

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением президиума
Ученого совета ННГУ
от 30.11.2022 г.
протокол № 13

Рабочая программа дисциплины

**Теория информации
INFORMATION THEORY**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

020302 Фундаментальная информатика и информационные технологии

020302 Fundamental computer science and information technology

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Общий профиль

General profile

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

full-time

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

Nizhni Novgorod

2021 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.20 «Теория информации» относится к обязательной части ООП по направлению подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Дисциплина читается студентам 2 курса в 3 семестре, 3 зачетных единицы, 108 часов, зачет.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.20 «Теория информации» относится к обязательной части ООП направления подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации.	<u>Знать</u> понятие информации, концепции информации по Шеннону, Бриллюэну, Винеру, Хартли, Эшби, Глушкову, юридическое определение информации, основные концепции хранения, передачи, преобразования и обработки информации	Собеседование
	УК-1.3. УК-1-3. Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов.	<u>Уметь</u> анализировать сложность прикладных и теоретических задач теории информации <u>Владеть</u> опытом работы с объектами теории информации	Тест
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в	ОПК-1.1. Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, базовые теории и истории основного,	<u>Знать</u> основные меры информации, такие как информация по Хартли, информация по Шеннону; понятие и свойства энтропии Шеннона, условной энтропии, энтропии пары случайных величин, связь понятия энтропии с теорией кодирования; теорему о пропускной способности канала с шумом	Собеседование

области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	теории коммуникации; знает основную терминологию.		
	ОПК-1.3. Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной деятельности.	Уметь применять факты и алгоритмы теории информации для решения прикладных задач профессиональной деятельности Владеть опытом применения методов теории информации для решения теоретических и прикладных задач	Тест

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	33
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	0
- контроль	1
самостоятельная работа	75
Промежуточная аттестация –	зачет

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	

	Очная	Очно-заочная Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная
1. Введение. Понятие информации. Introduction. The notion of information	24		8		0			0			8			16			
2. Измерение информации. Единицы информации. Формула Хартли The quantification of information. Information units. Hartley's formula	12		4		0			0			4			8			
3. Физическая информация и энтропия. Формула Больцмана Physical information and entropy. Boltzmann's formula	12		4		0			0			4			8			
4. Формула Шеннона Shannon's formula	12		4		0			0			4			8			
5. Условная энтропия, энтропия пары случайных величин, дифференциальная энтропия Conditional entropy, adjoin entropy, differential entropy	12		4		0			0			4			8			
6. Передача информации. Теорема Шеннона-Хартли Transmission of information. Shannon-Hartley theorem	12		4		0			0			4			8			
7. Концепция информационной системы и информационной модели The concept of information system and information model	12		5		0			0			5			7			
Итого	108		33		0			0			32			75			

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках групповых или индивидуальных консультаций

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде работы с рекомендованной обязательной и дополнительной литературой, подготовке к лекциям, подготовке к зачету. Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 6.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

5.2. Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
--------	--------------------

зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

6.1.1 Контрольные вопросы

Вопрос

Код формируемой компетенции

- | | |
|---|-------|
| 1. What are the current approaches to the definition of "information"? | УК-1 |
| 2. How is "information" defined in modern jurisprudence? | УК-1 |
| 3. What is the entropy of a random variable? | ОПК-1 |
| 4. What are the main properties of the entropy of a random variable? | ОПК-1 |
| 5. What is the entropy of the system composition? | ОПК-1 |
| 6. What is the conditional entropy? | ОПК-1 |
| 7. How does one calculate the amount of information contained in a message? | ОПК-1 |
| 8. What is the law of symmetry of the average amount of information? | ОПК-1 |
| 9. What are the main information characteristics of physical systems? | УК-1 |
| 10. What is the information entropy? | УК-1 |
| 11. What is information divergence? | ОПК-1 |
| 12. What are the main properties of the information divergence? | ОПК-1 |

