

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
цифровых технологий



С.Д.Кургалин
30.06.2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

02.03.01 Математика и компьютерные науки

2. Профиль подготовки/специализация: для всех профилей

3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: цифровых технологий

6. Составители программы: Борзунов Сергей Викторович, кандидат физико-математических наук, доцент

7. Рекомендована: Научно-методическим советом факультета компьютерных наук (протокол № 6 от 25.06.2018)

8. Учебный год: 2020-2021

Семестр(ы): 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины: формирование знаний, умений и компетенций в области теории информации, теории кодирования сигналов как носителей информации, возможностях передачи и преобразования информации. Основными задачами является изучение энтропии источников информации, исследование различных видов кодов, рассмотрение математических моделей каналов передачи информации.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: дисциплина относится к вариативной части блока Б1. Для успешного освоения дисциплины необходимо предварительное изучение курсов «Математический анализ», «Теория вероятностей», «Математическая статистика».

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-2	Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.	<p>знать: основные положения и понятия теории информации;</p> <p>уметь: оценивать скорость передачи информации и пропускную способность каналов;</p> <p>владеть: навыком применения методов теории информации для решения задач профессиональной деятельности.</p>
ОПК-4	Способность находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем.	<p>знать: алгоритмы кодирования для источников информации и каналов связи;</p> <p>уметь: реализовывать методы кодирования и декодирования на ЭВМ;</p> <p>владеть: навыками разработки прикладных программ с применением положений теории информации.</p>
ПК-1	Способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области.	<p>знать: области применения теории информации;</p> <p>уметь: вычислять энтропию источников;</p> <p>владеть: навыками квалифицированного выбора и адаптации существующих методов передачи информации.</p>
ПК-3	Способность строго доказывать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата.	<p>знать: методы формулировки и доказательства математических утверждений;</p> <p>уметь: применять аппарат теории информации для доказательства утверждений и теорем;</p> <p>владеть: навыками анализа и интерпретации результатов решения задач.</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 4/144.

Форма промежуточной аттестации: 6 семестр – экзамен.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		6 сем.
Аудиторные занятия	50	50
в том числе:		
лекции	34	34
практические		
лабораторные	16	16
Самостоятельная работа	58	58
Экзамен	36	36
Итого:	144	144

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Системы связи и теория информации	Основная проблема связи. История коммуникаций. Необходимость теории информации
1.2	Мера информации	Энтропия Шеннона. Совместная энтропия, условная энтропия. Относительная энтропия и взаимная информация. Цепные правила для энтропии. Свойства энтропии.
1.3	Свойство асимптотического равномерного распределения	Сильная и слабая типичность. Сходимость. Теорема свойства асимптотического равномерного распределения. Высоковоероятностные множества и типичные множества. Сжатие данных.
1.4	Кодирование для дискретных источников	Примеры кодов. Неравенство Крафта. Оптимальные коды. Неравенство Крафта для однозначно декодируемых кодов. Коды Хаффмана. Кодирование Шона-Фано-Элиаса. Энтропия случайных процессов. Марковские источники
1.5	Дискретные каналы без памяти и пропускная способность	Определение и примеры пропускной способности канала. Свойства. Объединенные типичные последовательности. Теорема кодирования для канала с шумами. Обратная теорема. Методы кодирования и декодирования. Коды Хэмминга. Каналы с обратной связью.
1.6	Дифференциальная энтропия	Определение. Соотношение с дискретной энтропией. Относительная энтропия и взаимная информация. Свойство асимптотического равномерного распределения для непрерывных случайных величин.
2. Лабораторные занятия		
2.1	Системы связи и теория информации	Основная проблема связи. История коммуникаций. Необходимость теории информации
2.2	Мера информации	Энтропия Шеннона. Совместная энтропия, условная энтропия. Относительная энтропия и взаимная информация. Цепные правила для энтропии. Свойства энтропии.
2.3	Свойство асимптотического равномерного распределения	Сильная и слабая типичность. Сходимость. Теорема свойства асимптотического равномерного распределения. Высоковоероятностные множества и типичные множества. Сжатие данных.
2.4	Кодирование для дискретных источников	Примеры кодов. Неравенство Крафта. Оптимальные коды. Неравенство Крафта для однозначно декодируемых кодов. Коды Хаффмана. Кодирование Шона-Фано-Элиаса. Энтропия случайных процессов. Марковские источники

2.5	Дискретные каналы без памяти и пропускная способность	Определение и примеры пропускной способности канала. Свойства. Объединенные типичные последовательности. Теорема кодирования для канала с шумами. Обратная теорема. Методы кодирования и декодирования. Коды Хэмминга. Каналы с обратной связью.
2.6	Дифференциальная энтропия	Определение. Соотношение с дискретной энтропией. Относительная энтропия и взаимная информация. Свойство асимптотического равномерного распределения для непрерывных случайных величин.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Системы связи и теория информации	2		2	8	12
2	Мера информации	4		2	10	16
3	Свойство асимптотического равномерного распределения	4		2	10	16
4	Кодирование для дискретных источников	12		4	10	26
5	Дискретные каналы без памяти и пропускная способность	10		4	10	24
6	Дифференциальная энтропия	2		2	10	14
	Итого:	34		16	58	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие средства:

- рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- методические указания и пособия;
- контрольные задания для закрепления теоретического материала;
- электронные версии учебников и методических указаний для выполнения практических работ.

