

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭИС
В.А. Шульцев
подпись
« 24 » 05 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины (модуля)
Теория информации и кодирования
по направлению подготовки
01.04.02 - Прикладная математика и информатика
направленности (профилю)
Прикладной анализ данных

СОГЛАСОВАНО
Начальник ООД ИЭИС

И. Н. Гуркова .
(подпись)
« 24 » 05 2023 г.
число месяц

Разработал
доцент кафедры ПМИ

Т. В. Жгун
« 14 » 05 2023 г.

Принято на заседании кафедры ПМИ

Протокол № 9 от 18.05.2023 г.

Заведующий кафедрой ПМИ

В. А. Едемский

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Цель освоения учебной дисциплины: освоение студентами методологии оценки количественных характеристик, определяющих информационные свойства систем, сравнения информационных измерительных систем между собой и согласования их характеристик с характеристиками объекта управления; формирование компетентности студентов в области помехоустойчивого кодирования, способствующей становлению их готовности к решению задач профессиональной деятельности; раскрытие сущности и значения методов помехоустойчивого кодирования, определение методологических и математических основ различных аспектов защиты информации и связи между ними.

Основными **задачами** являются:

- определение базовых понятий теории информации и помехоустойчивого кодирования;
- освоение фундаментальных положений теории информации, различных аспектов количественной меры информации объектов с дискретным множеством состояний; освоение информационных характеристик источников информации и каналов связи;
- освоение методов и средств кодирования информации как основы решения теоретических проблем создания автоматизированных систем обработки информации и управления;
- формирование понимания студентами значимости знаний и умений в области эффективного и помехоустойчивого кодирования в процессе профессиональной деятельности;
- формирование системы знаний о проблемах измерения количества информации, изучение свойств информации, исследование взаимодействия систем и элементов систем методами теории информации, решение задач прикладного характера;
- формирование понимания студентами значимости важности оптимального использования информационных характеристик источников сообщений и каналов связи для построения кодов, обеспечивающих заданную достоверность передаваемой информации с максимально возможной скоростью и минимально возможной стоимостью передачи сообщений;
- формирование системы знаний о методах теории информации, эффективного и помехоустойчивого кодирования, позволяющим в будущем выстраивать на научной основе процессы профессиональной деятельности;
- подготовка студентов к профессиональной деятельности, связанной с выполнением проектов на основе современных вычислительных технологий.

Ведущие идеи учебного модуля:

- понимание особенностей применения методов эффективного и помехоустойчивого кодирования является важнейшей частью компетентности специалиста в сфере профессиональной деятельности;
- эффективные решения в профессиональной сфере основываются на анализе количественных характеристик, определяющих информационные свойства систем, сравнении информационных измерительных систем между собой и согласования их характеристик с характеристиками объекта управления.

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина относится к части основной профессиональной образовательной программы направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика и направленности (профилю) Прикладная математика и информатика (далее – ОПОП), формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения необходимы знания и умения, полученные при изучении модулей «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Информатика» и «Алгоритмические языки», «Дискретная математика».

Дисциплина должна фундаментом для последующего изучения дисциплины «Методы и средства защиты информации». Знания и умения, полученные при изучении данного модуля, используются при прохождении производственной практики и при подготовке выпускной квалификационной работы.

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

Профессиональные компетенции:

ПК-2 Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат.

Результаты освоения учебной дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1–Результаты освоения учебной дисциплины

<i>Код и наименование компетенции</i>	<i>Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)</i>		
ПК-2 Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	ПК-2.1 Знать углубленные понятия дисциплин современного математического аппарата, методы, место и роль этих дисциплин в решении научно-практических задач с использованием современного математического аппарата, при разработке, внедрении и сопровождении информационных технологий и систем;	ПК-2.2 Уметь - применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и информатики, при разработке, внедрении и сопровождении информационных технологий и систем; - применять функционально-логическую методологию математики к системному анализу взаимосвязей процессов и построению математических моделей;	ПК-2.3 Владеть инструментарием для решения задач в области прикладной математики и информатики; инструментарием формально-логической концепции математики для идеализации и системного анализа связей при построении математических моделей процессов и явлений, при разработке, внедрении и сопровождении информационных технологий и систем

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения представлена в таблице 2.

Таблица 2 –Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		7 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	70	70
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) (при наличии)	0	0
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	110	110
5. Промежуточная аттестация (зачет; дифференцированный зачет; экзамен) (АЧ)	Экзамен 36	Экзамен 36

4.1.2 Трудоемкость учебной дисциплины для заочной/очно-заочной формы обучения: не предусмотрено учебным планом.

4.2 Содержание учебной дисциплины

1. Введение. Модели системы передачи сигналов.
2. Теория передачи информации. Количественная оценка информации. Аксиомы количества информации. Энтропия. Ее свойства. Энтропия источника независимых сообщений. Свойства взаимной информации. Теорема Шеннона для канала без помех
3. Эффективное кодирование дискретных сообщений. Избыточность. Причины ее появления. Способы сокращения избыточности. Неравномерные эффективные коды. Код Шеннона - Фэно
4. Основы теории помехоустойчивого кодирования. Назначение и классификация кодов.. Линейное пространство бинарных последовательностей. В. Алгебраические структуры в В.
5. Принципы помехоустойчивого кодирования. Связь исправляющей способности кода с кодовым расстоянием. Построение кодов с заданной исправляющей способностью. Геометрический смысл минимального расстояния.
6. Линейные коды. Матричное описание линейных кодов. Систематические коды.
7. Групповые коды. Стандартное расположение группового кода. Улучшение стандартного расположения. Коды Хемминга. Расширение кодов Хэмминга.

