

Белорусский государственный университет

1301.05
00.3x

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А. Д. Толстик

« 29 » 2015 г.

Регистрационный № Д-1060 /уч.



ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-31 03 02 Механика и математическое моделирование

2015г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 02-2013 (30.08.2013г.) и учебного плана № G31-136/уч. (30.05.2013 г.) для специальности 1-31 03 02 Механика и математическое моделирование.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Богданович Александр Вальдемарович – профессор кафедры теоретической и прикладной механики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, доктор технических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Журавков Михаил Анатольевич, заведующий кафедрой теоретической и прикладной механики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор

Чикова Тамара Семеновна, профессор кафедры технической механики Гродненского государственного университета им. Янки Купалы, доктор физико-математических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой теоретической и прикладной механики
(протокол № 10 от 21.05.2015)

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 6 от 29.06.2015)



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В настоящее время в обществе наблюдается рост интереса и внимания к проблемам теории управления и теории принятия оптимальных решений. Это обусловлено рядом объективных и субъективных факторов.

Научно-технический прогресс, информатизация всех сфер общественной жизни, современные глобальные проблемы человечества предъявляют новые требования к уровню образованности личности, личностному и профессиональному развитию.

Кардинально меняющиеся социальные параметры общества оказывают непосредственное влияние на все его институты, различные объединения людей, непосредственно на конкретного человека. Уходит в прошлое стиль деятельности, в решающей степени опиравшийся на командно-административные методы работы с людьми. Новые подходы к образованию открывают и новые перспективы для реализации потенциальных возможностей каждой личности, каждого коллектива.

Под влиянием бурных социально-экономических процессов происходят существенные изменения в каждом человеке, коллективе и обществе в целом. Неординарные и, в первую очередь, кризисные процессы настоятельно диктуют необходимость овладения будущими специалистами независимо от специальности основами теории управления и теории принятия оптимальных решений. Научной дисциплиной, которая изучает способы передачи и хранения информации в наиболее надежном и удобном виде, является учебный курс «Теория информации».

Данная учебная программа предназначена для студентов 3-го курса по специальности «Механика и математическое моделирование». Дисциплина тесно связана с курсом «теоретическая механика».

Цель дисциплины специализации «Теория информации»:

Формирование у студентов социальных знаний по вопросам количественной оценки информационных характеристик источников информации и каналов связи, эффектов и помехоустойчивого кодирования информации; усвоение основных определений и понятий; изучение принципов действия информационно-измерительных систем, подходов к их анализу и синтезу; освоение методов преобразования сигналов; изучение вопросов количественной оценки информации применительно к различным типам источников сообщений и каналов связи.

Образовательная цель: изложение основ теории информации в современной трактовке.

Развивающая цель: формирование у студентов знаний по вопросам количественной оценки и кодирования информации, преобразования сигналов, принципов действия информационно-измерительных систем.

Основные задачи, решаемые в рамках изучения дисциплины специализации «Теория информации»:

- формирование установки на творческую профессиональную деятельность;
- развитие профессионального мышления, которое обеспечит будущему специалисту возможность свободно оперировать профессиональными знаниями, видеть проблемы и пути их решения в самостоятельной практической деятельности, выбирать оптимальные пути их решения и методу осуществления решений;
- воспитание активной профессиональной позиции, умения вырабатывать и обосновывать свой подход в решении задач.

В результате изучения дисциплины «Теория информации» обучаемый студент должен:

Знать:

- структуру информационно-измерительных систем и преобразование информации в этих системах;
- теорему Котельникова и особенности ее практического использования;
- постулаты, положенные в основу определения количества информации;
- что такое энтропия, ее свойства;
- проблемы передачи информации через различные линии связи.

Уметь:

- применять полученные знания для оценки эффективности систем обработки информации;
- решать задачи по всем разделам курса.

Владеть:

- методами анализа колебаний произвольной формы;
- методами анализа и кодирования количественной информации.

Учебная дисциплина УВО «Теория информации» предназначена для студентов 3 курса (5 семестр) очной формы получения образования.

