Приложение 4

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
«National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod»

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 15 от 24.12.2025 г.

Working programme of the discipline

Coding theory

Higher education level

Bachelor degree

Area of study / speciality

02.03.02 - Fundamental Informatics and Information Technology

Focus /specialization of the study programme

General Profile

Mode of study

full-time

Nizhny Novgorod

Year of commencement of studies 2026

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 Теория кодирования относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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**	**Для текущего контроля успеваемости**	**Для промежуточной аттестации**
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* *УК-1.2: Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности* *УК-1.3: Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов*	*УК-1.1:* *ЗНАТЬ: математические модели для описания свойств кодируемой информации; методы и алгоритмы дисциплины «Теория кодирования».* *To KNOW mathematical models for the description of the properties of the encoded information; methods and algorithms of the discipline "Theory of coding".* *УК-1.2:* *УМЕТЬ 1. строить модели, описывающие свойства кодируемой информации, на стандартных примерах; 2. иллюстрировать работу изученных алгоритмов экономного кодирования на примерах.* *TO be able* *1. to build models describing the properties of the encoded information on standard examples;* *2. to illustrate the work of the studied algorithms of economical coding by examples* *УК-1.3:* *ВЛАДЕТЬ* *1. навыками по моделированию свойств*	*Задачи*	*Зачёт: Контрольные вопросы*

		кодируемой информации; *2. изученными методами и алгоритмами экономного кодирования.* *To have SKILLS* *1. in modeling the properties of the encoded information;* *2. application of studied methods and algorithms of economical coding.*		

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	**3**
Часов по учебному плану	**108**
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	**16**
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	**16**
- КСР	**1**
самостоятельная работа	**75**
Промежуточная аттестация	**0** **Зачёт**

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	очно	очно	очно	очно	очно
Универсальные методы кодирования / Universal coding methods 1	21	3	3	6	15
Кодирование целых чисел. / The encoding of integers	21	3	3	6	15
Словарные методы сжатия. / Dictionary compression methods	21	3	3	6	15

Моделирование и кодирование. / Modeling and coding	21	3	3	6	15
Другие методы экономного кодирования. / Other methods of economical coding	23	4	4	8	15
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	16	16	33	75

Contents of sections and topics of the discipline

Математические модели для описания свойств кодируемой информации: 1. источники с конечным числом состояний; 2. локальные модели языков сообщений; 3. контекстное моделирование. Методы и алгоритмы дисциплины «Теория кодирования»: 1. алгоритмы экономного кодирования: алгоритмы Хаффмана, Фано, Шеннона, арифметического кодирования; 2. словарные методы сжатия Лемпеля- Зива; 3. коды Левенштейна для кодирования целых чисел; 4. алгоритм равномерного блочного кодирования для вероятностных источников; 5. метод кодирования, использующий контекстную модель языка сообщений;
6. локально-префиксное кодирование
Mathematical models for the description of the properties of the encoded information:
1. sources with a finite number of states;
2. local models of message languages;
3. contextual modeling.
Methods and algorithms of the discipline "Theory of coding":
1. algorithms of economical coding: algorithms of Huffman, Fano, Shannon, arithmetic coding;
2. dictionary methods of Lempel-Ziv compression;
3. Levenstein codes for encoding integers;
4. the algorithm of uniform block coding for probabilistic sources;
5. a coding method using a contextual model of the message language;
6. local prefix encoding.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Практические домашние задания формируются на основе учебно-методического пособия:
1. Жильцова Л.П., Смирнова Т.Г. Основы теории графов и теории кодирования в примерах и задачах: учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. - 64с. // Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 1437.17.06. /Zhiltsova LP, Smirnova TG Fundamentals of graph theory and coding theory in examples and problems: a teaching aid. - Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State University, 2017. - 64s. // Fund of educational electronic resources. Reg. № 1437.17.06. http://www.unn.ru/books/met_files/Graphs.pdf
2. J.H. van Lint. Introduction to Coding Theory . Graduate Texts in Mathematics . Series V o lume 86. 1992 Sp ringer Verlag Berlin Heidelberg. eBook ISBN 978 3 662 00174 5 DOI 10.1007/978 3 662 00174 5. Series ISSN 0072 5285 http://www.springer.com/gp/book/9783540641339
3. J. H . van Lint . Coding Theory. Lecture Notes in Mathematics . Series Volume 2011973. Sp ringer Verlag Berlin Heidelberg. eBook ISBN 978 3 540 36657 7 . DOI10.1007/978

3 540 36657 7 . So ftcover ISBN 978 3 540 06363 6. Series ISSN 0075 8434
http://www.springer.com/gp/book/9783540063636

5. Assessment tools for ongoing monitoring of learning progress and interim certification in the discipline (module)

5.1 Model assignments required for assessment of learning outcomes during the ongoing monitoring of learning progress with the criteria for their assessment:

5.1.1 Model assignments (assessment tool - Tasks) to assess the development of the competency УК-1:

Вариант 1.