8. Конечные поля. Конечные поля, основанные на кольцах целых чисел. Конечные поля, основанные на кольцах многочленов. Прimitивные элементы. Структура конечного поля.

9. Циклические коды. Полиномиальное описание циклических кодов. Исправление двух ошибок. Коды БЧХ. CRC –коды. RS - коды.

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы

Таблица 3 – Трудоемкость разделов учебной дисциплины

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины, УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (час)						Внеауд . СРС (час)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. ауд. СРС	К Р	ЭК 3		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР					
7 семестр									
1	Теория передачи информации . Энтропия. Ее свойства	6	8		2			10	Индивидуальное практическое задание 1
2	Эффективное кодирование дискретных сообщений	4	6		2			20	Контрольная работа
3	Принципы помехоустойчивого кодирования	6	8		2			30	Индивидуальное практическое задание 2
4	Линейные коды. Групповые коды	6	10		4			25	Индивидуальное практическое задание 3
5	Конечные поля, основанные на кольцах многочленов. Циклические коды. Коды БЧХ. CRC – коды. RS - коды.	6	10		2			25	Индивидуальное практическое задание 4
6									
	<i>Промежуточная аттестация</i>						36		<i>экзамен</i>
	ИТОГО за 7 семестр	28	42		12		36	110	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены учебным планом

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

Таблица 4 –Методические рекомендации по организации лекций

<i>№</i>	<i>Темы лекционных занятий (форма проведения)</i>	<i>Трудоем- кость в АЧ</i>
1	Теория передачи информации . Энтропия. Ее свойства (вводная лекция с элементами проблемной лекции)	4
2	Эффективное кодирование дискретных сообщений (лекция-презентация)	4
3	Принципы помехоустойчивого кодирования (проблемная лекция, рефлексия полученных образовательных результатов)	4
4	Линейные коды (лекция-презентация)	4
5	Групповые коды (проблемная лекция, рефлексия полученных образовательных результатов)	6
6	Конечные поля, основанные на кольцах многочленов. Циклические коды. Коды BCH. CRC –коды. RS - коды (лекция-презентация)	6
	ИТОГО	28

Таблица 5–Методические рекомендации по организации практических занятий

<i>№</i>	<i>Темы практических занятий (форма проведения)</i>	<i>Трудоем- кость в АЧ</i>
1	Теория передачи информации . Энтропия. Ее свойства	4
2	Эффективное кодирование дискретных сообщений	4
3	Принципы помехоустойчивого кодирования (рефлексия полученных образовательных результатов)	8
4	Линейные коды	8
5	Групповые коды (рефлексия полученных образовательных результатов)	8
6	Конечные поля, основанные на кольцах многочленов. Циклические коды. Коды BCH. CRC –коды. RS - коды	8
	ИТОГО	42

Самостоятельная работа студентов: в учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы – аудиторная и внеаудиторная. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его участия. Самостоятельная работа включает изучение теоретического материала, подготовку к тестированию, выполнение определенных заданий расчётно-практической работы и индивидуального практического задания.

Практические занятия проводятся в компьютерном классе с современными ПК с подключением к сети «Интернет» и установленным лицензионным программным обеспечением. Лекционные занятия проводятся в аудитории, оборудованной мультимедийной проекционной системой с интерактивной доской или экраном.

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечения учебной дисциплины представлено в Приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Таблица 6 – Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения
1	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Учебная мебель: столы, стулья, доска
		Компьютерный класс, проектор, интерактивная доска
2	Мультимедийное оборудование	Проектор, компьютер, экран, интерактивная доска

Программное обеспечение

Наименование программного продукта	Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Academic VMware Workstation 16 Pro for Linux and Windows, ESD	Договор №211/ЕП(У)20-ВБ, 25140763	03.11.2020
Acronis Защита Данных для рабочей станции, Acronis Защита Данных. Расширенная для физического сервера	Договор №210/ЕП(У)20-ВБ, Ах000369127	03.11.2020
Антиплагиат. Вуз. *	Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ	29.01.2021
«Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Education Renewal. 250-499 Node I year License» /1 год *	Договор №158/ЕП(У)22-ВБ	21.09.2022
Astra Linux Special Edition*	195200041-alse-1.7-client-base_orel-x86_64-0-14211	09.12.2022
* отечественное производство		

Свободно распространяемое программное обеспечение

<i>Наименование ПО</i>	<i>Лицензия</i>	<i>Официальный сайт</i>	<i>Описание</i>
Teams	Freeware	https://www.microsoft.com/ru-ru/microsoft-teams/free?market=ru	
Skype	Freeware	https://www.skype.com/ru/get-skype/	
Zoom	Freeware	https://zoom.us/downloadcenter	
MS Office 365	Безвозмездно передаваемое ВУЗам		
Microsoft Visual Studio 2010	Freeware	http://www.microsoft.com/visualstudio/ru-ru	Среда программирования
Eclipse IDE	Eclipse Public License	http://eclipse.org/	Интегрированная среда разработки
FreeMat	GPL	https://freemat.sourceforge.net/	среда для прототипирования и обработки данных (аналог matlab с открытым исходным кодом)
Google Chrome	Freeware	https://google.com/	Браузер
IDLE	PSFL	https://python.org/idle	Интегрированная среда разработки
Java Development Kit	Sun License	https://www.oracle.com/java/technologies/downloads/	комплект разработчика приложений на java
Lazarus	GNU LGPL	https://www.lazarus-ide.org/	Интегрированная среда разработки
Maxima	GNU GPL	https://maxima.sourceforge.io/ru/index.html	система компьютерной алгебры
Mozilla Firefox	MPL, GNU GPL	http://mozilla.org/	Браузер
NodeJS	MIT	https://nodejs.org/en/	Среда выполнения JavaScript
Python	Python Software Foundation License	https://www.python.org	язык программирования Python
R	GNU GPL v2	http://www.r-project.org/	язык программирования R
R for Windows	Freeware	GNU General Public License	https://cran.r-project.org/bin/windows/base/
WinDjView	GNU GPL	http://windjview.sf.net/ru/	Просмотрщик DjVu
7zip	GNU LGPL	http://7-zip.org/	Архиватор
Adobe Acrobat	Freeware	http://adobe.com	Чтение PDF
AnyLogic PLE Freeware	Freeware	https://www.anylogic.ru/s/download-free-simulation-software-for-education/	имитационное моделирование
AnyLogic PLE	Freeware	https://www.anylogic.ru/s/download-free-simulation-software-for-education/	имитационное моделирование