В соответствии с учебным планом специальности на изучение дисциплины отводится 132 часа, в том числе 52 часов аудиторных занятий. Распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 18 часов, практические занятия – 30 часов, КСР – 4 часа, рекомендуемая форма отчетности – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Предмет теории информации

Философский аспект понятия «информация». Информация и сообщение. Предмет теории информации. Классификация сигналов. Кодирование сигналов.

Тема 2. Информационные и информационно-измерительные системы (ИИС)

Определение и классификация ИИС. Статистический подход к анализу и синтезу ИИС. Основные энергетические соотношения. Роль информации в повышении эффективности функционирования ИИС.

Тема 3. Преобразование дискретных сигналов в непрерывную форму

Разложение произвольного сигнала по заданной системе функций. Ортогональные и ортонормированные системы. Обобщенный ряд Фурье. Неравенство Бесселя для произвольной ортогональной системы. Гармонический анализ периодических колебаний. Комплексная и тригонометрическая форма ряда Фурье. Гармонический анализ непериодических колебаний. Спектральная характеристика функции. Прямое и обратное преобразование Фурье. Дискретизация. Теорема Котельникова и особенности ее практического использования. Квантование по уровню.

Тема 4. Количественная оценка информации

Опыт как характеристика факта получения произвольной информации. Априорная и апостериорная неопределенности. Требования, предъявляемые к оценке количества информации. Мера информации по Хартли. Единица количества информации. Средняя априорная неопределенность.

Тема 5. Энтропия и ее свойства

Понятие информационной энтропии. Формула Шеннона. Основные понятия энтропии. Количество информации от опыта в общем случае. Основные свойства количества информации. Относительная энтропия. Независимость относительной энтропии от конкретных значений случайной величины. Определение плотности вероятности, доставляющей максимум энтропии.

Тема 6. Источники дискретных сообщений

Эргодические источники произвольного порядка. Эргодические случайные функции и последовательности. Энтропия эргодических источников. Фундаментальное свойство энтропии дискретных эргодических источников. Избыточность и

поток информации источника сообщений.

Тема 7. Дискретные каналы без шумов

Структурная схема системы связи. Классификация каналов связи. Модель информационной системы передачи дискретных сообщений в отсутствие шумов. Скорость передачи информации. Пропускная способность дискретного канала связи. Эффективное кодирование. Теорема Крафта. Теорема Шеннона о кодировании сообщений. Построение эффективного кода при независимых символах источника. Методика Шеннона – Фано и методика Хоффмана.

Тема 8. Дискретные каналы с шумами

Модель канала связи, в котором действуют шумы. Первая, вторая и третья теоремы Шеннона о кодировании в присутствии шумов.

Тема 9. Непрерывные каналы с шумами

Пропускная способность непрерывных каналов связи. Пропускная способность стационарной Гауссовой линии связи. Зависимость скорости передачи информации от распределения сигнала и шума по спектру частот.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Количество часов по УСР	Формы контроля знаний
		лекции	практические занятия	семинарские занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	9
	Теория информации	18	30			4	
1	Тема 1. Философский аспект понятия «информация». Информация и сообщение. Предмет теории информации. Классификация сигналов. Кодирование сигналов.	2	2				
2	Тема 2. Определение и классификация ИИС. Статистический подход к анализу и синтезу ИИС. Основные энергетические соотношения. Роль информации в повышении эффективности функционирования ИИС.	2	2				Проверка индивидуальных заданий
3	Тема 3. Разложение произвольного сигнала по заданной системе функций. Ортогональные и ортонормированные системы. Обобщенный ряд Фурье. Неравенство Бесселя для произвольной ортогональной системы. Гармонический анализ периодических колебаний. Комплексная и тригонометрическая форма ряда Фурье. Гармонический анализ непериодических колебаний. Спектральная характеристика функции. Прямое и обратное преобразование Фурье. Дискретизация. Теорема Котельникова и особенности ее практического использования. Квантование по уровню.	2	4			2	Контрольная работа