- | | |
|--|-------|
| 13. What is included in the mathematical model of a message source? | УК-1 |
| 14. What are the main quantitative characteristics of a message source? | УК-1 |
| 15. What is the information capacity of the message source? | УК-1 |
| 16. What is the redundancy of the message source? | УК-1 |
| 17. What is a source with independent character generation? | УК-1 |
| 18. What is a Markov source of messages? | УК-1 |
| 19. What is an ergodic source? | УК-1 |
| 20. What is a discrete memoryless source? | УК-1 |
| 21. How does one calculate the average amount of information per one character of a long enough message for a Markov source? | ОПК-1 |
| 22. What is an alphabet ? | ОПК-1 |
| 23. What is coding? | ОПК-1 |
| 24. What is a uniform code? | ОПК-1 |
| 25. What is decoding ? | ОПК-1 |
| 26. What is the necessary and sufficient condition for unambiguous decoding? | ОПК-1 |
| 27. What is the primary quantitative information characteristic of the code? | ОПК-1 |
| 28. What is the efficiency of the code? | ОПК-1 |
| 29. What is optimal coding? | ОПК-1 |
| 30. What is the redundancy of the code? | ОПК-1 |
| 31. What are prefix codes? | ОПК-1 |
| 32. What are linear codes? | ОПК-1 |
| 33. What are cyclic codes? | ОПК-1 |
| 34. What are convolutional codes? | ОПК-1 |
| 35. What is included in the mathematical model of a communication channel? | УК-1 |
| 36. What is meant by errors in the communication channel? | УК-1 |
| 37. What are the main quantitative information characteristics of the communication channel? | ОПК-1 |
| 38. What is the communication channel capacity? | ОПК-1 |
-
1. Каковы нынешние подходы к определению понятия "информация"?
 2. Как определяется понятие "информация" в современной юриспруденции?
 3. Что такое энтропия случайной величины?
 4. Каковы основные свойства энтропии случайной величины?
 5. Какова энтропия объединения систем?
 6. Что такое условная энтропия?
 7. Как вычислить объем информации, содержащейся в сообщении?
 8. Каков закон симметрии среднего объема информации?
 9. Каковы основные информационные характеристики физических систем?
 10. Что такое информационная энтропия?
 11. Что такое информационная дивергенция?
 12. Каковы основные свойства информационной дивергенции?
 13. Что входит в математическую модель источника сообщений?
 14. Каковы основные количественные характеристики источника сообщений?
 15. Какова информационная емкость источника сообщений?
 16. Что такое избыточность источника сообщений?
 17. Что такое источник с независимым характером генерации?
 18. Что такое Марковский источник сообщений?
 19. Что такое эргодический источник?
 20. Что такое дискретный источник без памяти?
 21. Как вычислить среднее количество информации на один символ достаточно длинного сообщения для источника Маркова?

22. Что такое алфавит ?
23. Что такое кодирование?
24. Что такое единый код?
25. Что такое декодирование ?
26. Какое необходимое и достаточное условие для однозначного декодирования?
27. Какова основная количественная информационная характеристика кода?
28. Какова эффективность кода?
29. Что такое оптимальное кодирование?
30. Что такое избыточность кода?
31. Что такое префиксные коды?
32. Что такое линейные коды?
33. Что такое циклические коды?
34. Что такое сверточные коды?
35. Что входит в математическую модель канала связи?
36. Что подразумевается под ошибками в канале связи?
37. Каковы основные количественные информационные характеристики канала связи?
38. Что такое емкость канала связи?

6.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции УК-1

- ▶ 1. Consider the chess board and one chess piece on this board. How much information we have if we know that the piece has one of 8 cells of the chess board?
- ▶ 2. Let there is a coded lock. The lock code has three symbols. Every symbol of the lock code is one of ten digits: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 0. How much information we have if we know the second digit of the lock code?
- ▶ 3. How much information we have if we know that the result of a die throw is one of three numbers 1, 2 or 3?
- ▶ 4. Let there is a pack of 36 playing cards and anyone gets one card from the pack. How much information (in bits) we have if we know the suit of the card?
- ▶ 5. Let a punched card has 40 columns and 12 rows of specific points for a hole. How much information we have in three punched card?
- ▶ 6. How much information we have, if we know the result of five coins flip?
- ▶ 7. Let there are three equal particles. Every particle can have one of the 32 positions in the space. Two particles don't have the same position. How much information we have, if we know the positions of the particles?
- ▶ 8. Suppose there are four different balls into a box. There are two equal parts of box: "left" and "right". Every ball can be into one of two parts with equal probability. How much information we have, if we know that three balls are into the left part of the box?
- ▶ 9. How much entropy is in four letters in an English message?
- ▶ 10. Let the alphabet of a language contains three symbols {a, b, c}. Let it is known the frequency of symbols: a – 20%, b – 50%, c – 30%. How much entropy is in one symbol of the message?
- ▶ 11. Let it is known the frequency of nucleotides of DNA: T – 20%, A – 10%; G = 40%, C = 30%. What is entropy of one nucleotide of DNA?
- ▶ 12. Let an inspection lot contains 50 defective machine parts (details) and 50 correct machine parts. What is entropy of one detail checking?
- ▶ 13. Let there are nine boxes and two balls – black and red. One ball can occupy only one box. What is the entropy of the box for the red ball if we know the box of the black ball?
- ▶ 14. Let the bus arrives at the stop in any moment between 12.00 and 12.04 with the equal probability. What is the entropy of the bus arrival?