Приложение А
(обязательное)
Фонд оценочных средств
учебной дисциплины «Теория информации и кодирования»

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть – общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть – фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (вопросы тестов, вопросы к проверочным работам и пр.) и которая хранится в закрытом виде (банк вопросов).

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 –Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1	Контрольная работа	Теория передачи информации . Энтропия. Ее свойства	25	ПК-2
		Эффективное кодирование дискретных сообщений. Принципы помехоустойчивого кодирования	25	
2	Индивидуальное практическое задание	Эффективное кодирование дискретных сообщений. Принципы помехоустойчивого кодирования	40	ПК-2
3	Индивидуальное практическое задание	Принципы помехоустойчивого кодирования	40	ПК-2
4	Индивидуальное практическое задание	Линейные коды. Групповые коды	40	ПК-2
5	Индивидуальное практическое задание	Конечные поля, основанные на кольцах многочленов. Циклические коды.	40	ПК-2
6	Индивидуальное практическое задание	. Коды BCH. CRC –коды. RS - коды.	40	
7				
<i>Промежуточная аттестация</i>				
	Экзамен		50	ПК-2
	ИТОГО		300	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

1) Индивидуальное практическое задание

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество заданий в одном варианте</i>
Соответствие выполненной работы описанию – 8 баллов	30	согласно описанию работы
Корректность описания задания – 8 баллов		
Полнота выполнения работы – 8баллов		
Полнота информации в отчёте и логичность её изложения – 8баллов		
Оригинальность и креативность выполнения задания – 8 баллов		

Выбор заданий по номеру в списке группы.

№ в списке группы	1				2				3				4				5									
Номер выполняемых заданий	1	4	1	3	5	3	8	7	4	5	8	1	3	3	6	7	9	5	2	7						
№ в списке группы	6				7				8				9				10									
Номер выполняемых заданий	9	1	5	2	5	5	8	3	1	1	4	4	1	1	5	9	9	3	6	4						
№ в списке группы	11				12				13				14				15									
Номер выполняемых заданий	1	2	1	4	5	4	5	0	3	6	1	9	3	1	7	1	4	1	5	6	3					
№ в списке группы	16				17				18				19				20									
Номер выполняемых заданий	1	7	5	3	5	3	4	1	6	3	5	4	#	5	8	4	1	2	6	3	7					
№ в списке группы	21				22				23				24				25									
Номер выполняемых заданий	3	7	1	5	1	5	9	4	8	6	1	3	5	3	5	4	9	4	1	5	0	6				
№ в списке группы	26				27				28				29				30									
Номер выполняемых заданий	1	1	8	2	1	5	3	1	4	2	5	1	3	3	2	2	1	0	7	1	1	1	2	4	1	4

Индивидуальное практическое задание 1.

Вариант выбирается по списку группы.

1.1. Чему равно количество информации, если получили сообщение о выходе из строя одного из восьми станков в данном цехе?

1.2. Алфавит состоит из букв a, b, c, d. Вероятности появления букв равны соответственно 0,25; 0,25; 0,34; 0,16. Определите количество информации, приходящееся на символ сообщения, составленного с помощью такого алфавита

1.3. Определите объем и количество информации в сообщении "Завтра ожидается ясная погода", переданном 7-элементным телеграфным кодом.

1.4. Определите энтропию системы, состояние которой описывается случайной величиной X с рядом распределения

$$X = \begin{array}{c|ccccc} & x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 \\ \hline & 0,02 & 0,02 & 0,02 & 0,47 & 0,47 \end{array}$$

1.5. Определите максимально возможную энтропию системы, состоящей из четырех элементов, каждый из которых может быть в четырех состояниях равновероятно.

1.6. Вероятность появления сигнала на выходе канала связи - p, а вероятность не появления q = 1-p. При каком значении p наибольшая неопределенность появления или не появления сигнала?

1.7. Определить энтропию, содержащуюся в изображении, при условии, что последнее разлагается на 625 строк по 840 элементов в каждой строке. Яркость каждого элемента передается восемью квантованными уровнями, а яркости разных элементов некоррелированы.

1.8. Определить энтропию физической системы, состоящей из двух самолетов (истребителя и бомбардировщика), участвующих в воздушном бою. В результате боя система может оказаться в одном из четырех возможных состояний: x1 - оба самолета не сбиты; x2 - истребитель сбит, бомбардировщик не сбит; x3 - истребитель не сбит, бомбардировщик сбит; x4 - оба самолета сбиты. Состояние системы даётся схемой

$$X = \begin{array}{c|cccc} & x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ \hline & 0,4 & 0,1 & 0,3 & 0,2 \end{array}$$

1.9. В двух корзинах имеется по 15 яблок, причем в первой урне - 5 красных, 7 белых и 3 черных, а во второй соответственно 4,4 и 7. Из каждой корзины вынимается по одному яблоку. Определите, для какой из корзин исход опыта является более определенным, (то есть вынуть задуманное яблоко).

