчества, или «Музыкальная математика». “Musiques formelles” Я. Ксенакиса. Программирова- ние музыки, или Музыкальное программирование. Аудиовизуальный синтез</i>	
ПРАКТИКУМ К ГЛАВЕ 2	46

ГЛАВА 3. АРХИТЕКТОНИКА АКУСТИЧЕСКОГО И ЦИФРОВОГО МУЗЫКАЛЬНОГО ЗВУКА	55
<i>Звуковые колебания. Музыкальные звуки (основ- ной тон, гармоника, ноты). Спектр звука. Сила и громкость звука. Стерефония. Модуляция высо- кочастотных колебаний. Теория и практика сохра- нения звука. Цифровая запись, обработка и воспро- изведение звука</i>	
ГЛАВА 4. МУЗЫКАЛЬНЫЕ СИНТЕЗАТОРЫ	73
<i>Из истории развития музыкальных синтезаторов. Электронные музыкальные инструменты. Музы- кальный инструмент как синтезатор музыкально- го звука</i>	
ГЛАВА 5. ТЕХНОЛОГИИ ЗВУКОВОГО СИНТЕЗА.....	87
<i>Основные типы звукового синтеза. Звуковые филь- тры: низкочастотные (low-pass), высокочастот- ные (hi-pass), полосовые (band-pass), режекторные (notch). Эквалайзер. Звуковая карта. Микшерный пульт</i>	
ПРАКТИКУМ К ГЛАВЕ 5	112
ГЛАВА 6. МУЗЫКАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР	121
<i>Компьютер музыкальный: страницы истории. Ком- пьютерное моделирование элементов музыкального творчества. MIDI. Аппаратное обеспечение музы- кального компьютера. Программное обеспечение музыкального компьютера. Настройка музыкаль- ного компьютера. Музыкальный компьютер — но- вый многофункциональный политембральный ин- струмент музыканта. Музыкальный компьютер как инструмент обучения в контексте основных методических принципов начального, среднего, выс- шего, дополнительного профессионального и инклю- зивного музыкального образования. Музыкальный компьютер как инструмент исполнителя</i>	
ПРАКТИКУМ К ГЛАВЕ 6	140

ГЛАВА 7. ЦИФРОВОЙ МУЗЫКАЛЬНЫЙ СИНТЕЗАТОР КАК СОВРЕМЕННЫЙ ПРОГРАММНО- АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ОБУЧЕНИЯ МУЗЫКАЛЬНОЙ ИНФОРМАТИКЕ	149
<i>Современный цифровой музыкальный синтезатор как раздел музыкальной информатики. Цифровой музыкальный синтезатор: процесс управления ин- струментом. Цифровой музыкальный синтезатор как средство музыкального исполнительства</i>	
ПРАКТИКУМ К ГЛАВЕ 7	162
ГЛАВА 8. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МУЗЫКАНТА	171
<i>Аудиоредакторы. Музыкальные конструкторы. Автоаранжировщики. Нотные редакторы. Секвен- соры</i>	
ГЛАВА 9. ONLINE СЕРВИСЫ	181
<i>Нотный редактор online Melodus. Нотный ре- дактор online Noteflight. Аудиоредакторы online. Аудиоредактор online Twisted Wave. Аудио- редактор online Make Your Own Ringtone. Аудио- редактор vocalremover. Аудиоредактор Bear. Online программы для записи звука с микрофо- на. Музыкальная студия (на примере программы Soundation). Веб-приложение 123apps</i>	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	199
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	200

ОТ АВТОРОВ

Несмотря на то, что музыкальная информатика сформировалась как отдельная область знаний в 70-е гг. XX века и существует как образовательная дисциплина в университетах многих стран мира, в нашей стране до сих пор не сложилась упорядоченная система её преподавания, не существует устоявшегося, сформированного представления и определения понятия «*музыкальная информатика*» в образовательном и содержательном аспектах. В качестве приближений к решению этих проблем отметим фундаментальные труды А. В. Харуто («Музыкальная информатика», «Компьютерный анализ звука в музыкальной науке») и ряда других сотрудников Московской государственной консерватории им. П. И. Чайковского, среди которых отметим учебную программу по дисциплине «Музыкальная информатика», составленную композитором А. Н. Ананьевым. Также заметный вклад в процесс становления основ этой дисциплины внесли В. С. Ульянич (Российская академия музыки им. Гнесиных), С. П. Полозов (Саратовская государственная консерватория им. Л. В. Собинова), ранее — Ю. Н. Рагс (Московская консерватория, Государственный музыкально-педагогический институт им. Гнесиных), А. П. Ментюков, А. А. Устинов, С. А. Чельдиев (Новосибирская государственная консерватория им. М. И. Глинки). Существенный вклад в этот процесс содержится также в работах А. А. Королёва «Музыкально-компьютерный словарь» и «Бесплатные компьютерные программы для музыканта» (Санкт-Петербургская государственная консерватория им. Н. А. Римского-Корсакова).