- 15. Let the bandwidth B of the channel is 20 hertz, the average received signal power S over the bandwidth is 210 V^2 (volts squared); The average power of the noise N and interference over the bandwidth is 30 V^2 (volts squared); What is the channel capacity C ?

1. Рассмотрим шахматную доску и одну шахматную фигуру на этой доске. Сколько у нас информации, если мы знаем, что у фигуры занимает одну из 8 клеток шахматной доски?
2. Пусть есть кодовый замок. Код замка имеет три символа. Каждый символ кода замка - это одна из десяти цифр: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 0. Сколько у нас информации, если мы знаем вторую цифру кода замка?
3. Сколько информации у нас есть, если мы знаем, что результат бросания кости является одним из трех чисел 1, 2 или 3?
4. Пусть есть колода из 36 игровых карт и вынимается одна карта из колоды. Сколько информации (в битах) у нас есть, если мы знаем масть карты?
5. Пусть перфокарта имеет 40 столбцов и 12 рядов позиций для отверстия. Сколько у нас информации в трех перфокартах?
6. Сколько информации у нас есть, если мы знаем результат бросания пяти монет?
7. Пусть есть три одинаковые частицы. Каждая частица может занимать одну из 32 позиций в пространстве. Две частицы не могут занимать одну и ту же позицию. Сколько у нас информации, если мы знаем расположение частиц?
8. Предположим, что в коробке есть четыре разных шара. Есть две одинаковые части коробки: "левая" и "правая". Каждый шар может быть в одной из двух частей с одинаковой вероятностью. Сколько у нас информации, если мы знаем, что шары находятся в левой части коробки?
9. Сколько энтропии содержится в английском сообщении из четырех букв?
10. Пусть алфавит языка содержит три символа $\{a, b, c\}$. Пусть известна частота символов: $a - 20\%$, $b - 50\%$, $c - 30\%$. Сколько энтропии в одном символе сообщения?
11. Пусть известно, частоты нуклеотидов ДНК: $T - 20\%$, $A - 10\%$; $г\p{r} = 40\%$, $C = 30\%$. Чему равна энтропия одного нуклеотида ДНК?
12. Контрольная партия деталей содержит 50 бракованных деталей и 50 правильных. Чему равна энтропия проверки одной детали?
13. Пусть есть девять урн и два шара - черный и красный. Один шар может занимать только одну урну. Какова энтропия урны красного шара, если мы знаем урну черного шара?

14. Пусть автобус прибывает на остановку в любой момент между 12.00 и 12.04 с равной вероятностью. Какова энтропия прибытия автобуса?

15. Пусть полоса пропускания в канале 20 герц, средняя мощность принимаемого сигнала полосы пропускания составляет 210 В^2 (в квадрате); средняя мощность шума N помех полосы пропускания 30 в^2 (вольт в квадрате); какова пропускная способность канала C ?

Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-1

- ▶ 1. Consider the chess board and one chess piece on this board. How much information we have if we know the line of the chess piece?
- ▶ 2. How much information we have if we know that the piece is in a corner of the chess board?
- ▶ 3. How much information we have if we know that the piece is on the main diagonal of the chess board?
- ▶ 4. Let there is a coded lock. The lock code has three symbols. Every symbol of the lock code is one of ten digits: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 0. How much information we have if we know the lock code?
- ▶ 5. How much information we have if we know that all symbols of the code are even numbers? (0 is even number)
- ▶ 6. How much information we have if we know that the result of a die throw is one of two number 1 or 2?
- ▶ 7. Let there is a pack of 36 playing cards and anyone gets one card from the pack. How much information (in bits) we have if we know that the card has a red suit?
- ▶ 8. How much information (in trits) we have if we know that the card is King, Jack or Queen (of any suit)
- ▶ 9. Let a punched card has 40 columns and 12 rows of specific points for a hole. How much information we have in two punched card?
- ▶ 10. How much information we have, if we know the result of four coins flip?
- ▶ 11. Let there are five equal particles. Every particle can have one of the 32 positions in the space. Two particles don't have the same position. How much information we have, if we know the positions of the particles?
- ▶ 12. Let a particle can have one of the 32 positions in the space. We know, that the particle has one of four positions. How much information we have?
- ▶ 13. Let there are 4 equal particles. Every particle can have one of the 16 positions in the space. Two particles don't have the same position. How much information we have, if we know the positions of the particles?
- ▶ 14. Let a particle can have one of the 16 positions in the space. We know, that the particle has one of 8 positions. How much information we have?
- ▶ 15. Suppose there are four different balls into a box. There are two equal parts of box: "left" and "right". Every ball can be into one of two parts with equal probability. How much information we have, if we know that tree balls are into the right part of the box?
- ▶ 16. Let the space contains 1600 particles. Some part of the space consists of 100 particles (top left corner). Let 40 particles of the part of the space have the activated state. All other particles of the space haven't the activated state. How many variants are to have the macro state?
- ▶ 17. How much information we have if we know the macro state?
- ▶ 18. What is entropy of the state of the space?
- ▶ 19. How much entropy is in three letters in an English message?

- ▶ 20. Let the alphabet of a language contains three symbols {a, b, c}. Let it is known the frequency of symbols: a – 10, b – 60, c – 30. How much entropy is in one symbol of the message?
- ▶ 21. Let it is known the frequency of nucleotides of DNA: T – 10%, A – 10%; G = 40%, C = 40%. What is entropy of one nucleotide of DNA?
- ▶ 22. Let an inspection lot contains 20 defective machine parts (details) and 80 correct machine parts. What is entropy of one detail checking?
- ▶ 23. Let an inspection lot contains 1 defective machine part (details) and 99 correct machine parts. What is entropy of one detail checking?
- ▶ 24. Let an inspection lot contains 0 defective machine parts (details) and 100 correct machine parts. What is entropy of one detail checking?
- ▶ 25. Let there are five boxes and two balls – black and red. One ball can occupy only one box. What is the entropy of the box for the red ball if we know the box of the black ball?
- ▶ 26. Let the bus arrives at the stop in any moment between 12.00 and 12.04. The probability function density of the arrival $f(x)$ on the segment $[0, 4]$ is $x/8$. The probability of the arrival is more if the expectation time is more. What is the entropy of the bus arrival?
- ▶ 27. Let the bandwidth B of the channel is 50 hertz, the average received signal power S over the bandwidth is 600 V² (volts squared); The average power of the noise N and interference over the bandwidth is 40 V² (volts squared); What is the channel capacity C ?

1. Рассмотрим шахматную доску и одну шахматную фигуру на этой доске. Сколько у нас информации, если мы знаем ряд шахматной фигуры?

2. Сколько у нас информации, если мы знаем, что фигура находится в углу шахматной доски?

3. Сколько у нас информации, если мы знаем, что фигура находится на главной диагонали шахматной доски?

4. Пусть есть кодовый замок. Код замка имеет три символа. Каждый символ кода замка - это одна из десяти цифр: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 0. Сколько у нас информации, если мы знаем код замка?

5. Сколько у нас информации, если мы знаем, что все символы кода - четные числа? (0-четное число)

6. Сколько у нас информации, если мы знаем, что результат броска кости является одним из двух чисел 1 или 2?

7. Пусть есть колода из 36 игральных карт и вынимается одна карта из колоды. Сколько информации (в битах) у нас есть, если мы знаем, что карта красной масти?

8. Сколько информации (в тритах) у нас есть, если мы знаем, что карта - король, валет или дама (любой масти)

9. Пусть перфокарта имеет 40 столбцов и 12 рядов положений для отверстия. Сколько информации у нас есть в двух перфокартах?

