

Государственное бюджетное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора ИК по УР

Гайворонский С.А.

«01» 09 2014 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРИКЛАДНАЯ ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ

НАПРАВЛЕНИЕ ООП: 010400 Прикладная математика и информатика

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ: Математическое моделирование распределенных динамических систем

КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ): бакалавр

БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА 2011 г.

КУРС 4 СЕМЕСТР 8

КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ 4

ПРЕРЕКВИЗИТЫ: Математический анализ, Информатика и программирование, Теория алгоритмов, Теория вероятностей и математическая статистика, Теория игр и исследование операций, Теория случайных процессов

КОРЕКВИЗИТЫ: УИРС, Компьютерный анализ данных, Планирование и обработка результатов эксперимента

ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:

ЛЕКЦИИ 24 час.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ 24 час.

АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ 48 час.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА 36 час.

ИТОГО 84 час.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ: ЗАЧЕТ в 8 СЕМЕСТРЕ

ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ КАФЕДРА: «Прикладная математика»

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ: к.т.н., доцент

О.М. Гергет

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП: к.т.н., доцент

Д.Ю. Степанов

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ: к.т.н., доцент

А.И. Кочегуров

2014 г.

1. Цели освоения дисциплины

В результате освоения данной дисциплины бакалавр приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей Ц1 и Ц3 основной образовательной программы 010400 «Прикладная математика и информатика».

Основные цели освоения дисциплины:

ознакомить студентов с основными понятиями: сигнал, канал связи, информация, кодирование, система передачи сообщений; а также – с основными направлениями развития этой науки, в том числе:

- изучить теоретические основы и математические модели, необходимые для исследования информационных процессов и кодирования в каналах связи на соответствующем уровне формализации;

- дать практические навыки вычисления количества информации, анализа способов кодирования и расчета характеристик сигналов и каналов в рамках изучаемых методов;

- подготовить студентов к дальнейшему образованию в области информации, кодирования и каналов связи, в частности, к изучению курсов: методы защиты информации в компьютерных системах; системы, основанные на знаниях; информационные технологии и др.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина входит в ООП по направлению 010400 Прикладная математика и информатика вариативной части дисциплин профессионального цикла. Она непосредственно связана с дисциплинами естественнонаучного и математического цикла. **Задачи** дисциплины – дать основы теории связи и информационных процессов, а также методов расчета информационных характеристик сообщений и систем.

ПРЕРЕКВИЗИТЫ: Математический анализ, Информатика и программирование, Теория алгоритмов, Теория вероятностей и математическая статистика, Теория игр и исследование операций, Теория случайных процессов
КОРЕКВИЗИТЫ: УИРС, Компьютерный анализ данных, Планирование и обработка результатов эксперимента

3. Результаты освоения дисциплины

При изучении дисциплины бакалавры должны: познакомиться с основами построения математических моделей, необходимых для исследования информационных процессов и кодирования в каналах связи на соответствующем уровне формализации; получить практические навыки вычисления количества информации, анализа способов кодирования и расчета характеристик сигналов и каналов в рамках изучаемых методов.

После изучения данной дисциплины бакалавры приобретают знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы: P1, P2 и P3¹. Соответствие результатам освоения дисциплины «Прикладная теория информации» формируемым компетенциям представлено в таблице.

Формируемые компетенции в соответствии с ООП	Результаты освоения дисциплины
<p>ПК-1 способностью демонстрации общенаучных базовых знаний естественных наук, математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой</p>	<p>3.1.1 Способен понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, P1 3.2.1. Знать концепции теории передачи информации по каналам связи и принципы кодирования информации, P2</p>
<p>ПК-3 способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат ПК-7 способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным, социальным и этическим проблемам</p>	<p>У.1.1 Умение применять в исследовательской и прикладной деятельности методы кодирования и декодирования информации, P1 У.2.1 Умение строить математические модели, необходимые для исследования информационных процессов, P2 У.3.1 Умение интерпретировать результаты исследования информационных потоков, P3</p>
<p>ОК-11 способностью владения навыками работы с компьютером как средством управления информацией ПК-9 способностью решать задачи производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне, включая: разработку</p>	<p>В.3.1. Владеть методами решения дифференциальных и алгебраических уравнений, дифференциального и интегрального исчисления, аналитической геометрии, теории вероятностей и математической статистики в математических пакетах, P3 В.3.2. Опыт в использования основных типов информационных систем и прикладных программ общего назначения для решения с их помощью практических задач передачи информации, P3 В.3.3. Опыт работы на компьютере с прикладными программными</p>