1.10. Из многолетних наблюдений за погодой известно, что для определенного пункта вероятность того, что 15 июня будет идти дождь, равна 0,4, а вероятность того, что в указанный день дождя не будет, равна 0,6. Пусть далее для этого же пункта вероятность того, что 15 ноября будет идти дождь, равна 0,65; вероятность, что будет идти снег, равна 0,15, вероятность, что не будет осадков, равна 0,2. В какой из двух перечисленных дней погоду следует считать более неопределенной?

1.11. По заданным значениям энтропии H(X) и H(Y) случайных величин X и Y и средней условной энтропии H(X/Y) случайной величины X относительно Y определите среднюю условную энтропию H(X/Y) случайной величины Y относительно X.

1.12. В урне два белых и три черных шара. Из урны вынимают подряд два шара. Найдите энтропию появления двух белых шаров.

1.13. Сигнал формируется в виде двоичного кода с вероятностями появления символов 1 и 0, равными соответственно 0,6 и 0,4. Появление любого из символов взаимосвязано условными вероятностями

$$X = \begin{array}{c|cc} & 0,1 & 0,9 \\ \hline & 0,9 & 0,1 \end{array}$$

Определите условную энтропию.

1.14. Имеются две системы X и Y, объединяемые в одну, вероятности состояний которой представлены следующей матрицей:

$$P(X,Y) = \begin{vmatrix} 0,3 & 0 & 0 \\ 0,2 & 0,3 & 0,1 \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Определите полную условную энтропию $H(Y/X)$.

1.15. Взаимодействие двух систем X и Y описывается следующей матрицей:

$$P(X,Y) = \begin{vmatrix} 0,4 & 0,1 & 0 \\ 0 & 0,2 & 0,1 \\ 0 & 0 & 0,2 \end{vmatrix}$$

Определите безусловную энтропию системы X и системы Y.

1.16. Канал связи с помехами описан матрицей. Определите $I(X, Y)$.

$$P(X,Y) = \begin{vmatrix} 0,1 & 0,1 & 0 \\ 0 & 0,2 & 0,1 \\ 0 & 0,2 & 0,3 \end{vmatrix}$$

1.17. Канал связи описан следующей канальной матрицей:

$$P(Y/X) = \begin{vmatrix} 0,98 & 0,01 & 0,01 \\ 0,1 & 0,75 & 0,15 \\ 0,2 & 0,3 & 0,5 \end{vmatrix}$$

Вычислите среднее количество информации, которое переносится одним символом сообщения, если вероятности появления символов источника сообщений равны $p(x_1) = 0,7$; $p(x_2) = 0,2$; $p(x_3) = 0,1$. Чему равны информационные потери при передаче сообщения из 1000 символов алфавита x_1, x_2, x_3 ? Чему равно количество принятой информации?

1.18. Определите информационные потери в канале связи, описанном следующей канальной матрицей:

$$P(X,Y) = \begin{vmatrix} 0,1 & 0,1 & 0 \\ 0 & 0,2 & 0,1 \\ 0 & 0,2 & 0,3 \end{vmatrix}$$

Индивидуальное практическое задание 2.

2.1. Число символов алфавита $m = 4$. Вероятности появления символов равны соответственно $p_1 = 0,15$; $p_2 = 0,4$; $p_3 = 0,25$; $p_4 = 0,2$. Длительности символов $\tau_1 = 3\text{с}$; $\tau_2 = 2\text{с}$; $\tau_3 = 5\text{с}$, $\tau_4 = 6\text{с}$. Чему равна скорость передачи сообщений, составленных из таких символов?

2.2. Сообщения составлены из пяти качественных признаков ($m = 5$). Длительность элементарной посылки $\tau = 20\text{мс}$. Определить, чему равна скорость передачи сигналов и информации.

2.3. Определить пропускную способность бинарного канала связи, способного передавать 100 символов 0 или 1 в единицу времени, причем каждый из символов искажается (заменяется противоположным) с вероятностью $p = 0,01$.

2.4. Имеются источник информации с энтропией в единицу времени $H(X) = 100$ дв.ед. и два канала связи; каждый из них может передавать в единицу времени 70 двоичных знаков (0 или 1); каждый двоичный знак заменяется противоположным с вероятностью $p = 0,1$. Требуется выяснить, достаточна ли пропускная способность этих каналов для передачи информации, поставляемой источником.

2.5. Чему равна пропускная способность симметричного канала, если источник вырабатывает сигналы со скоростью 2 знака в секунду, закодированные кодом с основанием $m = 10$, а вероятность ложного приема $p = 0,3$?

2.6. Сообщения составлены из алфавита $X = (x_1, x_2, x_3)$. Вероятности появления символов алфавита 0,7; 0,2; 0,1 соответственно. Помехи в канале связи заданы следующей канальной матрицей:

$$P(Y/X) = \begin{vmatrix} 0,98 & 0,01 & 0,01 \\ 0,1 & 0,75 & 0,15 \\ 0,2 & 0,3 & 0,5 \end{vmatrix}$$

Определить скорость передачи информации, если время передачи одного символа $\tau_1 = 0,02$ с.

2.7. Чему равна пропускная способность канала связи, описанного канальной матрицей:

$$P(A,B) = \begin{vmatrix} 0,1 & 0 & 0 \\ 0,1 & 0,3 & 0 \\ 0 & 0,1 & 0,4 \end{vmatrix}$$

если известно, что на выходе источника сообщений символы вырабатываются со скоростью 100 знаков в секунду?