4	Тема 4. Опыт как характеристика факта получения произвольной информации. Априорная и апостериорная неопределенности. Требования, предъявляемые к оценке количества информации. Мера информации по Хартли. Единица количества информации. Средняя априорная неопределенность.	2	4						
5	Тема 5. Понятие информационной энтропии. Формула Шеннона. Основные понятия энтропии. Количество информации от опыта в общем случае. Основные свойства количества информации. Относительная энтропия. Независимость относительной энтропии от конкретных значений случайной величины. Определение плотности вероятности, доставляющей максимум энтропии.	2	4						Проверка индивидуальных заданий
6	Тема 6. Эргодические источники произвольного порядка. Эргодические случайные функции и последовательности. Энтропия эргодических источников. Фундаментальное свойство энтропии дискретных эргодических источников. Избыточность и поток информации источника сообщений.	2	2						Тесты
7	Тема 7. Структурная схема системы связи. Классификация каналов связи. Модель информационной системы передачи дискретных сообщений в отсутствие шумов. Скорость передачи информации. Пропускная способность дискретного канала связи. Эффективное кодирование. Теорема Крафта. Теорема Шеннона о кодировании сообщений. Построение эффективного кода при независимых символах источника. Методика Шеннона – Фано и методика Хоффмана.	2	4					2	Контрольная работа

8	Тема 8. Модель канала связи, в котором действуют шумы. Первая, вторая и третья теоремы Шеннона о кодировании в присутствии шумов.	2	4				Проверка индивидуальных заданий
9	Тема 9. Пропускная способность непрерывных каналов связи. Пропускная способность стационарной Гауссовой линии связи. Зависимость скорости передачи информации от распределения сигнала и шума по спектру частот.	2	4				Тесты

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. *Лидовский В.В.* Теория информации: Учеб. пособие. -М.: Физматлит, 2004. – 111 с.
2. *Фурсов В.А.* Лекции по теории информации: Учеб. пособие под ред. Н.А. Кузнецова. – Самара, 2006. – 148 с.
3. *Дмитриев В. И.* Прикладная теория информации. Учебник. – М., 1989. – 332 с.
4. *Стратонович Р.Л.* Теория информации. – М., 1975. – 424 с.

Дополнительная:

1. *Голдман С.* Теория информации. – М., 1957. – 446 с.
2. *Колмогоров А. Н., Фомин С. В.* Элементы теории функций и функционального анализа. М., 1972.
3. *Коша А.* Вариационное исчисление. М., 1983.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов - это любая деятельность, связанная с воспитанием мышления будущего профессионала. В широком смысле под самостоятельной работой следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в учебной аудитории, так и вне её, в контакте с преподавателем и в его отсутствии.

Самостоятельная работа реализуется:

1. Непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении лабораторных работ.

2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.

3. В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении студентом учебных и творческих задач.

При изучении дисциплины организация самостоятельной работы студентов должна представлять единство трех взаимосвязанных форм:

1. Внеаудиторная самостоятельная работа;

2. Аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя;

3. Творческая, в том числе научно-исследовательская работа.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы студентов разнообразны: подготовка и написание рефератов, докладов, очерков и других письменных работ на заданные темы.

Аудиторная самостоятельная работа может реализовываться при проведении практических занятий, семинаров, выполнении лабораторного практикума и во время чтения лекций.

При чтении лекционного курса непосредственно в аудитории необходимо контролировать усвоение материала основной массой студентов путем проведения экспресс-опросов по конкретным темам.

На практических и семинарских занятиях различные виды самостоятельной работы студентов позволяют сделать процесс обучения более интересным и поднять активность значительной части студентов в группе.

На практических занятиях нужно не менее 1 часа из двух (50% времени) отводить на самостоятельное решение задач. Практические занятия целесообразно строить следующим образом: 1. Вводное слово преподавателя (цели занятия, основные вопросы, которые должны быть рассмотрены). 2. Беглый опрос. 3. Решение 1-2 типовых задач. 4. Самостоятельное решение задач. 5. Разбор типовых ошибок при решении (в конце текущего занятия или в начале следующего).