Форма организации самостоятельной работы: подготовка к аудиторным занятиям; выполнение домашних заданий; выполнение контрольных работ.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Белов, В.М. Теория информации. Курс лекций / В.М. Белов ; Новиков С. Н. ; Солонская О. И. — Москва : Горячая линия - Телеком, 2012 .— 144 с. — ISBN 978-5-9912-0237-4 .— http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253055

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Балюкевич, Э.Л. Теория информации. Учебно-методический комплекс / Э.Л. Балюкевич .— Москва : Евразийский открытый институт, 2009 .— 215 с. — ISBN 978-5-374-00219-5 .— http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90441
3	Кудряшов Б. Д. Теория информации : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению подготовки 230200 "Информ. системы" / Б.Д. Кудряшов .— СПб [и др.] : Питер, 2009 .— 314 с.
4	Теория информации и кодирование : Учебное пособие / Б.Б. Самсонов, Е.М. Плохов, А.И. Филоненков, Т.В. Кречет .— Ростов н/Д : Феникс, 2002 .
5	Галлагер Р. Теория информации и надежная связь / Р. Галлагер ; Пер. с англ. под ред. М.С. Пинскера и Б.С. Цыбакова .— М. : Советское радио, 1974 .— 720 с.
6	Чисар И. Теория информации / И.Чисар, Я. Кернер. — М. : Мир, 1985. — 400 с.
7	Cover T.M. Elements of Information Theory / T.M.Cover. - Wiley, 2006. -
8	Мак-Вильямс Ф.Дж.А. Теория кодов, исправляющих ошибки / Ф.Дж.А.Мак-Вильямс, Н.Дж.А.Слоэн. - М: Связь, 1979. — 372 с.
9	Nisan E. Communication complexity / E.Nisan, N.Kushilevitz. - Cambridge University Press, 1997.
10	Шеннон К.Э. Математическая теория связи / К.Э.Шеннон.— В кн.: Работы по теории информации и кибернетике. М.: ИЛ, 1963.- 363 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
11	www.lib.vsu.ru –ЗНБ ВГУ
12	IEEE Information Theory Society. - www.itsoc.org

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Балюкевич, Э.Л. Теория информации. Учебно-методический комплекс / Э.Л. Балюкевич .— Москва : Евразийский открытый институт, 2009 .— 215 с. — ISBN 978-5-374-00219-5 .— http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90441

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости) — нет

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины: лекционная аудитория, оборудованная мультимедийным проектором, учебное оборудование и программное обеспечение компьютерных классов.

19. Фонд оценочных средств:

19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средства оценивания)
ОПК-2	Знать: основные положения и понятия теории информации.	Разделы 1-6	КИМ
	Уметь: оценивать скорость передачи информации и пропускную способность каналов.	Разделы 1-6	Лабораторные работы 1-3
	Владеть: навыком применения методов теории информации для решения задач профессиональной деятельности.	Разделы 1-6	Лабораторные работы 1-3
ОПК-4	Знать: алгоритмы кодирования для источников информации и каналов связи.	Разделы 1-6	КИМ
	Уметь: реализовывать методы кодирования и декодирования на ЭВМ.	Разделы 1-6	Лабораторные работы 1-3
	Владеть: навыками разработки прикладных программ с применением положений теории информации.	Разделы 1-6	Лабораторные работы 1-3
ПК-1	Знать: области применения теории информации.	Разделы 1-6	КИМ
	Уметь: вычислять энтропию источников.	Разделы 1-6	Лабораторные работы 1-3
	Владеть: навыками квалифицированного выбора и адаптации существующих методов передачи информации.	Разделы 1-6	Лабораторные работы 1-3
ПК-3	Знать: методы формулировки и доказательства математических утверждений.	Разделы 1-6	КИМ
	Уметь: применять аппарат теории информации для доказательства утверждений и теорем.	Разделы 1-6	Лабораторные работы 1-3
	Владеть: навыками анализа и интерпретации результатов решения задач.	Разделы 1-6	Лабораторные работы 1-3
Промежуточная аттестация			КИМ

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели:

- 1) знание основных положений и понятий теории информации;
- 2) знание алгоритмов кодирования для источников информации и каналов связи;
- 3) знание области применения теории информации;
- 4) знание методов формулировки и доказательства математических утверждений;
- 5) умение оценивать скорость передачи информации и пропускную способность каналов;
- 6) умение реализовывать методы кодирования и декодирования на ЭВМ;
- 7) умение вычислять энтропию источников;
- 8) умение применять аппарат теории информации для доказательства утверждений и теорем;

