**Программа утверждена на заседании кафедры теории вероятностей**

**Протокол № 6 от 18 ноября 2015 г.**

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

1. Код и наименование дисциплины (модуля): Теория информации.

2. Уровень высшего образования – специалитет.

3. Направление подготовки: 01.05.01 Фундаментальные математика и механика. Специализация: Фундаментальная математика.

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП. Является специальной дисциплиной (спецкурсом) для студентов 3-6 годов обучения, специализирующихся в данной научной области или смежной научной области, спецкурсом по выбору студента.

Освоение дисциплины необходимо для последующего изучения дисциплин образовательной программы: курсовая работа, научно-исследовательская практика, преддипломная практика, выпускная квалификационная работа.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часа, из которых 44 (46\*) часа составляет контактная работа студента с преподавателем (34 (36\*) часа занятия лекционного типа, 12 часов мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 64 (62\*) часа составляет самостоятельная работа студента.

*\* - если специальный курс читается в нечетном семестре (продолжительность нечетного семестра 18 недель, четного семестра 17 недель).*

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Для того чтобы изучение дисциплины было возможно, обучающийся должен

1. освоить следующие дисциплины образовательной программы: математический анализ, линейную алгебру и геометрию, теорию вероятностей, математическую статистику, комплексный анализ, функциональный анализ, дискретную математику.
2. обладать следующими компетенциями:

Знать: основные направления, проблемы, теории и методы современной математики.

Уметь: решать стандартные задачи математического анализа, линейной алгебры и геометрии, теории вероятностей, математической статистики, комплексного анализа, функционального анализа, дискретной математики и применять идеи, использованные в их решениях, для решения аналогичных задач.

Владеть: основными понятиями и теоремами из этих разделов математики.

8. Формат обучения.

Очная форма обучения, лекционные занятия.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (Перечень тем см. Приложения).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),**  **форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)** | **Всего**  **(часы**) | В том числе | | | | | | | | |
| **Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**  из них | | | | | | **Самостоятельная работа обучающегося, часы**  из них | | |
| Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Групповые консультации | Индивидуальные консультации | Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации | **Всего** | Выполнение домашних заданий | Подготовка рефератовит.п.. | **Всего** |
| Тема 1 | 6 | 2 |  |  |  |  | 2 | 4 |  | 4 |
| Тема 2 | 6 | 2 |  |  |  |  | 2 | 4 |  | 4 |
| Тема 3 | 6 | 2 |  |  |  |  | 2 | 4 |  | 4 |
| Тема 4 | 6 | 2 |  |  |  |  | 2 | 4 |  | 4 |
| Тема 5 | 6 | 2 |  |  |  |  | 2 | 4 |  | 4 |
| Тема 6 | 6 | 2 |  |  |  |  | 2 | 4 |  | 4 |
| Тема 7 | 6 | 2 |  |  |  |  | 2 | 4 |  | 4 |
| Тема 8 | 6 | 2 |  |  |  |  | 2 | 4 |  | 4 |
| Текущий контроль успеваемости | 6 |  |  |  |  | 2 | 2 | 4 |  | 4 |
| Тема 9 | 6 | 2 |  |  |  |  | 2 | 4 |  | 4 |
| Тема 10 | 6 | 2 |  |  |  |  | 2 | 4 |  | 4 |
| Тема 11 | 6 | 2 |  |  |  |  | 2 | 4 |  | 4 |
| Тема 12 | 6 | 2 |  |  |  |  | 2 | 4 |  | 4 |
| Тема 13 | 6 | 2 |  |  |  |  | 2 | 4 |  | 4 |
| Тема 14 | 6 | 2 |  |  |  |  | 2 | 4 |  | 4 |
| Тема 15 | 6 | 2 |  |  |  |  | 2 | 4 |  | 4 |
| Тема 16 | 4 |  |  |  |  |  | 0 | 4 |  | 4 |
| Тема 17\* | 2\* |  |  |  |  |  |  | 2\* |  | 2\* |
| Промежуточная аттестация  *экзамен*  *зачет* | 8 (6\*) |  |  |  |  | 2 | 2 | 6(4\*) |  | 6 (4\*) |
| **Итого** | 108 | 30 |  |  |  | 4 | 34 | 74 |  | 74 |

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю):

Конспекты лекций, списки задач к лекциям, основная и дополнительная учебная литература.

11. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).

* Перечень компетенций:
* Описание шкал оценивания*:*

*экзамен с оценкой по пятибалльной шкале*

*зачет («зачтено» или «не зачтено»)*

* Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.
* Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций. См. Приложения.

12. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной учебной литературы: см. Приложение

Перечень дополнительной учебной литературы: см. Приложения

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: см. Приложения.

Описание материально-технической базы: аудитории для проведения лекционных занятий.

13. Язык преподавания: русский (при необходимости – английский).