Результативность самостоятельной работы студентов во многом определяется наличием активных методов ее контроля. Существуют следующие виды контроля:

- входной контроль знаний и умений студентов при начале изучения очередной дисциплины;
- текущий контроль, то есть регулярное отслеживание уровня усвоения материала на лекциях, практических и лабораторных занятиях;
- промежуточный контроль по окончании изучения раздела или модуля курса;
- самоконтроль, осуществляемый студентом в процессе изучения дисциплины при подготовке к контрольным мероприятиям;
- итоговый контроль по дисциплине в виде зачета или экзамена;
- контроль остаточных знаний и умений спустя определенное время после завершения изучения дисциплины.

ДИАГНОСТИКА РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для диагностики используются письменные проверка индивидуальных заданий, контрольные работы, тестирование.

ПРИМЕР ИНДИВИДУАЛЬНОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ С РЕШЕНИЯМИ

Задача 1

Считая, что среднее количество информации, несомое одной буквой русского алфавита равно 2,5 бита. Показать, что равномерный пяти-знаковый код Бодо не является оптимальным для передачи русского текста.

Решение:

Число кодовых комбинаций, соответствующих коду Бодо $N = 2^5 = 32$, тогда $H_{\max}(x) = \log 32 = 5$ бит.

$R = 1 - \frac{2,5}{5} = 0,5$, таким образом, ровно половина сообщений, формируемых кодом Бодо, является устойчивой.

Коль скоро символы формируются источником сообщений последовательно, целесообразно ввести и некоторую характеристику скорости формирования сообщений.

Будем считать, что средняя длительность одного сигнала сообщения $\langle \tau \rangle = \tau_0$, тогда поток информации:

$$\overline{H(X)} = \frac{H(X)}{\tau_0}$$

Поток информации есть средняя априорная неопределенность, приходящаяся на 1 символ сообщений в единицу времени.

Поток зависит от вероятностной характеристики сигналов, формируемых источником, будет тем больше, чем больше энтропия и меньше средней длительности формируемых сигналов.

Задача 2

Источник сообщений вырабатывает 3 символа x_1, x_2, x_3 с соответствующими вероятностями 0,5; 0,3; 0,2. Возможная длительность символов 10мс, 4мс, 1мс.

Определить тах поток информации, который может быть сформирован таким источником.

Решение:

$$H(X) = \sum_{i=1}^3 p_i \log p_i$$

Энтропию максимизировать невозможно, она определяется заданными вероятностями, следовательно, чтобы $\overline{H(X)} = H_{\max}(X)$ нужно минимизировать знаменатель. Следует передавать наиболее часто формируемые ими сигналы короткой длительности.

$$\tau_{cp} = 0,5 \cdot 1 + 0,3 \cdot 4 + 0,2 \cdot 10 = 3,7(мс)$$

$$\overline{H(X)} = \frac{H(X)}{\tau_0}$$

Задача 3

Доказать, что фундаментальное свойство энтропии дискретных эргодических источников справедливо и для неэргодических.

Решение:

Пусть источник вырабатывает n символов $x_1 \dots x_n$, с соответствующими вероятностями $p(x_1) \dots p(x_n)$.

$p(C) = p(x_1)^{M \cdot p(x_1)} \cdot p(x_2)^{M \cdot p(x_2)} \dots$, логарифмируем:

$$\log p(C) = M \sum_{i=1}^n p(x_i) \log p(x_i) \Rightarrow -\log p(C) = -M \sum_{i=1}^n p(x_i) \log p(x_i) \approx M \cdot H(X)$$

Задача 4

Получить из формулы для энтропии эргодического источника формулу для энтропии эргодического источника первого порядка (связи между двумя соседними символами).

Решение:

$$r=1, \quad p\left(\frac{x_j}{x_1, x_k, \dots, x_n}\right) = p\left(\frac{x_j}{x_i}\right)$$

$$S_k=1, \quad p(S_k) = p(x_k), \quad x_k \rightarrow S_i = p\left(\frac{x_i}{x_k}\right)$$

$$H(y) = -\sum_{k=1}^m p(x_k) \sum_{l=1}^m p\left(\frac{x_l}{x_k}\right) \log p\left(\frac{x_l}{x_k}\right) = -\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m p(x_k, x_l) \log p\left(\frac{x_l}{x_k}\right)$$

Задача 5

Источник сообщений вырабатывает три различных символа x_1, x_2, x_3 с соответствующими вероятностями 0,4; 0,5; 0,1. Вероятности появления пар заданы таблицей:

$x_i x_j$	$x_1 x_1$	$x_1 x_2$	$x_1 x_3$	$x_2 x_1$	$x_2 x_2$	$x_2 x_3$	$x_3 x_1$	$x_3 x_2$	$x_3 x_3$
$p(x_i, x_j)$	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0	0,1	0	0
$p(x_j / x_i)$	0,25	0,5	0,25	0,4	0,6	0	1	0	0

Определим энтропию этого источника и сравним ее с энтропией неэргодического источника.

$$H(y) = -\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m p(x_i, x_j) \log p\left(\frac{x_j}{x_i}\right),$$

$$p\left(\frac{x_j}{x_i}\right) = \frac{p(x_i, x_j)}{p(x_i)},$$

$$H(Y) = -(0,1 \log 0,25 + 0,2 \log 0,5 + 0,1 \log 0,25 + 0,2 \log 0,4 + 0,3 \log 0,6 + 0,1 \log 1) = 0,2 \cdot 3 + 0,27 + 0,22 = 1,09 (\text{бум})$$

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
Теоретическая механика	Кафедра теоретической и прикладной механики	нет	Изменений в содержании учебной программы не требуется. Протокол №10 от 21.05.2015 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

на ____ / ____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
(протокол № ____ от _____ 20_ г.)

Заведующий кафедрой

(степень, звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

(степень, звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)

РЕЦЕНЗИЯ
на учебную программу по дисциплине «Теория информации»
специальности 1-31 03 02 «Механика»

Представленная на рецензию учебная программа предназначена для студентов 4-го курса по специальности 1-31 03 02 «Механика», включает в себя все необходимые для этого документа разделы: пояснительную записку; примерный тематический план дисциплины; содержание учебного материала, включающего в себя десять основных тем; информационно-методическую часть программы и содержит 8 страниц машинописного текста.

В программе довольно детально проработаны требования, что должен знать и уметь студент, изучивший указанную дисциплину. Наряду с теоретическими знаниями по вопросам количественной оценки информационных характеристик источников информации и каналов связи, эффектов и помехоустойчивого кодирования информации; усвоение основных определений и понятий; изучение принципов действия информационно-измерительных систем, подходов к их анализу и синтезу; освоение методов преобразования сигналов; изучение вопросов количественной оценки информации применительно к различным типам источников сообщений и каналов связи, студенты при изучении дисциплины приобретают и практические навыки по расчету информационных характеристик.

Тематический план учебного материала охватывает основополагающие и наиболее значимые вопросы дисциплины, такие как: предмет теории информации, информационные и информационно-измерительные системы, преобразование дискретных сигналов в непрерывную форму, количественная оценка информации, энтропия и ее свойства, источники дискретных сообщений, дискретные каналы без шумов, Дискретные каналы с шумами, непрерывные каналы с шумами, энтропия и информация конкретных типов сообщений. Материал дисциплины разбит на десять основных тем, по каждой из которых приводится детальное описание рассматриваемых вопросов. Представленный тематический план является полным, позволяет студентам изучить основополагающие и наиболее значимые вопросы дисциплины (46 часов). Поэтому с предложенной расценовкой можно согласиться.

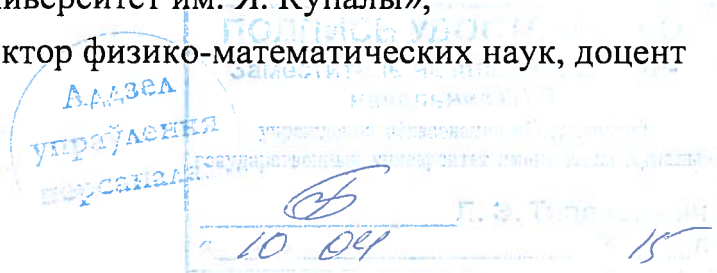
Представленную программу можно рекомендовать к утверждению и дальнейшему внедрению в учебный процесс.

Профессор кафедры технической механики

УО «Гродненский государственный

университет им. Я. Купалы»,

доктор физико-математических наук, доцент



Т.С. Чикова