¹ Расшифровка кодов результатов обучения представлена в Основной образовательной программе подготовки бакалавров по направлению (специальности) 010400, Прикладная математика и информатика

алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования	средствами для представления типовых информационных объектов, РЗ
---	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Структура дисциплины по разделам, формам организации и контроля обучения

№	Название раздела/темы	Аудиторная работа (час)		СРС (час)	Колл, Контр.Р	Итого
		Лекции	Практические занятия			
1.	Цели, задачи и структура курса. Краткие сведения по истории развития теории информации и кодирования (2 часа)	2				2
2	Сигналы. Каналы связи. Оптимальный прием сигналов (6 часов)	6	6	6	Отчеты по решенным задачам	18
3.	Источники сообщений. Энтропия и количество информации. (4 часа)	4	4	10	Отчеты по решенным задачам	18
4	Передача информации по каналам связи. Избыточность информации. Пропускная способность каналов связи (6 часов)	6	8	8	Отчеты по решенным задачам	22
5	Помехоустойчивое кодирование. Коды с обнаружением ошибок. Корректирующие коды. Код Хэмминга. Циклические коды. (6 часов)	6	6	12	Отчеты по решенным задачам	24
Итого		24	24	36		84

При сдаче и защите отчетов проводится устный опрос.

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1. Теоретический раздел (24 часа)

Раздел 1. Введение (2 часа)

Цели, задачи и структура курса. Краткие сведения по истории развития теории информации и кодирования. Связь курса с другими дисциплинами. Список литературы по курсу.

Раздел 2. Обобщенный информационный процесс. (6 часов)

Знаки и сигналы. Модели сигналов и их классификация. Временное и частотное представление сигналов. Простейшие сигналы. Разложение сигналов по ортонормированному базису. Системы передачи информации и каналы связи. Дискретные и непрерывные каналы связи, их математические модели и классификация. Понятие о равновероятных и не равновероятных исходах. Дискретный вероятностный ансамбль как модель источника информации. Оптимальный прием сигналов.

Раздел 3. Информационные характеристики источников сообщений (4 часа)

Энтропия как мера неопределенности физической системы. Энтропия сложной системы. Количественные аспекты информации. Количество информации как мера снятой неопределенности. Объем информации. Взаимная информация. Энтропия непрерывной случайной величины. Количество информации для непрерывных систем. Принцип экстремума энтропии и экстремальные распределения.

Раздел 4. Передача информации по каналам связи (6 часов)

Источники сообщений. Избыточность информации. Передача информации по каналам связи. Пропускная способность канала. Пропускная способность непрерывных каналов связи. Согласование скорости выдачи информации с пропускной способностью канала связи. Согласование конечных устройств с каналами связи.

Раздел 5. Кодирование информации (6 часов)

Префиксные коды. Основные теоремы кодирования. Оптимальное кодирование. Код Шеннона-Фано. Блочное кодирование. Код Хаффмана. Совмещенный способ построения кода Хаффмана. Коды с обнаружением ошибок. Корректирующие коды. Код Хэмминга. Техническая реализация кода Хэмминга. Циклические коды.

1.2.2. Практический раздел (24 часа)

Практическое занятие № 1

Тема: Понятие сигнала. Описание во временной и частотной областях.

Цель работы: Приобретение практических навыков для представления сигналов на основе дискретного преобразования (ДПФ) Фурье

Временной ресурс:

- аудиторные занятия – 2 часа;
- самостоятельная работа – 2 часа.

Итоговая оценка: защита работы

Всего: 5 баллов, в том числе:

- понятие сигнала

- 1 балл;

- свойства сигнала – 1 балл;
- ДПФ – 1 балл;
- спектральное представление сигнала – 2 балла;

Практическое занятие № 2

Тема: Разложение сигналов в ряд Котельникова.