Настоящее учебное пособие имеет целью представить определённый порядок изложения дисциплины «Музыкальная информатика», в наибольшей степени отвечающей современному состоянию и уровню развития цифровых и музыкально-компьютерных (МКТ) выразительных средств в музыкальной и художественной культуре.

Авторы считают своим долгом отдать дань уважения *Александр* *Витальевичу Харуто*, работы которого внесли весомый вклад в раз-

витие дисциплины «Музыкальная информатика» и оказали влияние на ряд положений нашего учебника. Также авторы опираются на работы *Юрия Николаевича Рагса*, идеи, выступления и публикации которого способствовали формированию рассматриваемой тематики в музыкально-образовательном процессе.

Завершая данный раздел, отметим, что та часть исследований в области музыкальной информатики, которая носила изначально, казалось бы, сугубо теоретический характер, сегодня находит применение на практике: Е. О. Зеленина *«Визуализация пространственно-слуховых представлений в процессе музыкального воспитания и образования: технологии графического моделирования»* (2010); Е. Н. Бажукова *«Музыкальный компьютер. Образовательная программа для учреждений дополнительного образования детей»* (2010); И. Б. Горбунова, М. С. Заливадный, Э. В. Кибиткина *«Музыкальное программирование»* (2012); С. В. Чибирёв *«Алгоритмическая модель процесса сочинения музыкальных фрагментов в формате MIDI»*: патент на изобретение (свидетельство о регистрации № 2013611069 от 9.01.2013 г.); И. Б. Горбунова, М. С. Заливадный *«Информационные технологии в музыке. Том 4: Музыка, математика, информатика»* (2013); *«Комплексная модель семантического пространства музыки»* (2016), И. Б. Горбунова, М. С. Заливадный, С. В. Чибирёв *«Музыка, математика, информатика: логико-эстетические и технологические аспекты взаимодействия»* (2017); М. Б. Игнатъев, А. И. Макин *«Лингво-комбинаторное моделирование музыки»* (2019), Г. Г. Белов, И. Б. Горбунова, М. И. Карпец *«Музыкальная звукорежиссура. Т. 1: Основы студийной звукорежиссуры»* (2020), И. Б. Горбунова, К. Б. Давлетова, С. В. Мезенцева *«Музыкальные инструменты цифровой эпохи»* (2021), И. Б. Горбунова, С. В. Мезенцева, И. О. Товпич, Н. А. Яцентковская *«Музыкально-компьютерные технологии в обучении музыкантов информатике в школе цифрового века»* (2022), *«Музыка, математика, информатика: комплексная модель семантического пространства музыки»* (2022), И. Б. Горбунова *«Информационные технологии в музыке. Кн. 1: Архитектоника музыкального звука»* (2022), Н. А. Бергер, И. Б. Горбунова, Н. А. Яцентковская *«Голос и компьютер»* (2023), Г. Г. Белов, И. Б. Горбунова, Лукаш Д. Н., Ясинская О. Л. *«Музыкальная звукорежиссура. Т. 2: Инструментоведение»* (2023), И. Б. Горбунова, А. А. Панкова *«Обучение информатике студентов музыкально-педагогических специальностей»* (2023), И. Б. Горбунова *«Информационные технологии в музыке. Кн. 2: Музыкальные синтезаторы»* (2023) и другие.

ВВЕДЕНИЕ

В середине XX века музыковедением и смежными науками был предложен ряд перспективных идей, содержащих широкие возможности для изучения математических методов исследования в музыковедении и частично опередивших аналогичные идеи в области точных наук. В предлагаемом учебном пособии рассматривается ряд методов исследования закономерностей музыки, а также приводятся разработки, посвящённые применению этих методов в музыкально-педагогической практике.