2.8. Определить максимально возможную скорость передачи информации по радиотехническому каналу связи пункта управления с телеуправляемой ракетой, если полоса пропускания канала связи равна 3 МГц, а минимальное отношение сигнал-шум по мощности в процессе наведения ракеты на цель равно 3.

2.9. Определить полосу пропускания канала передачи телевизионного черно-белого изображения с 5×10^5 элементами, 25 кадрами в секунду и 8 равновероятными градациями яркости для отношения $P/N = 15$ при условии, что изображение может принимать наиболее хаотичный вид «белого шума».

2.10. Число символов алфавита $m = 4$. Вероятности появления символов равны соответственно $p_1 = 0,15$; $p_2 = 0,4$; $p_3 = 0,25$; $p_4 = 0,2$. Длительности символов $\tau_1 = 3$ с; $\tau_2 = 2$ с; $\tau_3 = 5$ с, $\tau_4 = 6$ с. Чему равна скорость передачи сообщений, составленных из таких символов?

2.11. Сообщения составлены из пяти качественных признаков ($m = 5$). Длительность элементарной посылки $\tau = 20$ мс. Определить, чему равна скорость передачи сигналов и информации.

2.12. Определить пропускную способность бинарного канала связи, способного передавать 100 символов 0 или 1 в единицу времени, причем каждый из символов искажается (заменяется противоположным) с вероятностью $p = 0,01$.

2.13. Имеются источник информации с энтропией в единицу времени $H(X) = 100$ дв.ед. и два канала связи; каждый из них может передавать в единицу времени 70 двоичных знаков (0 или 1); каждый двоичный знак заменяется противоположным с вероятностью $p = 0,1$. Требуется выяснить, достаточна ли пропускная способность этих каналов для передачи информации, поставляемой источником.

2.14. Чему равна пропускная способность симметричного канала, если источник вырабатывает сигналы со скоростью 2 знака в секунду, закодированные кодом с основанием $m = 10$, а вероятность ложного приема $p = 0,3$?

2.15. Сообщения составлены из алфавита $X = (x_1, x_2, x_3)$. Вероятности появления символов алфавита 0,7; 0,2; 0,1 соответственно. Помехи в канале связи заданы следующей канальной матрицей:

$$P(Y/X) = \begin{vmatrix} 0,98 & 0,01 & 0,01 \\ 0,1 & 0,75 & 0,15 \\ 0,2 & 0,3 & 0,5 \end{vmatrix}$$

Индивидуальное практическое задание 3.

4.1 Сообщения составляются из букв алфавита a, b, c, d. Вероятности появления букв алфавита в текстах равны соответственно 0,2; 0,3; 0,4; 0,1. Найдите избыточность сообщений, составленных из букв данного алфавита.

4.2. Закодируйте кодами Шеннона-Фано и Хаффмена алфавит, состоящий из пяти букв, - a1, a2, a3, a4, a5, вероятности появления которых $P = 0,4; 0,3; 0,15; 0,1; 0,05$.

4.3. Закодируйте двоичным кодом Шеннона-Фано ансамбль сообщений $X = x_1, x_2, \dots, x_8$, если все кодируемые сообщения равновероятны. Показать оптимальный характер полученного кода.

4.4. Определите количество элементов в кодовом слове, если известно общее число комбинаций $N = 512$, а основание кода 2.

4.5. Сколько двоичных чисел может быть представлено 7-разрядным кодом?

4.6. Дана совокупность символов x_1, x_2, x_3, x_4 со следующей статистикой соответственно: 0,28; 0,14; 0,48; 0,10. Закодируйте символы по методу Шеннона-Фано и определите эффективность кода.

4.7. Имеется статистическая схема сообщения

$$N = \begin{vmatrix} A & B & C \\ 0,7 & 0,2 & 0,1 \end{vmatrix}$$

Произведите кодирование отдельных букв и двухбуквенных сочетаний по методу Шеннона-Фано, сравните коды по их экономичности (количество информации, приходящееся на один символ) и избыточности.

4.8. Сообщение состоит из последовательности двух букв А и В, вероятности появления каждой из которых не зависят от того, какая была передана раньше, и равны 0,8 и 0,2 соответственно. Произведите кодирование по методу Шеннона-Фано: а) отдельных букв; б) блоков, состоящих из двухбуквенных сочетаний; в) блоков, состоящих из трехбуквенных сочетаний. Сравните коды по их экономичности.

4.9. Дана совокупность символов X со следующей статистической схемой:

X	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9
P	0,20	0,15	0,15	0,12	0,10	0,10	0,08	0,06	0,04

Произведите кодирование двоичным кодом по методу Хаффмена и вычислите энтропию сообщения $H(X)$ и среднюю длину кодового слова.

4.10. Пусть алфавит A содержит 6 букв, вероятности которых равны 0,4; 0,2; 0,2; 0,1; 0,05 и 0,05. Произведите кодирование кодом Хаффмена. Вычислить энтропию сообщений $H(X)$ и среднюю длину кодового слова.

4.11. Источник информации выдает сообщения со скоростью $R = 1000$ символов/с. Алфавит состоит из 3 символов (букв) X, Y, Z, статистика появления которых равна 0,7; 0,2; 0,1. Закодируйте символы источника информации таким образом, чтобы обеспечить прохождение сообщений через канал связи с пропускной способностью $C = 1250$ бит/с без задержек.

4.12. Закодируйте кодами Шеннона-Фано и Хаффмена алфавит, состоящий из пяти букв, - a1, a2, a3, a4, a5, вероятности появления которых $P = 0,4; 0,3; 0,15; 0,1; 0,05$.