Цель работы: Приобретение практических навыков разложение временных последовательностей в ряд Котельникова

Временной ресурс:

- аудиторные занятия – 2 часа;
- самостоятельная работа – 2 часа.

Итоговая оценка: защита работы

Всего: 4 балла, в том числе:

- теорема Котельникова – 1 балл;
- разложение сигнала в ряд – 3 балла;

Практическое занятие № 3

Тема: Оценка энтропийных характеристик дискретных и непрерывных случайных величин.

Цель работы: Приобретение практических навыков для вычисления энтропии случайных величин

Временной ресурс:

- аудиторные занятия – 4 часа;
- самостоятельная работа – 8 часов.

Итоговая оценка: защита работы

Всего: 5 баллов, в том числе:

- понятие и свойства энтропии – 2 балла;
- энтропия непрерывной случайной величины – 1 балл;
- вычисление энтропии – 2 балла;

Практическое занятие № 4

Тема: Условная и частная энтропия и их свойства.

Цель работы: Приобретение практических навыков для вычисления условной и частной энтропий

Временной ресурс:

- аудиторные занятия – 2 часа;
- самостоятельная работа – 4 часа.

Итоговая оценка: защита работы

Всего: 4 балла, в том числе:

- условная и частная энтропия – 1 балл
- энтропия объединенного ансамбля и ее свойства – 1 балл
- вычисление условных энтропий случайных объектов – 2 балла

Практическое занятие № 5

Тема: Оценка количества информации.

Цель работы: Приобретение практических навыков вычисления количества информации в случайных объектах

Временной ресурс:

- аудиторные занятия – 2 часа;
- самостоятельная работа – 4 часа.

Итоговая оценка: защита работы

Всего: 4 балла, в том числе:

- количество информации как мера снятой неопределенности - 1 балл;
- оценка объема информации – 1 балл;
- определение взаимной информации – 2 балла.

Практическое занятие № 6

Тема: Оценка информационных характеристик канала передачи данных

Цель работы: Приобретение практических навыков определения избыточности информации, пропускной способности и скорости передачи канала

Временной ресурс:

- аудиторные занятия – 6 часов;
- самостоятельная работа – 12 часов.

Итоговая оценка: защита работы

Всего: 4 балла, в том числе:

- оценка избыточности – 1 балл;
- определение пропускной способности и скорости передачи – 3 балла.

Практическое занятие № 7

Тема: Помехоустойчивое кодирование

Цель работы: Приобретение практических навыков по оптимальному кодированию информации.

Временной ресурс:

- аудиторные занятия – 4 часа;
- самостоятельная работа – 2 часа.

Итоговая оценка: защита работы

Всего: 3 балла, в том числе:

- код Шеннона-Фано. - 1 балл;
- коды с обнаружением ошибок – 1 балл;
- техническая реализация кода Хэмминга. - 1 балл.

Практическое занятие № 8

Тема: Блочное кодирование.

Цель работы: Приобретение практических навыков для построения кода Хаффмана.

- аудиторные занятия – 2 часа;
- самостоятельная работа – 2 часа.

Итоговая оценка: защита работы

Всего: 3 балла, в том числе:

- совмещенный способ построения кода Хаффмана - 3 балла.

4.3. Распределение компетенций по разделам дисциплины

Распределение компетенций по разделам дисциплины, планируемых результатов обучения по базовой образовательной программе, формируемых в рамках данной дисциплины, приведено в таблице.

№	Формируемые компетенции					
		1	2	3	4	5
1	З.1.1	x	x	x	x	x
2	З.2.1		x	x	x	x
3	У.1.1		x	x	x	x
4	У.2.1		x	x	x	x
5	У.3.1		x	x	x	x
6	В.3.1		x	x	x	x
7	В.3.2		x	x	x	x
8	В.3.3		x	x	x	x

5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности бакалавров для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

Методы и формы активизации деятельности	Виды учебной деятельности			
	ЛК	ЛБ	КР	СРС
Дискуссия	x	x	x	
IT-методы			x	
Работа в команде				
Опережающая самостоятельная работа		x	x	
Индивидуальное обучение		x	x	x
Проблемное обучение	x	x	x	
Поисковый метод			x	x
Разбор кейсов		x	x	
Обучение на основе опыта	x	x	x	

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала на лекциях;

- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet* - ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной литературы;
- получение практических навыков по определению количества информации, анализа способов кодирования и расчета характеристик сигналов и каналов при решении задач на практических занятиях;
- подготовка к рубежному и итоговому контролю.