- 9) владение навыком применения методов теории информации для решения задач профессиональной деятельности;
- 10) владение навыками разработки прикладных программ с применением положений теории информации;
- 11) владение навыками квалифицированного выбора и адаптации существующих методов передачи информации;
- 12) владение навыками анализа и интерпретации результатов решения задач.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Обучающийся демонстрирует высокий уровень владения материалом, ориентируется в предметной области, верно отвечает на все дополнительные вопросы.	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному или двум из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Допускаются ошибки при воспроизведении части теоретических положений.	Базовый уровень	Хорошо
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трём из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Сформированные знания основных понятий, определений и теорем, изучаемых в курсе, не всегда полное их понимание с затруднениями при воспроизведении.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым четырём из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные знания (либо их отсутствие) основных понятий, определений и теорем, используемых в курсе.	–	Неудовлетворительно

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену

1. Основная проблема связи. Общая блок-схема системы связи.
2. Кодирование Шеннона-Фано-Элиаса.
3. Модели источников и кодирование источников.
4. Арифметическое кодирование.
5. Энтропия. Свойства энтропии. Совместная энтропия. Условная энтропия.
6. Пропускная способность дискретного канала.
7. Взаимная информация. Средняя взаимная информация. Собственная информация.
8. Симметричные, слабо симметричные каналы.
9. Связь энтропии и информации.

10. Свойства пропускной способности канала.
11. Свойство асимптотического равномерного распределения.
12. Определение кода дискретного канала. Вероятность ошибки. Скорость кода. Ёмкость канала.
13. Коэффициент энтропии случайных процессов.
14. Совместная типичность. Свойства совместно типичных последовательностей.
15. Типичные множества.
16. Теорема канального кодирования.
17. Энтропия марковских цепей.
18. Практические схемы кодирования. Код повторений.
19. Энтропия случайных блужданий на взвешенном графе.
20. Линейные блочные коды.
21. Неравенство Крафта.
22. Коды Хэмминга.
23. Сжатие данных. Примеры кодов.
24. Пропускная способность канала с обратной связью.
25. Оптимальные коды источников.
26. Дифференциальная энтропия.
27. Границы оптимальных кодовых длин.
28. Коды Хаффмана.

19.3.2 Перечень лабораторных работ

1. Энтропия и взаимная информация.
2. Кодирование для дискретных источников.
3. Пропускная способность каналов. Кодирование для дискретных каналов.

Типовое задание для лабораторной работы

Лабораторная работа № 1 «Энтропия и взаимная информация»

Цель работы: практическая реализация методов нахождения энтропии, взаимной и собственной информации для дискретных источников и каналов передачи информации.

Требования к выполнению работы: выполнение лабораторной работы предусматривает написание программы, реализующей нахождение энтропии, взаимной и собственной информации, условной энтропии и других информационных характеристик для произвольного ХУ-ансамбля и проверку её работы на контрольном примере.

Отчёт о работе заключается в демонстрации работы программы и объяснении принципов работы алгоритма.

Критерии оценки: для получения оценки «зачтено» необходимо показать высокий уровень владения теоретическим материалом, уметь объяснить принцип работы написанной программы, верно ответить на дополнительные вопросы.

Задание: написать программу, реализующую нахождение энтропии, взаимной и собственной информации, условной энтропии и других информационных характеристик для произвольного ХУ-ансамбля. Проверить работу программы на контрольном примере. Оформить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа № 2 **«Кодирование для дискретных источников»**

Цель работы: практическая реализация методов кодирования Хаффмана и Шеннона-Фано-Элиаса для дискретных источников; анализ методов кодирования.

Требования к выполнению работы: выполнение лабораторной работы предусматривает написание программы, реализующей методы кодирования Хаффмана и Шеннона-Фано-Элиаса для дискретных источников и проверку её работы на контрольном примере.

Отчёт о работе заключается в демонстрации работы программы и объяснении принципов работы алгоритма.

Критерии оценки: для получения оценки «зачтено» необходимо показать высокий уровень владения теоретическим материалом, уметь объяснить принцип работы написанной программы, верно ответить на дополнительные вопросы.

Задание: написать программу, реализующую методы кодирования Хаффмана и Шеннона-Фано-Элиаса для дискретных источников. Проверить работу программы на контрольном примере. Оформить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа № 3 **«Пропускная способность каналов. Кодирование для дискретных каналов»**

Цель работы: практическая реализация методов кодирования Хэмминга. Исследование и нахождение пропускной способности канала.

Требования к выполнению работы: выполнение лабораторной работы предусматривает написание программы, реализующей метод кодирования Хэмминга для дискретного канала, и также вычисляющей пропускную способность канала; проверку её работы на контрольном примере.

Отчёт о работе заключается в демонстрации работы программы и объяснении принципов работы алгоритма.

Критерии оценки: для получения оценки «зачтено» необходимо показать высокий уровень владения теоретическим материалом, уметь объяснить принцип работы написанной программы, верно ответить на дополнительные вопросы.

Задание: написать программу, реализующую метод кодирования Хэмминга для дискретного канала. Проверить работу программы на контрольном примере. Найти пропускную способность канала. Оформить отчет по лабораторной работе.

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: письменного опроса и контрольных работ. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования, а также в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе контроля знаний на факультете компьютерных наук ВГУ.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.