4.13. Закодируйте двоичным кодом Шеннона-Фано ансамбль сообщений $X = x_1, x_2, \dots, x_8$, если все кодируемые сообщения равновероятны. Показать оптимальный характер полученного кода.

4.14. Определите количество элементов в кодовом слове, если известно общее число комбинаций $N = 512$, а основание кода 2.

4.15. Дана совокупность символов x_1, x_2, x_3, x_4 со следующей статистикой соответственно: 0,28; 0,14; 0,48; 0,10. Закодируйте символы по методу Шеннона-Фано и определите эффективность кода.

Индивидуальное практическое задание 4.

- 1 Определить величину кодового расстояния между двумя комбинациями 1101101, 1001011.
- 2 Определить величину кодового расстояния d , обеспечивающего исправление s -кратных ошибок при $s = 1, 3, 5$.
3. Определить наименьшее количество проверочных элементов и $n-k$, необходимое для исправления трехкратных ошибок, если число элементов в кодовой комбинации равно 12.
4. Произвести перемножение трех многочленов в алгебре циклических кодов $(x + 1)$, $(x^3 + x + 1)$ и $(x^3 + x^2 + 1)$. Прodelать аналогичную операцию и для двоичных эквивалентов.
- 5 Найти остаток при делении многочлена $(x^7+x^6+x^4+x+1)$... на многочлен (x^4+x+1) . Аналогичную операцию проделать и для двоичных эквивалентов.
- 6 Закодировать в циклическом коде комбинации 1001, 1010, если образующий многочлен $g(x)=x^3+x+1$
- 7 Закодировать многочлен $x^7+x^4+x^3+x+1$ с проверкой на четность.
8. По заданному образующему многочлену $g(x)=x^4+x^3+1$ построить образующую (проверочную) матрицу $H=I,C$, усеченную до 6 разрядов.
- 9 Число информационных символов в кодовой комбинации $k=11$. Выбрать образующий многочлен $g(x)$ с условием исправления одиночной ошибки и построить проверочную матрицу $H_{n,k}$.
10. Определить величину кодового расстояния между двумя комбинациями 1101101, 1001011.
- 11 Определить величину кодового расстояния d , обеспечивающего исправление s -кратных ошибок при $s = 1, 3, 5$.
- 12 Определить наименьшее количество проверочных элементов и $n-k$, необходимое для исправления трехкратных ошибок, если число элементов в кодовой комбинации равно 12.
13. Произвести перемножение трех многочленов в алгебре циклических кодов $(x + 1)$, $(x^3 + x + 1)$ и $(x^3 + x^2 + 1)$. Прodelать аналогичную операцию и для двоичных эквивалентов.
- 14 Найти остаток при делении многочлена $(x^7+x^6+x^4+x+1)$... на многочлен (x^4+x+1) . Аналогичную операцию проделать и для двоичных эквивалентов.
- 15 Закодировать в циклическом коде комбинации 1001, 1010, если образующий многочлен $g(x)=x^3+x+1$

Индивидуальное практическое задание 5.

- 1 Проверить принятую кодовую комбинацию $x^{14}+x^{11}+x^8+x^6+x^3+x^2+x$ на наличие одиночной ошибки, если образующий полином $g(x)=x^4+x^3+1$. При обнаружении ошибки исправить ее.
- 2 Закодировать в циклическом коде следующие комбинации:
1) 100011; 2) 110011; 3) 100101; 4) 100110; 5) 100111; 6) 110111; 7) 101001.
3. Определить величину кодового расстояния d , обеспечивающего исправление s -кратных ошибок при $s = 1, 3, 5$.
- 4 Определить наименьшее количество проверочных элементов и $n-k$, необходимое для исправления трехкратных ошибок, если число элементов в кодовой комбинации равно 12.

5 Произвести перемножение трех многочленов в алгебре циклических кодов $(x + 1)$, $(x^3 + x + 1)$ и $(x^3 + x^2 + 1)$. Прodelать аналогичную операцию и для двоичных эквивалентов.

6. Найти остаток при делении многочлена $(x^7+x^6+x^4+x+1)$... на многочлен (x^4+x+1) .

Аналогичную операцию проделать и для двоичных эквивалентов.

7 Проверить принятую кодовую комбинацию $x^{14}+x^{11}+x^8+x^6+x^3+x^2+x$ на наличие одиночной ошибки, если образующий полином $g(x)=x^4+x^3+1$. При обнаружении ошибки исправить ее.

8 Закодировать в циклическом коде следующие комбинации:

1) 100011; 2) 110011; 3) 100101; 4) 100110; 5) 100111; 6) 110111; 7) 101001.

9 Определить величину кодового расстояния d , обеспечивающего исправление s -кратных ошибок при $s = 1, 3, 5$.

10 Определить наименьшее количество проверочных элементов и $n-k$, необходимое для исправления трехкратных ошибок, если число элементов в кодовой комбинации равно 12.

11 Произвести перемножение трех многочленов в алгебре циклических кодов $(x + 1)$, $(x^3 + x + 1)$ и $(x^3 + x^2 + 1)$. Прodelать аналогичную операцию и для двоичных эквивалентов.

6 Найти остаток при делении многочлена $(x^7+x^6+x^4+x+1)$... на многочлен (x^4+x+1) . 6

Аналогичную операцию проделать и для двоичных эквивалентов.

12 Проверить принятую кодовую комбинацию $x^{14}+x^{11}+x^8+x^6+x^3+x^2+x$ на наличие одиночной ошибки, если образующий полином $g(x)=x^4+x^3+1$. При обнаружении ошибки исправить ее.