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС) (54 час)

6.1. Текущая и опережающая СРС

Текущая и опережающая самостоятельная работа студентов направлена на углубление и закрепление знаний, а также практических умений. К ней относятся:

- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- работа бакалавров с лекционным материалом;
- поиск и анализ литературы и электронных источников информации по вопросам, изучаемым на лекциях;
- изучение методических указаний к практическим занятиям;
- самостоятельное решение задач.

6.1.1. Перечень тем, выносимых на самостоятельную проработку:

Циклические коды [2].

6.2. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа ориентирована на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов и заключается:

- в поиске, анализе и структурировании информации, необходимой для решения практических задач;
- в изучении теоретических основ и математических моделей, необходимых для исследования информационных процессов и кодирования в каналах связи на соответствующем уровне формализации;
- в анализе теоретического материала по теме, определенной преподавателем;
- в разработке алгоритмов решения задач и проведении расчетов;
- в подготовке отчетов по решаемым задачам.

6.2.1. Примеры контрольных работ для студентов

Задача 1 Число символов алфавита $m=5$. Определить количество информации на символ сообщения, составленного из этого алфавита:

- а) если символы алфавита встречаются с равными вероятностями;
- б) если символы алфавита встречаются в сообщении с вероятностями; $p_1=0,8$; $p_2=0,15$; $p_3=0,03$; $p_4=0,015$; $p_5=0,005$.

Насколько недогружены символы во втором случае?

Задача 2 Определить энтропию телевизионного изображения, воспроизводимого телевизионным приемником «Славутич-204», если у него разрешающая способность линий не менее 500, число градаций яркости 6-8, а условное число элементов строки – 700.

Задача 3 Буквы русского алфавита передаются при помощи четырехчастотных кодов. Длительность кода буквы равна 0,1 сек. Определить скорость передачи информации и скорость передачи сигналов.

Задача 4 Первичный алфавит состоит из 26 символов. Вероятность появления каждого последующего символа в два раза меньше вероятности предыдущего. Какой вид имеет вторая, тринадцатая и двадцать шестая комбинации оптимального кода для данного первичного алфавита?

6.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей. Оценка успеваемости бакалавров осуществляется по результатам:

- самостоятельного (под контролем преподавателя) формализации постановки задач на практических занятиях;
- самостоятельного (под контролем преподавателя) выполнения расчетов;
- устного опроса при защите отчетов по проведенным расчетам.
-

6.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Образовательные ресурсы, рекомендуемые для использования при самостоятельной работе студентов приведены в списке литературы.

7. Средства (ФОС) текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины, а также оценка успеваемости бакалавров осуществляется по результатам:

- самостоятельного (под контролем преподавателя) выполнения расчетов при решении задач на практических занятиях;

- ответов на вопросы рубежного, итогового контролей;
- устного опроса при защите отчетов;

7.1. Банк данных теоретических вопросов

Примерный перечень вопросов для оценки текущей успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов по результатам освоения модуля (дисциплины):