Авторы пособия уделяют особое внимание музыкально-компьютерным технологиям, получившим развитие на рубеже XX–XXI веков как средство изучения музыки в рамках системы современного музыкального образования на различных его уровнях — профессиональном и дополнительном профессиональном. В книге освещаются также некоторые проблемы, связанные с освоением вероятностно-статистических закономерностей музыки, включая логику и технику музыкальной композиции. Характеризуются комплексные исследования и научно-методические разработки, предпринятые сотрудниками учебно-методической лаборатории «Музыкально-компьютерные технологии» Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена, послужившие основанием для развития музыкальной информатики как области научных знаний и учебной дисциплины и повлиявшие на музыкальную культуру начала XXI века.

Книга состоит из девяти глав, каждая из которых посвящена рассмотрению различных аспектов музыкальной информатики как научной области знаний и учебной дисциплины.

В книге приняты два способа изложения материала, один из которых — традиционно академический, другой рассчитан на широкий круг читателей, не знакомых ранее с предметом; в рамках этой формы

изложения (выделенного более мелким шрифтом) разъясняется ряд положений основных (академических) разделов текста.

В состав учебного пособия входят QR-коды, содержащие как энциклопедические сведения по различным темам, так и записи практических и лекционных занятий, подготовленных авторами учебного пособия, а также ссылки на конкретные музыкально-компьютерные программы, использование которых необходимо при выполнении заданий, разработанных авторами учебника.

ГЛАВА 1

ПРЕДМЕТ МУЗЫКАЛЬНОЙ ИНФОРМАТИКИ

Музыкальная информатика и — соответственно — представление о музыкальной информатике как об отдельной области знания сформировались к концу 70-х гг. XX века. Уже в это время термин «Музыкальная информатика» встречается в работах видных специалистов в области электронной и компьютерной музыки: Ж.-К. Риссе (Франция), Дж. Чаунинга (США), Г.М. Кёнига (Нидерланды), Р. Ружички (Чехословакия), Я. Ксенакиса (Франция) и др. Открываются центры исследования звука с применением компьютерных технологий в США: Массачусетский технологический институт; Центр компьютерных исследований в области музыки и акустики Стенфордского университета; Центр музыкального эксперимента Калифорнийского университета в Сан-Диего; Международный институт электроакустической музыки (Бурж, Франция); Центр новой музыки и аудиотехнологий в Беркли (Калифорния, США); Датский институт электроакустической музыки; Термен-центр электроакустической музыки и мультимедиа (Москва, Россия) и др. В институте IRCAM (ИРКАМ — Институт исследования и координации акустики и музыки, Париж, Франция) в 80-х гг. разработана и введена в образовательный процесс дисциплина «Музыкальная информатика». В дальнейшем музыкальная информатика становится одной из программных дисциплин, преподаваемых в учебных заведениях многих стран мира.

В России преподавание дисциплины «Музыкальная информатика» начинает постепенно внедряться в образовательный процесс в конце XX века. Так, к середине 1990-х гг. музыкальная информатика преподавалась в ряде музыкальных учебных заведений страны, в том числе в Московской государственной консерватории им. П. И. Чайковского

(музыковед Ю. Н. Рагс, специалист в области музыкально-информационных технологий А. В. Харуто), Новосибирской государственной консерватории им. М. И. Глинки (А. П. Ментюков, Г. В. Михайленко), Санкт-Петербургской государственной консерватории им. Н. А. Римского-Корсакова (музыковед М. С. Заливадный, математик-программист В. Р. Петряевский), Российской академии музыки имени Гнесиных (композитор и музыковед, математик-программист В. С. Ульянич).

В период конца 1990-х — начала 2000-х гг. дисциплина «Музыкальная информатика» ведётся спорадически, её содержание определяется конкретными техническими условиями и возможностями для её преподавания в каждом отдельно взятом учебном заведении (наличием класса, оборудованного специализированными музыкальными компьютерами и оснащённого профессиональным программным обеспечением), а также уровнем знаний преподавателей.