10. Сколько у нас информации, если мы знаем результат бросания четырех монет?
11. Пусть есть пять равных частиц. Каждая частица может иметь одну из 32 позиций в пространстве. Две частицы не имеют одинаковой позиции. Сколько у нас информации, если мы знаем позиции частиц?
12. Пусть частица может иметь одну из 32 позиций в пространстве. Мы знаем, что частица имеет одну из четырех позиций. Сколько у нас информации?
13. Пусть есть 4 равные частицы. Каждая частица может иметь одну из 16 позиций в пространстве. Две частицы не имеют одинаковых позиций. Сколько у нас информации, если мы знаем позиции частиц?
14. Пусть частица может иметь одно из 16 позиций в пространстве. Мы знаем, что частица имеет одну из 8 позиций. Сколько у нас информации?
15. Предположим, что в коробке есть четыре разных шара. Есть две равные части коробки: "левая" и "правая". Каждый шар может быть в одной из двух частей с одинаковой вероятностью. Сколько у нас информации, если мы знаем, что шары находятся в правой части коробки?
16. Пусть пространство содержит 1600 частиц. Часть пространства состоит из 100 частиц (верхний левый угол). Пусть 40 частиц части пространства имеют активированное состояние. Все остальные частицы пространства не активированны. Сколько микровариантов соответствует макросостоянию?
17. Сколько информации у нас есть, если мы знаем макросостояние?
18. Что такое энтропия состояния пространства?
19. Сколько энтропии содержит английское сообщение из трех букв?
20. Пусть алфавит языка содержит три символа $\{a, b, c\}$. Пусть известна частота символов: $a-10$, $b-60$, $c-30$. Сколько энтропии в одном символе сообщения?
21. Пусть известна частота нуклеотидов ДНК: $A-10\%$, $T-10\%$; $G-40\%$, $C-40\%$. Что такое энтропия одного нуклеотида ДНК?
22. Проверяемая партия содержит 20 бракованных деталей и 80 правильных деталей. Чему равна энтропия проверки одной детали?
23. Пусть проверяемая партия содержит 1 дефектную деталь и 99 правильных деталей машины. Чему равна энтропия проверки одной детали?
24. Пусть проверяемая партия содержит 0 неисправных деталей и 100 правильных деталей. Чему равна энтропия проверки одной детали?

25. Пусть есть пять коробок и два шара - черный и красный. Один шар может занимать только одну коробку. Какова энтропия коробки для красного шара, если мы знаем коробку черного шара?

26. Пусть автобус прибывает на остановку в любой момент между 12.00 и 12.04. Плотность вероятностной функции прихода $f(x)$ на отрезке $[0, 4]$ равна $x/8$. Вероятность прибытия больше, если время ожидания больше. Какова энтропия прибытия автобуса?

27. Пусть полоса пропускания B канала-50 Гц, средняя мощность принимаемого сигнала над полосой пропускания 600 В² (вольт в квадрате); средняя мощность шума N и 40 В² (вольт в квадрате); какова пропускная способность канала C ?

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Н.К. Верещагин, Е.В. Щепин. Информация, кодирование, предсказание / Москва, ФМОП МЦНМО, 2012. <https://e.lanbook.com/book/71863#authors>
2. Usher M. J. Information Theory for Information Technologist .-(Macmillan computer science series) 1. Information theory. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-349-17648-9>
3. Borda M. Fundamentals in Information Theory and Coding. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-20347->

б) дополнительная литература:

- 1 Молдовян А. А., Молдовян Н. А., Советов Б. Я - Криптография. - СПб.: Лань, 2000. - 219, [5] с. (19 экз.)
- 2 Longo G. Information Theory New Trends and Open Problems/ <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-7091-2730-8>
- 3 Behara M., Krickeberg K., Wolfowitz J. Probability and Information Theory. Proceedings of the International Symposium at McMaster University, Canada, April, 1968. <https://link.springer.com/book/10.1007/BFb0079113>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

Microsoft Word, Microsoft PowerPoint, OS Windows

Видео курс по коммуникационной сложности, автор Н.К. Верещагин, <https://www.lektorium.tv/course/22755>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами

обучения: компьютерный класс, проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО /ОС ННГУ _____.

Автор (ы) _____ О.В. Кузенков

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой _____

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 30.11.2022 года, протокол № 3.