1. Энтропия вероятностной схемы дискретного ансамбля.
2. Условная энтропия в случае двух дискретных ансамблей.
3. Взаимная информация и ее свойства.
4. Энтропия непрерывного ансамбля. Дифференциальная энтропия.
5. Условная энтропия в случае двух непрерывных ансамблей.
6. Взаимная информация двух непрерывных ансамблей.
7. Источники информации. Энтропия дискретных источников.
8. Аксиома Хинчина (о типичных последовательностях).
9. Дискретный источник без памяти. Его производительность.
10. Две теоремы Шеннона об источниках. Марковские и эргодические источники.
11. Обобщенная схема системы передачи информации.
12. Понятие кода. Оптимальное кодирование источника.
13. Префиксные коды. Неравенство Крафта.
14. Помехоустойчивое кодирование. Линейные блочные коды. Их параметры.
15. Корректирующие свойства кодов. Кодирование и декодирование линейного кода.
16. Коды Галлея и проверки на четность.
17. Методика определения требуемых параметров линейного кода в канале с шумом.
18. Циклические коды. Полиномиальная процедура кодирования.
19. Циклические коды. Полиномиальная процедура декодирования.
20. БЧХ-коды.
21. Код Хемминга.
22. Сверточные коды.
23. Математические модели канала связи.
24. Пропускная способность канала связи.
25. Прямая и обратная теоремы кодирования.
26. Задача об оптимальном приеме двоичных сигналов.
27. Корреляционный прием сигналов.
28. Виды модуляции. Их отличия.
29. Простейшие сигналы. Их роль в теории информации и связи.
30. База сигнала. Шумоподобные сигналы. Пример.
31. Разделение каналов передачи дискретных сообщений по форме сигнала.
32. Виды разделения каналов передачи по общей среде распространения сигналов.
33. Шифрование сообщений как специфическая задача кодирования.
34. Обобщенный ряд Фурье. Понятие спектра сигнала.
35. Ряд Котельникова. Теорема об отсчетах непрерывного сообщения.
36. Векторное представление сигналов.
37. Постановка задачи об оптимальном приеме двоичных сигналов.
38. Средняя вероятность ошибки в двоичном канале.
39. Оптимальные алгоритмы приема двоичных сигналов.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература

1. Лебедько Е.Г., Математические основы передачи информации. Ч.5: учеб. пособие для вузов.-СПб: СПбГУ ИТМО, 2010.-93 с.
2. Лебедько Е.Г., Теоретические основы передачи информации: СПб: Лань, 2011.-352с.
3. Дмитриев В.И. Прикладная теория информации. М., Высшая школа. 1989. 320с.
4. Скляр Б. Цифровая связь. 2-е изд. М.: Издат. дом Вильямс, 2003. 1104с.
5. Кавчук С.В. Сборник примеров и задач по теории информации. – Таганрог: Изд.во ТГРУ, 2002. 157с.
6. Игнатов В.А. Теория информации и передачи сигналов. М., Радио и связь. 1991. 325с.
7. Жуков В.П., Карташѐв, В.Г., Николаев А.М. Задачник по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы»: Уч. пос. для вузов. М.: ВШ, 1986. 159с.

8.2. Дополнительная литература.

1. Стратонович Р.С. Теория информации. М.: Советское радио, 1975. 424с.
2. Берлекэмп Э. Алгебраическая теория кодирования. М.: Мир, 1971. 477с.
3. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. М.: Мир, 1986. 576с.
4. Цымбал В.П. Задачник по теории информации и кодированию. Киев: Выща школа. 1976.
5. Советов Б.Я. Информационная технология. М.: Высшая школа. 1994. 368с.
6. Горяинов В.Т. и др. Примеры и задачи по статистической радиотехнике. М.: ВШ, 1973.
7. Колесник В.Д., Полтырев Г.Ш. Курс теории информации. М.: Наука. 1982. 416с.
8. Галлагер Р. Теория информации и надежная связь. М.: Советское радио. 1974.
9. Зюко А.Г., Кловский Д.Д., Назаров М.В., Финк Л.М. Теория передачи сигналов. М.: Радио и связь. 1986.
11. Кловский Д.Д. Теория передачи сигналов. М., Связь 1974.
12. Кловский Д.Д. Теория передачи сигналов в задачах. М., Связь 1974.
13. Кузмин И.В., Кедрус Р.А. Основы теории информации и кодирования. Киев: Выща школа. 1986.

8.3. Ресурсы Интернета.

Ключевые слова «теория информации» позволяют выйти на публикации, связанные с современными подходами к этой области знаний, к попыткам сформировать теоретические основы семантического и прагматического аспектов понятия информации.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекции проводятся в 112 ауд. КЦ, оснащенной мультимедиа-проектором. Практические занятия проводятся в компьютерных классах: 102-КЦ, 103-КЦ, 104-КЦ, 105-КЦ.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению и профилю подготовки 010400 «Прикладная математика и информатика».

Программа одобрена на заседании кафедры ПМ

(протокол № 210 от «28» 08 2014 г.).

Автор: к.т.н., доцент Кочегуров А.И.