Музыкально-компьютерные технологии и их роль в формировании курса «Музыкальная информатика»

В начале 2000-х гг. в связи со становлением и развитием музыкально-компьютерных технологий (МКТ) дисциплина «Музыкальная информатика» получает новый импульс к развитию. В 2002 году в Российском государственном педагогическом университете им. А. И. Герцена создаётся первая в Российской Федерации учебно-методическая лаборатория «Музыкально-компьютерные технологии», объединяющая музыкантов различных специальностей, математиков и программистов, что обеспечило необходимые предпосылки и сформировало деятельную основу для построения грамотного, взвешенного, отвечающего современным образовательным потребностям предметного содержательного наполнения дисциплины «Музыкальная информатика», её стандартизации и включения этой дисциплины в современные образовательные стандарты высших музыкальных и педагогических учреждений страны. Так, на базе лаборатории проведены диссертационные исследования и защищены кандидатские диссертации по специальности «Теория и методика обучения и воспитания» (информатика, уровни общего и профессионального образования), в которых рассматриваются вопросы преподавания дисциплины «Музыкальная информатика» (и её содержательных компонентов) на различных уровнях образования:

- *начальное профессиональное образование* (детские музыкальные школы, детские школы искусств — диссертационные исследования: «Операционность знаний по информатике учащихся старших классов школ музыкального профиля на базе музыкально-компьютерных технологий» (А. В. Горельченко, 2007), «Методика обучения информатике учащихся музыкальных школ с использованием звукового программно-аппаратного комплекса» (М. Ю. Чёрная, 2012), «Методика обучения информатике с использованием музыкально-компьютерных технологий на пропедевтическом этапе общего образования» (К. Ю. Плотников, 2015);
- *среднее профессиональное образование*: «Формирование информационной компетентности будущих музыкантов в процессе обучения информатике» (Е. А. Ложакова, 2012);
- *высшее профессиональное образование*: «Методика обучением основам музыкального программирования» (Э. В. Кибиткина, 2011), «Обучение информатике в процессе подготовки учителей музыки общеобразовательных школ в условиях педагогического вуза» (А. А. Панкова, 2016).

Дисциплина «Музыкальная информатика» и новые требования к уровню подготовки современного преподавателя музыкальных дисциплин

В музыкальных учебных учреждениях начального звена дисциплина «Музыкальная информатика» входит в дополнительные предпрофессиональные общеобразовательные программы в области музыкального искусства; в педагогических колледжах, колледжах искусств, музыкальных и музыкально-педагогических училищах учебная программа по дисциплине «Музыкальная информатика» входит в основной раздел профессиональной образовательной программы; в высших учебных заведениях дисциплина «Музыкальная информатика» вводится в профессиональный цикл общепрофессиональных дисциплин рабочего плана. Согласование методического содержания по данной дисциплине до настоящего времени практически отсутствует, в результате чего знания по данному предмету спонтанны, не систематизированы.

Появление цифрового инструментария в музыкальном образовании предъявляет новые требования к уровню подготовки современного преподавателя музыкальных дисциплин, создаёт необходимость

развития новых для него возможностей оперативно и качественно работать с музыкальной информацией, анализировать, обрабатывать и передавать полученные результаты, используя информационные технологии. Определился круг проблем в отношении состояния знаний в области музыкальной информатики, а именно необходимость преодоления формализма этих знаний среди преподавателей музыкальных дисциплин, затрудняющего внедрение и использование цифровых средств и ресурсов в системе современного музыкального образования.

Современным специалистам в области музыки необходимы знания из области информатики, математики и физики, в том числе:

- *теория звука, основы акустики и психоакустики* (включая элементы математических знаний, поскольку на них основываются программы, моделирующие акустику — без понимания этих элементов невозможна корректная настройка и применение таких программ в этом процессе);
- *основные понятия информатики, которые включают типы аппаратных средств* (специализированное музыкально-цифровое оборудование), типы и логику устройства и интерфейса, программного обеспечения;
- *основы программирования, которые могут быть содержательно представлены в профессиональном аспекте — посредством музыкальных языков программирования*, на использовании которых основывается, например, работа секвенсеров, оперирующих музыкальными событиями; основы звукотембрального программирования, музыкальное программирование¹ и др.;
- *основы математического и компьютерного моделирования* (в объеме, необходимом для понимания методов звукового синтеза и реализации его компьютерными музыкальными средствами);
- *основные понятия обработки сигналов* (для понимания различных методов синтеза и анализа звука).