13 Закодировать в циклическом коде следующие комбинации:

1) 100011; 2) 110011; 3) 100101; 4) 100110; 5) 100111; 6) 110111; 7) 101001.

Определить величину кодового расстояния d , обеспечивающего исправление s -кратных ошибок при $s = 1, 3, 5$.

14 Определить наименьшее количество проверочных элементов и $n-k$, необходимое для исправления трехкратных ошибок, если число элементов в кодовой комбинации равно 12.

15 Произвести перемножение трех многочленов в алгебре циклических кодов $(x + 1)$, $(x^3 + x + 1)$ и $(x^3 + x^2 + 1)$. Прodelать аналогичную операцию и для двоичных эквивалентов.

2) Контрольная работа

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество заданий в одном варианте</i>
демонстрирует всестороннее и глубокое знание материала, получены верные ответы 22-25 баллов	30	3
Допускает неточности при демонстрации знаний, ответы имеют неточности 18-23 баллов		
Испытывает трудности при демонстрации знаний, ответы в основном не совпадают с верными 13-17 баллов		

Ниже приводится примерный вариант контрольной работы.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 1

Задача 1.

Определить энтропию системы, которую образуют сообщения о количестве появлений 6 очков при 3 подбрасываниях игральной кости.

Задача 2.

Контролируемый параметр X принимает значения x_0, x_1 с равными вероятностями. Вследствие ограниченной точности системы контроля будут иметь место ошибки контроля, т.е. вместо x_0 фиксируется x_1 и наоборот. Условная вероятность этого события – 0.01. Определить совместную энтропию.

Задача 3.

Даны вероятности независимых сообщений источника.

$$p(x_1) = 0.2$$

$$p(x_2) = 0.7 \quad x_1, x_2, x_3 \text{ — независимые сообщения.}$$

$$p(x_3) = 0.1$$

Передача осуществляется двоичным равномерным кодом, длительность передачи 1 символа – 1 мс. Найти скорость передачи информации в канале без помех.

Задача 4.

Сигнал S подаётся на вход канала с вероятностью 0,6 и отсутствует с вероятностью 0,4. Поступивший сигнал воспроизводится на выходе с вероятностью 0,8 и теряется с вероятностью 0,2. При отсутствии сигнала на входе возможен ложный сигнал S на выходе с вероятностью 0,3. Определить среднее количество информации о входном сигнале по фиксированному выходному.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 2

1 Построить поле $GF(4^2)$, используя неприводимый многочлен 2 степени над $GF(4)$.

Вычислить в $GF(4^2)$ $\frac{6-8*4}{451-385}$

2 Закодировать фразу «Миру май» кодом Фэно. Полученное сообщение передать кодом, исправляющим 1 ошибку.

3 Проверить принятую кодовую комбинацию $x^{14}+x^{11}+x^8+x^6+x^3+x^2+x$ на наличие одиночной ошибки, если образующий полином $g(x)=x^4+x^3+1$. При обнаружении ошибки исправить ее.

2) Экзамен

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
45-50 – Демонстрирует всестороннее и глубокое знание материала	25	3
35-44 – Допускает неточности при демонстрации знаний		
25-34 – Испытывает трудности при демонстрации знаний		

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО КУРСУ ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ И КОДИРОВАНИЯ

1. Количественная оценка информационного содержания сигнала
2. Энтропия и ее свойства.
3. Энтропия марковского процесса.
4. Энтропия системы. Ее свойства
5. Условная энтропия, Ее свойства.
6. Взаимная информация. Ее свойства.
7. Эффективное кодирование дискретных сообщений.
8. Пропускная способность дискретного канала.
9. Классификация кодов
10. Критерий эффективности кода. теорема.
11. Принципы помехоустойчивого кодирования
12. Связь исправляющей способности кода с кодовым расстоянием. Теорема об обнаружении ошибок.
13. Связь исправляющей способности кода с кодовым расстоянием. Теорема об исправлении ошибок.
14. Построение кодов с заданной исправляющей способностью (геометрический подход, параметры кода $k=8$, $q=3$)
15. Линейные коды. Кодовое расстояние для линейного кода.
16. Матричное описание линейных кодов. Теорема о коде, содержащем кодовое слово весом не менее w .
17. Граница Синглтона
18. Групповые коды. Стандартное расположение.
19. Синдром принятого сообщения. Теорема о синдромах
20. Коды Хемминга.
21. Полиномиальное описание циклических кодов. Теоремы. О структуре циклических кодов.
22. Построение порождающего многочлена циклического кода.
23. Минимальное расстояние циклического кода
24. Исправление двух ошибок.
25. BCH коды.
26. CRC коды
27. RS-коды

Пример экзаменационного билета:

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Кафедра прикладной математики и информатики
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № ...
по курсу **Теория информации и кодирования**

- 1) Построить поле $GF(4^2)$, используя неприводимый многочлен 2 степени над $GF(4)$.
Вычислить в этом поле значение выражения $e = \frac{6 - 8 * 4}{451 - 385}$
- 2) Проверить принятую кодовую комбинацию $x^{14} + x^{11} + x^8 + x^6 + x^3 + x^2 + x$ на наличие одиночной ошибки, если образующий полином $g(x) = x^4 + x^3 + 1$. При обнаружении ошибки исправить ее.
- 3) Построение кодов с заданной исправляющей способностью
геометрический подход, параметры кода $k=8$, $q=3$)

Зав. кафедрой ПМИ

Приложение Б
(обязательное)
Карта учебно-методического обеспечения
учебной дисциплины «Теория информации и кодирования»