ПРИЛОЖЕНИЕ

1. ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ
2. Преподаватель – проф. А.Г. Дьячков
3. Аннотация курса: данный курс лекций является полугодовым спецкурсом для студентов 5-го курса кафедры теории вероятностей механико-математического факультета МГУ. Спецкурс связан с традиционными теоретико- вероятностными и комбинаторными задачами кодирования для передачи информации по дискретному каналу связи.
4. Тематическое содержание курса:

|  |  |
| --- | --- |
| Тема 1 | Математическая модель передачи дискретных равновероятных сообщений |
| Тема 2 | Вероятность ошибки в двоичном симметричном канале без памяти (ДСК) для двух кодовых слов. |
| Тема 3 | Прямая теорема Шеннона для канала с равновесным шумом (КРШ). |
| Тема 4 | Границы максимального объема кода с заданным расстоянием. |
| Тема 5 | Линейные двоичные коды |
| Тема 6 | Обратная теорема Шеннона для дискретного канала связи |
| Тема 7 | Свойства энтропии и информации |
| Тема 8 | Теорема переработки данных, неравенство Фано |
| Тема 9 | Обратные теоремы Шеннона для ДКБП и КРШ |
| Тема 10 | Модель статического поиска А. Реньи |
| Тема 11 | Прямая теорема Шеннона для ДКБП |
| Тема 12 | Пороговое декодирование и случайное кодирование для ДКБП |
| Тема 13 | Теоремы Шеннона для средней и максимальной вероятности ошибки |
| Тема 14 | Свойства выпуклости информационной функции |
| Тема 15 | Теорема о больших уклонениях (ТБУ). Вывод экспоненциальной границы вероятности ошибки для ДКБП с помощью ТБУ |
| Тема 16 | Последовательные планы поиска и префиксные коды |
| Тема 17\* | Среднее число проверок для биномиальной модели поиска дефектов |

*\* - если специальный курс читается в нечетном семестре (продолжительность нечетного семестра 18 недель, четного семестра 17 недель).*

1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций.

*Программа экзамена (или вопросы к зачету)*

1. Математическая модель передачи дискретных равновероятных сообщений по двоичному каналу связи, оптимальность декодирования по максимуму правдоподобия.
2. Вероятность ошибки в двоичном симметричном канале без памяти (ДСК) для двух кодовых слов.
3. Прямая теорема Шеннона для канала с равновесным шумом (КРШ).
4. Границы максимального объема кода с заданным расстоянием. Нижняя граница исчерпывания Варшамова - Гильберта (ВГ). Нижняя граница ВГ для ансамбля случайных кодов. Верхняя граница Хэмминга. Верхняя граница Плоткина.
5. Линейные двоичные коды. Порождающая и проверочная матрицы, кодовое расстояние линейного кода. Код Хэмминга. Граница ВГ для линейного кода [1].
6. Обратная теорема Шеннона для дискретного канала связи. Свойства энтропии и информации [1]. Теорема переработки данных, неравенство Фано, пропускная способность дискретного канала без памяти (ДКБП), обратная теорема Шеннона для ДКБП [1]. Обратная теорема Шеннона для КРШ.
7. Модель статического поиска А. Реньи. Обратная и прямая теоремы Шеннона для (M,k)-плана.
8. Прямая теорема Шеннона для ДКБП. Пороговое декодирование и случайное кодирование для ДКБП, теоремы Шеннона для средней и максимальной вероятности ошибки [1].
9. Два свойства выпуклости информационной функции [1].
10. Теорема о больших уклонениях (ТБУ), вывод экспоненциальной границы вероятности ошибки для ДКБП с помощью ТБУ [1].
11. Последовательные планы поиска. Префиксный код, кодовое дерево, неравенство Крафта, теорема кодирования для префиксных кодов [1], оценка средней длины алфавитного кода [2], среднее число проверок для биномиальной модели поиска дефектов.

*Экзаменационные билеты (билеты к устному зачету) формируются в виде двух вопросов (А и Б) из указанного списка и одной задачи (В), примеры задач см. далее.*

Образцы билетов.

Билет №1.

А. Граница случайного кодирования для вероятности ошибки порогового декодера ДКБП.

Б. Граница случайного кодирования для объёма оптимального (N,D)-кода.

В. Доказать, что H(X|Y) ≤ H(X) ≤ log|X|.

Билет №2.

А. Прямая теорема Шеннона для средней вероятности ошибки ДКБП.

Б. Оптимальность МП-декодирования для равновероятных сообщений.

В. Доказать, что I(X;f(Y)) ≤ I(X;Y).

Билет №3

А. Прямая теорема Шеннона для максимальной вероятности ошибки ДКБП.

Б. Вероятность ошибки ДСК для двух кодовых слов.

В. Доказать, что H(Y|X,Z) ≤ H(Y|X).

1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Основная литература:

[1] Галлагер Р. Г. "Теория информации и надежная связь". М., Сов. радио, 1974.

[2] Альсведе Р., Вегенер И. Задачи поиска. М., Мир, 1982.

Дополнительная литература:

[3] Cover T, Thomas J. "Elements of information theory". Willey & Sons, New York, 1991.

[4] Колесник В.Д., Полтырев Г.Ш., "Курс теории информации", М., Наука, 1982.

[5] Чисар И, Кернер Я. "Теория информации. Теоремы кодирования для дискретных систем без памяти", М. Мир, 1985.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://lib.mexmat.ru/>

<http://elibrary.ru/>

<http://www.mathnet.ru/>

<http://www.sciencedirect.com/>

<http://www.ams.org/mathscinet/>

<http://www.it-msu.narod.ru/>

<http://new.math.msu.su/department/probab/index-k.html>