Что сегодня составляет содержание понятия «музыкальная информатика»? Как было отмечено ранее, музыкальная информатика и представление о музыкальной информатике как об отдельной области знания сформировались к концу 70-х гг. XX века. Однако до сих пор не существует единства в определениях этого понятия. С этой целью обратимся к истокам понятия «информатика» и его дальней-

¹ Подробно рассмотрено в книге: Горбунова И. Б., Заливадный М. С., Кибиткина Э. В. Музыкальное программирование: учебное пособие. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2012.

шей эволюции. Как известно, термин «информатика» ввел немецкий специалист в области кибернетики К. Штейнбух в 1957 году в работе «Информатика. Автоматическая обработка информации». Во французском языке этот термин появился в 1962 году и был признан Французской Академией наук в качестве «нового слова» в 1966 году; одновременно в СССР специалист в области электроники А. А. Харкевич предложил для обозначения науки, обобщающей закономерности информационных сведений, термины «информология» и «информатика». Работа Харкевича «Основа научной информации» появилась в 1965 году, впоследствии она была переиздана под названием «Основы информатики» (1968 год).

Термины «информатика» и «музыкальная информатика» тесно связаны с понятием «информация». Поэтому в данной главе мы считаем необходимым уделить понятию «информация» особое внимание.

Советский учёный, академик А. П. Ершов, был одним из первых в России программистов, имеющих профессиональное образование в рассматриваемой области знаний. Им сформулировано следующее определение информатики: «*Информатика* — это название фундаментальной естественной науки, изучающей процессы передачи и обработки информации».

В англоязычных странах вошел в употребление термин «computer science» — для обозначения науки о преобразовании информации, которая базируется на использовании вычислительной техники.

Информатика и компьютерная техника в современных условиях неразделимы. *Сегодня* под термином «музыкальная информатика» подразумевается раздел информатики, изучающий особенности обработки музыкальной информации, включая технические и программные средства, с использованием которых производится такая обработка.

ПРАКТИКУМ

ПРЕДМЕТ МУЗЫКАЛЬНОЙ ИНФОРМАТИКИ



QR-код 1. Видео-лекция «Введение в предмет музыкальной информатики»

Как ясно из названия, информатика — это наука об информации.

Очевидно, что сначала надо понять, что такое информация.

Существует множество определений, например, информация — это *данные*, данные нам в ощущениях, и т. д. Как мы видим, здесь просто заменяется понятие информации на другое, которому тоже не дано определение (см. рис. 1).

Интуитивно мы понимаем, что такое информация, но нам нужно точное определение, которым можно оперировать, например, измерять её количество. Таким определением является математическое определение.

Информация — это снятие неопределённости на известном множестве значений (см. рис. 2).



Рис. 1. Неизвестная информация



Рис. 2. Неопределённость и множество значений

Предположим, что у нас есть некоторая замкнутая система, которая может находиться в нескольких состояниях, но мы не знаем, в каком состоянии она сейчас находится. После получения информации мы знаем о состоянии системы больше, чем знали до. Это и есть информация — то, что отличает неизмеренную систему от измеренной. Итак, **информация** — это снятие неопределённости (т. е. сокращение числа вариантов реальности) на заранее заданном множестве значений.

Система — это всё, что угодно, например, коробка с цветными карандашами. Замкнутая — это значит, что ничто не может менять её состояние пока мы ею занимаемся, измеряем её (см. рис. 3).

Предположим, что мы скажем: «Красный», — это не значит для вас ничего. Но если сказать, что речь идёт о коробке с карандашами и что мы выбираем один карандаш, а в коробке их всего восемь, то мы сняли неопределённость, выбрав один карандаш из восьми (см. рис. 4).

Если бы в коробке было сто карандашей, то сказав «красный» мы бы добавили информацию, сняв *большую* неопределённость (см. рис. 5).