1. Используя алгоритм Маркова, выяснить, является ли код V = {1, 100, 0001, 010, 0010} взаимно-однозначным. Если код не взаимно-однозначный, указать пару слов, которые кодируются одинаково.

1. Using the Markov algorithm, find out if the code is V = {1, 100, 0001, 010, 0010} one-to-one. If the code is not one-to-one, specify a couple of words that are encoded the same way.

2. Для распределения вероятностей P = (0,2; 0,1; 0,3; 0,25; 0,15), заданного на множестве букв алфавита B = {a, b, c, d, e}, построить оптимальный двоичный префиксный код и найти его стоимость кодирования. Определить энтропию P.

2. For the probability distribution P = (0,2; 0,1; 0,3; 0,25; 0,15), given on the set of letters of the alphabet B = {a, b, c, d, e}, construct the optimal binary prefix code and find its encoding cost. Determine the entropy of R.

Assessment criteria (assessment tool — Tasks)

Grade	Assessment criteria
pass	The problem has been solved completely, or the main part of the problem has been solved, or the problem has been solved with shortcomings
fail	The problem has not been solved or the first stage of solving the problem has been completed

5.2. Description of scales for assessing learning outcomes in the discipline during interim certification

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	**плохо**	**неудовлетворительно**	**удовлетворительно**	**хорошо**	**очень хорошо**	**отлично**	**превосходно**
	не зачтено		**зачтено**				
Знания	Отсутствие	Уровень	Минимальн	Уровень	Уровень	Уровень	Уровень

	знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	о допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
Умения	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
Навыки	Отсутствие базовых навыков. 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	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Scale of assessment for interim certification

Grade		Assessment criteria
pass	**outstanding**	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "outstanding", the knowledge and skills for the relevant competencies have been demonstrated at a level higher than the one set out in the programme.
	excellent	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "excellent",
	very good	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "very good",
	good	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "good",
	satisfactory	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "satisfactory", with at least one competency developed at the "satisfactory" level.

fail	**unsatisfactory**	At least one competency has been developed at the "unsatisfactory" level.
	poor	At least one competency has been developed at the "poor" level.

5.3 Model control assignments or other materials required to assess learning outcomes during the interim certification with the criteria for their assessment:

5.3.1 Model assignments (assessment tool - Control questions) to assess the development of the competency УК-1

1. Алфавитное кодирование. Префиксные коды. Неравенство Мак-Миллана. Построение схемы префикс кодирования по набору длин / Alphabet coding. Prefix codes. McMillan's Inequality. Constructing a scheme of prefix encoding by a set of leng
2. Проблема распознавания взаимной однозначности алфавитного кодирования. Алгоритм А.А. Маркова The problem of recognizing the one-to-one alphabet coding. Algorithm of A.A. Markov
3. Постановка задачи оптимального кодирования. Теорема редукции. Алгоритм оптимального кодирования (алгоритм Хаффмана) / Statement of the problem of optimal coding. The reduction theorem. The optimal coding algorithm (Huffman algorithm)
4. Алгоритмы экономного кодирования Фано и Шеннона / Fano and Shannon's economical coding algorithms
5. Энтропия. Связь стоимости оптимального кодирования с энтропией / Entropy. Relationship between the cost of optimal coding and entropy
6. Алгоритм равномерного блочного кодирования. Его асимптотическая оптимальность / Algorithm for uniform block coding. Its asymptotic optimality
7. Кодирование вероятностных источников. Теорема Шеннона для канала без шума / Coding of probabilistic sources. Shannon's theorem for a channel without noise
8. Локальная модель языка. Граф антипрефиксности. Локально-префиксные коды / Local model of language. The graph of anti-prefix. Local prefix codes

Assessment criteria (assessment tool — Control questions)

Grade	Assessment criteria
pass	Knowledge of basic and additional material is sufficient or with minor errors and inaccuracies
fail	knowledge of the material necessary for this subject is not enough. Work during the semester can be

Grade	Assessment criteria
	assessed as unsatisfactory

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Coding theory and cryptography. From enigma and Geheimschreiber to quantum theory / ed. by D. Joyner. - Berlin a.o. : Springer, 2000. - VI, 256 p. : 39 fig., 12 tabl. - ISBN 3-540-66336-3 : 2522-00., 1 экз.

Дополнительная литература:

1. Кельберт М. Я. Теория информации и кодирования. Т. 3. Теория информации и кодирования / Кельберт М. Я., Сухов Ю. М. - Москва : МЦНМО, 2016. - 567 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции МЦНМО - Математика. - ISBN 978-5-4439-2377-2., https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=716697&idb=0.

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

нет

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

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 ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 02.03.02 - Fundamental Informatics and Information Technology.

Авторы: Смирнова Татьяна Геннадьевна, кандидат физико-математических наук, доцент.
Заведующий кафедрой: Золотых Николай Юрьевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 17.12.2025, протокол № протокол №6.