Таблица Б.1 – Основная литература*

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол.стр.)	Кол.экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение : Учеб.пособие / Пер.с англ.В.Б. Афанасьева. - М. : Техносфера, 2006. - 319с. : ил. - (Мир связи).	5	
Панин В.В. Основы теории информации : Учеб.пособие для вузов. - 2-е изд.,испр.и доп. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 436 с.	5	
Электронные ресурсы		
Теория информации и кодирования : конспект лекция для направления 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" / сост. Т. В. Жгун. – Великий Новгород. Издательство НовГУ . 2016.– 69 с. – ББК 32.0973.2-018+22.161я73 – Текст электронный – Электронно-библиотечная система БиблиоТех. [сайт]. –URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-2582 (дата обращения 19.11.2022)		bibliotech
Помехоустойчивое кодирование : метод. указания к практическим занятиям / сост. Т. В. Жгун. – Великий Новгород. Издательство НовГУ . 2017.– 48 с. – ББК 32.0973.2-018+22.161я73 – Текст электронный – Электронно-библиотечная система БиблиоТех. [сайт]. – URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-2575 (дата обращения 19.11.2022)		bibliotech
Теория информации : метод. указания / сост. Т. В. Жгун. – Великий Новгород. Издательство НовГУ . 2005.– 36 с. – ББК 32.0973.2-018+22.161я73 – Текст электронный – Электронно-библиотечная система БиблиоТех. [сайт]. – URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1440 (дата обращения 19.11.2022)		bibliotech
Практикум по теории информации / сост. Т. В. Жгун. – Великий Новгород. Издательство НовГУ . 2005.– 38 с. – ББК 32.0973.2-018+22.161я73 – Текст электронный – Электронно-библиотечная система БиблиоТех. [сайт]. – URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-409 (дата обращения 19.11.2022)		bibliotech

*См. требования п. 4.3.3 ФГОС 3++ (как правило, при использовании в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд должен быть

укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра на каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

Таблица Б.2 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол.стр.)	Кол.экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
Духин А.А. Теория информации : учебное пособие для вузов. - Москва : Гелиос АРВ, 2007. - 247 с.	1	
– Золотарев В. В. Теория кодирования как задача поиска глобального экстремума / В. В. Золотарёв ; под науч. ред. Н. А. Кузнецова. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2018. - 222, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 212-216. - Прил.: с. 203-210. - Указ.: с. 217-219. - Сигла хранения Ф1-2	2	
Электронные ресурсы		
Математическое Бюро [Электронный ресурс] : [офиц. сайт] / 2006-2021. - Режим доступа: http://www.matburo.ru/useful.php /, свободный. - Загл. с экрана (дата обращения: 17.10.2021):		http://www.matburo.ru/useful.php
Теория информации (курс лекции) [Электронный ресурс] / - Режим доступа: https://www.youtube.com/playlist?list=PLUfHxBkkFMSeSnQTvwVTrUhsuocO0Ap5P		https://www.youtube.com/playlist?list=PLUfHxBkkFMSeSnQTvwVTrUhsuocO0Ap5P
Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие / Н. В. Голубева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1424-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/76825 (дата обращения: 01.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.		ЭБС Лань https://e.lanbook.com/book/76825
Руководство по программированию на C# [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/programming-guide/ (дата обращения: 01.02.2023).		https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/programming-guide/

Фурсов В.А. Лекции по теории информации: Учеб. Пособие / Под редакцией Н.А. Кузнецова – – Текст : электронный // Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 148 с.: ил. ISBN 5-7883-0458-X. – URL: https://www.studmed.ru/fursov-va-lekcii-po-teorii-informacii_f5156deb72d.html . (дата обращения: 01.02.2023.)		

Таблица Б.3 – Информационное обеспечение

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
Профессиональные базы данных		
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» https://portal.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/	Договор от 17.12.2014 № БТ-46/11	бессрочный
Электронный каталог научной библиотеки http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
ЭБС «Электронная библиотечная система Новгородского государственного университета» (ЭБС НовГУ). Универсальный ресурс. Внутривузовские издания НовГУ.	Договор № 230 от 30.12.2022 с ООО «КДУ»	бессрочный
ЭБС «Лань» Единая профессиональная база данных для классических вузов – Издательство Лань «ЭБС» ЭБС ЛАНЬ	Договор от 23.12.2022 № 28/ЕП(У)22 с ООО «Издательство ЛАНЬ»	01.01.2023-31.12.2023
ЭБС «ЛАНЬ» Коллекции: «Физика – Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана», «Информатика - Издательство ДМК Пресс», «Журналистика и медиа-бизнес - Издательство Аспект Пресс»	Договор от 23.12.2022 № 27/ЕП(У)22 с ООО «ЭБС ЛАНЬ»	01.01.2023-31.12.2023
ЭБС «ЛАНЬ» Универсальный ресурс	Договор от 09.11.2020 № СЭБ НВ–283 с ООО «ЭБС ЛАНЬ»	09.11.2020 - 31.12.2023
«ЭБС ЮРАЙТ www.biblio-online.ru» Универсальный ресурс.	Договор от 23.12.2022 № 25/ЕП(У)22 с ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	01.01.2023 - 31.12.2023
«Национальная электронная библиотека» Универсальный ресурс.	Договор от 14.03.2022 № 101/НЭБ/2338-п с ФБГУ «Российская Государственная библиотека»	14.03.2022 - 14.03.2027
ЭБС «IPRsmart» Универсальный ресурс.	Лицензионный договор № 741/22П с ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»	01.01.2023 - 01.01.2024
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	в открытом доступе	-
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	-

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
Профессиональные базы данных		
Информационные справочные системы		
Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru	в открытом доступе	-
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru	в открытом доступе	-
Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru	в открытом доступе	-