Если бы вы ожидали, что мы просто скажем какое-то слово, то сказав «крас-

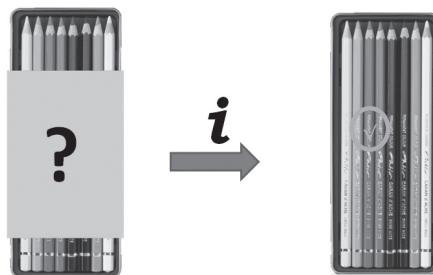


Рис. 3. Замкнутая система

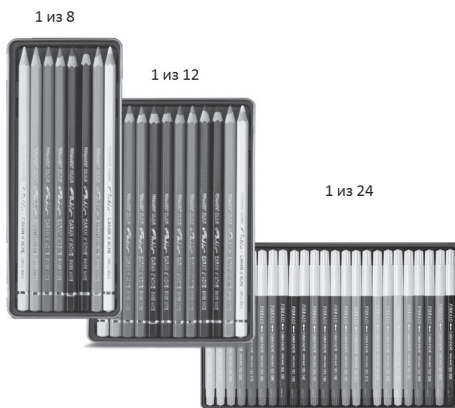


Рис. 4. Множество значений

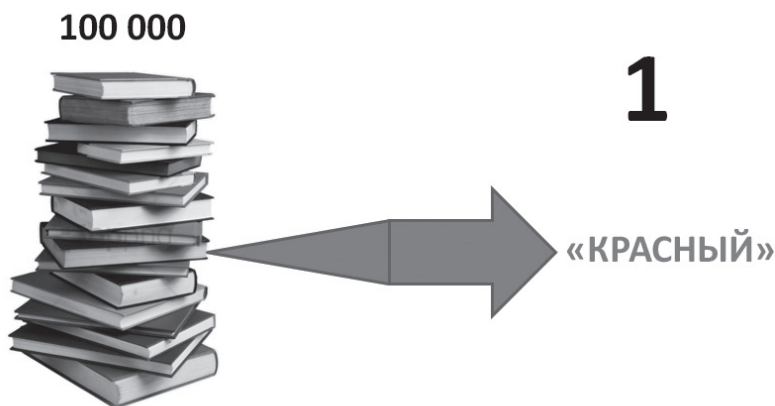


Рис. 5. Снятие неопределённости



Рис. 6. Пример измерения информации, снятие неопределённости

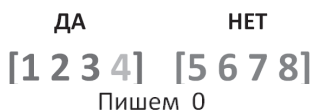


Рис. 7. Снятие неопределённости, вопрос № 1



Рис. 8. Снятие неопределённости, вопрос № 2

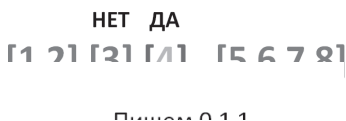


Рис. 9. Снятие неопределённости, вопрос № 3

ный», мы выбрали одно слово из множества слов русского языка, и добавляем много информации, сняв очень большую неопределённость.

Как измерить информацию? Для начала надо найти наименьший фрагмент информации как эталон, которым мы будем измерять *бóльшие* фрагменты. Таким наименьшим количеством информации является однозначный ответ на вопрос **ДА** или **НЕТ**. Его назвали **БИТ**.

В математике **ДА** обозначают цифрой **1**, а **НЕТ** — цифрой **0**.

Как с помощью бита измерить бóльшую или меньшую информацию? Просто задавая вопросы и отвечая на них **ДА** или **НЕТ**. Предположим, что мы загадали число в интервале от 1 до 8, а вы задаёте вопросы, и наш ответ: **ДА** или **НЕТ** (см. рис. 6).

Можно просто перебрать все числа, задав 8 вопросов, но можно угадать, используя меньшее количество вопросов, каждый раз разбивая множество примерно пополам и спрашивая, в какой половине находится задуманное число (почему пополам? потому что ответов всего два: **ДА** или **НЕТ**) (см. рис. 7, 8, 9).

Разбивая множество из 8 состояний оптимальным образом (т. е. пополам), можно узнать его состояние всего за 3 вопроса, таким образом, во множестве из 8 неизвестных состояний всего 3 бита информации, $011 = 3$ бита.

А если состояний 7 — тоже 3 бита, просто при разбиении пополам не всегда будет возможно разделить множество точно пополам. То же самое при 6-ти и 5-ти элементах, а вот во множестве из 4 состояний уже 2 бита информации (см. рис. 10).

Обратите внимание, что с каждым ответом число возможных состояний системы сокращается вдвое. Таким образом количество состояний системы — это два в степени N , где N — количество битов.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru