

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 14

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

В.Л. Оленев

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«19» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория информации»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Информатика и вычислительная техника
Наименование направленности	Программные системы анализа, обработки и передачи данных
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.ф.-м.н.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Д.И. Сикерина

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 14

«19» февраля 2025 г, протокол № 6

Заведующий кафедрой № 14

К.Т.Н., доц.

(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.Л. Оленев

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Теория информации» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» направленности «Программные системы анализа, обработки и передачи данных». Дисциплина реализуется кафедрой «№14».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением основных понятий измерения информации; основных предельных соотношений, позволяющих определить теоретические возможности систем обработки, хранения и передачи информации; формулировки и доказательства основных теорем кодирования; эффективные методы кодирования информации.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента и консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины "Теория информации" является изучение основных понятий, связанных с измерением информации; основных предельных соотношений, позволяющих определить теоретические возможности систем обработки, хранения и передачи информации; формулировок и доказательств основных теорем кодирования; эффективных методов кодирования

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности	ПК-2.3.1 знать методы концептуального, функционального и логического проектирования, принципы разработки технико-экономических характеристик вариантов концептуальной архитектуры ПК-2.У.1 уметь разрабатывать технико-экономическое обоснование, определять ключевые свойства системы, определять ограничения системы, варианты концептуальной архитектуры системы ПК-2.В.1 владеть навыками определения ключевых свойств и ограничений системы, навыками определения вариантов концептуальной архитектуры системы, навыками описания технико-экономического обоснования

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Аналитическая геометрия и линейная алгебра
- Информатика
- Основы программирования

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- Сети и телекоммуникации
- Защита информации

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№4
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	27	27
Самостоятельная работа, всего (час)	49	49
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 4					
Раздел 1. Введение	2				
Раздел 2. Измерение информации	8		8		8
Раздел 3. Кодирование дискретного источника без потерь	8		16		16
Раздел 4. Кодирование в дискретных каналах связи	8				9
Раздел 5 Кодирование дискретных источников с заданным критерием качества	8				16
Итого в семестре:	34		34		49
Итого	34	0	34	0	49

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Раздел 1. Введение История теории информации. Роль теории информации в

	развитии современных технологий передачи и хранения информации. Создание новых средств хранения и передачи звука и изображений. Структура курса. Роль отечественных ученых в постановке и решении задач теории информации.
2	Раздел 2. Измерение информации Тема 2.1. Дискретные ансамбли источники сообщений. Конечное множество сообщений, произведение конечных множеств. Дискретный ансамбль сообщений, произведение дискретных ансамблей. Свойства. Источники сообщений. Классификация источников. Эргодические дискретные источники сообщений, постоянные источники сообщений. Тема 2.2. Количество собственной информации в сообщении. Энтропия. Количество собственной информации в сообщении ансамбля. Свойства количества собственной информации. Энтропия ансамбля. Свойства энтропии Тема 2.3. Энтропия произведения ансамблей, условная энтропия. Энтропия произведения ансамблей. Условная энтропия. Свойства условной энтропии Тема 2.4. Энтропия на сообщение дискретного стационарного источника. Среднее количество информации, содержащееся в сообщении на выходе стационарного источника, при известных n предшествующих ему сообщениях. Зависимость его значения от n . Энтропия на сообщение в последовательности сообщений длины n на выходе источника. Зависимость энтропии на сообщение от n . Скорость создания информации стационарным дискретным источником
3	Раздел 3. Кодирование дискретных источников без потерь Тема 3.1. Кодирование дискретных источников равномерными кодами. Постановка задачи кодирования дискретного равномерными кодами. Теоремы кодирования для дискретных источников. Эргодические дискретные источники и теоремы их кодирования. Тема 3.2. Кодирование дискретных источников неравномерными кодами. Постановка задачи кодирования дискретного источника неравномерными кодами. Неравенство Крафта. Теоремы кодирования стационарных дискретных источников. Построение оптимальных неравномерных кодов. Коды Шеннона, Гильберта - Мура, Хаффмена, Арифметическое кодирование. Тема 3.3. Принципы кодирования при неизвестной статистики источника. Кодирование за два прохода. Нумерационное кодирование Фитингофа. Кодирование длин серий и кодирование по методу "стопки книг". Алгоритмы Зива - Лемпела.
4	Раздел 4. Кодирование в дискретных каналах Тема 4.1. Взаимная информация. Взаимная информация и её свойства Теорема об обработке информации Тема 4.2. Постановка задачи кодирования в канале. Понятие модели канала связи. Классификация каналов связи. Постановка задачи кодирования в канале. Тема 4.3. Общая обратная теорема кодирования для

	дискретных каналов. Неравенство Фано. Информационная ёмкость стационарных каналов с дискретным временем. Общая обратная теорема кодирования для каналов с дискретным временем Тема 4.4. Симметричные каналы. Информационная ёмкость постоянных каналов дискретного времени. Симметричные каналы. Прямая теорема кодирования для постоянных каналов с дискретным временем.
5	Раздел 5. Кодирование дискретных источников с заданным критерием качества. (раздел для самостоятельного изучения) Тема 5.1. Непрерывные ансамбли и источники. Непрерывные ансамбли и источники. Определение количества взаимной информации для непрерывных ансамблей. Относительная энтропия и её свойства Тема 5.2. Квантование непрерывных ансамблей. Скалярное квантование. Квантование Макса-Ллойда. Векторное квантование. Алгоритм Линде-Бузо-Грея. Понятие функции скорость-искажение. Тема 5.3 Кодирования дискретного источника с заданным критерием качества. Постановка задачи кодирования дискретного источника с заданным критерием качества. Эпсилон-энтропия дискретного ансамбля. Вычисление эпсилон-энтропии для гауссовского источника. Обратная теорема кодирования дискретного постоянного источника при заданном критерии качества

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 4				
1	Построение модели источника сообщений	4		2
2	Нахождение информационных характеристик источника	4		2

3	Кодирование источника кодом Хаффмена	4		3
4	Кодирование источника кодом Шеннона	4		3
5	Кодирование источника кодами Гильберта-Мура	4		3
6	Арифметическое кодирование источника	4		3
7	Двухпроходное кодирование источника	4		3
8	Кодирование источника по методу "стопка книг"	2		3
9	Кодирование источника алгоритмами Зива-Лемпела	4		3
Всего		34		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 4, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	15	15
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	14	14
Всего:	49	49

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
(621.391(075) К 88	Кудряшов Б.Д. Теория информации. Учебник для вузов.-СПб.: Питер,2009.320с.	78

621.391 Д 85	Духин А.А. Теория информации: учебное пособие. М.:Гелиос АРВ,2007.-248с.	1
(621.391.2 К60)	Колесник В.Д., Полтырев Г.Ш. Курс теории информации. - М.: Наука, 1982, 416 с	96
[621.391 Г15)	Галлагер Р. Теори Галлагер Р. Теория информации и надежная связь – М.: Советское радио, 1974.	50
(621.391.2 В54)	Витерби, А. Дж. Принципы цифровой связи и кодирования: монография/ А. Дж. Витерби, Дж. К. Омура; Пер. с англ. К. Ш. Зигангирова. - М.: Радио и связь, 1982. - 536 с.	2
(621.391.23 Ф21)	Фано, Р. М.. Передача информации: статистическая теория связи /монография/ Р. М. Фано; Ред. Р. Л. Добрушин; Пер. с англ. И. А. Овсеевич, М. С. Пинскер. . Пинскер. - М.: Мир, 1965. - 438 с.	33
[519.7 Я29)	Яглом А.М., Яглом И.М. Вероятность и информация. - М.: Наука, 1973.	30

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://www.instit/studies/courses/2256/140/info	Основы теории информации и криптографии

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средствдля проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Конечное множество сообщений, произведение конечных множеств. Свойства.	ПК-2.3.1 ПК-2.У.1 ПК-2.В.1
2	Дискретный ансамбль сообщений, произведение дискретных ансамблей. Свойства.	
3	Источники сообщений. Классификация источников. Эргодические дискретные источники сообщений, постоянные источники сообщений.	
4	Количество собственной информации в сообщении ансамбля. Свойства.	
5	Энтропия ансамбля. Свойства энтропии.	
6	Энтропия произведения ансамблей.	
7	Условная энтропия. Свойства условной энтропии.	
8	Среднее количество информации, содержащееся в сообщении на выходе стационарного дискретного источника, при известных n предшествующих ему сообщениях. Зависимость его значения от n .	
9	Энтропия на сообщение в последовательности сообщений длины n на выходе источника. Зависимость энтропии на сообщение от n .	
10	Скорость создания информации стационарным дискретным источником.	
11	Постановка задачи кодирования дискретного источника равномерными кодами. Неравенство Чебышева.	
12	Высоковоероятное множество последовательностей для дискретных эргодических источников.	
13	Прямая и обратная теоремы кодирования дискретного эргодического источника равномерными кодами.	
14	Неравенство Крафта. Теоремы побуквенного кодирования источника неравномерными кодами.	
15	Код Шеннона, код Гилберта – Мура.	
16	Код Хаффмена.	
17	Арифметическое кодирование. Графическая интерпретация.	
18	Постановка задачи универсального кодирования источника. Двухпроходное кодирование.	
19	Кодирование длин интервалов. Метод "стопка книг".	
20	Алгоритм Зива - Лемпела-77. Пример.	

21	Алгоритм Зива - Лемпела- 78. Пример.
22	Взаимная информация и средняя взаимная информация. Свойства.
23	Взаимная информация и средняя взаимная информация. Свойства.
24	Условная взаимная информация. Теорема о переработке информации.
25	Понятие модели канала связи. Классификация каналов связи.
26	Неравенство Фано для сообщений.
27	Неравенство Фано для последовательностей.
28	Постановка задачи кодирования для передачи по каналу. Пропускная способность и информационная ёмкость.
29	Обратная теорема кодирования для дискретного стационарного канала с дискретным временем.
30	Вычисление пропускной способности дискретного постоянного канала.
31	Вычисление пропускной способности дискретного постоянного канала.
32	Свойства симметричных каналов.
33	Примеры вычисления пропускной способности для симметричных каналов.
34	Прямая теорема кодирования для постоянных каналов с дискретным временем.
35	Непрерывные ансамбли и источники. Определение количества взаимной информации для непрерывных ансамблей.
36	Относительная энтропия и ее свойства.
37	Скалярное квантование. Квантование Макса-Ллойда.
38	Векторное квантование. Алгоритм Линде-Бузо-Грея. Понятие функции скорость-искажение.
39	Постановка задачи кодирования дискретного источника с заданным критерием качества.
40	Эпсилон-энтропия дискретного ансамбля.
41	Вычисление эпсилон-энтропии для гауссовского источника.
42	Обратная теорема кодирования дискретного постоянного источника при заданном критерии качества.
43	Какое количество информации содержится в сообщении - 100 двоичных разрядов содержат 50 единиц? (Вероятности 0 и 1 одинаковые.)
44	Элементы алфавитов статистически связаны. Известно, что $H(X)=8$ бит, $H(Y)=12$ бит. В каких пределах меняются $H(Y/X)$ при изменении $H(X/Y)$ в максимально возможных пределах?
45	На вход канала связи подаются два сигнала x_1 и x_2 . На выходе получаются символы y_1 и y_2 . Определить $H(X)$, $H(Y)$, $H(X/Y)$, $H(Y/X)$ и $H(XY)$, если $p(x_1, y_1)=0.4$, $p(x_1, y_2)=0.4$, $p(x_2, y_1)=0.12$, $p(x_2, y_2)=0.08$.
46	Имеются две объединенные системы событий X и Y . Определить $H(X)$, $H(Y)$, $H(X/Y)$, $H(Y/X)$ и $H(XY)$, если

	$p(x_1, y_1)=0.1, p(x_1, y_2)=0.25, p(x_2, y_1)=0.2, p(x_2, y_2)=0, p(x_3, y_1)=0.3, p(x_3, y_2)=0.15.$																								
47	<p>Имеются две объединенные системы событий X и Y. Определить $H(X), H(Y), H(X/Y), H(Y/X)$ и $H(XY)$, если $p(x_i, y_i)$ приведены в таблице</p> <table><tr><td></td><td>x_1</td><td>x_2</td><td>x_3</td></tr><tr><td>y_1</td><td>0.1</td><td>0.2</td><td>0</td></tr><tr><td>y_2</td><td>0</td><td>0.3</td><td>0</td></tr><tr><td>y_3</td><td>0</td><td>0.2</td><td>0.2.</td></tr></table>		x_1	x_2	x_3	y_1	0.1	0.2	0	y_2	0	0.3	0	y_3	0	0.2	0.2.								
	x_1	x_2	x_3																						
y_1	0.1	0.2	0																						
y_2	0	0.3	0																						
y_3	0	0.2	0.2.																						
48	<p>Имеются две объединенные системы событий X и Y. Определить $H(X), H(Y), H(X/Y)$, если $p(x_i y_i)$ приведены в таблице</p> <table><tr><td></td><td>x_1</td><td>x_2</td><td>x_3</td><td>x_4</td></tr><tr><td>y_1</td><td>0.25</td><td>0.25</td><td>0.25</td><td>0.25</td></tr><tr><td>y_2</td><td>0.3</td><td>0.2</td><td>0.2</td><td>0.3</td></tr><tr><td>y_3</td><td>1/6</td><td>1/2</td><td>1/6</td><td>1/6,</td></tr></table> <p>а $p(x_1)=0.5, p(x_2)=1/3, p(x_3)=1/6$</p>		x_1	x_2	x_3	x_4	y_1	0.25	0.25	0.25	0.25	y_2	0.3	0.2	0.2	0.3	y_3	1/6	1/2	1/6	1/6,				
	x_1	x_2	x_3	x_4																					
y_1	0.25	0.25	0.25	0.25																					
y_2	0.3	0.2	0.2	0.3																					
y_3	1/6	1/2	1/6	1/6,																					
49	<p>Опыт X-случайный выбор целого числа от 1 до1050. Опыт Y-определение величин остатков от деления этого числа на 5 и 7. Определить энтропии $H(X), H(Y), H(X/Y)$.</p>																								
50	<p>Имеются две объединенные системы событий X и Y. Определить $H(X), H(Y), H(X/Y)$, если $p(x_i, y_i)$ приведены в таблице</p> <table><tr><td></td><td>y_1</td><td>y_2</td><td>y_3</td><td>y_4</td><td>y_5</td></tr><tr><td>x_1</td><td>0.12</td><td>0.1</td><td>0.08</td><td>0.05</td><td>0.3</td></tr><tr><td>x_2</td><td>0.02</td><td>0.04</td><td>0.12</td><td>0.04</td><td>0.02</td></tr><tr><td>x_3</td><td>0.03</td><td>0.05</td><td>0.08</td><td>0.1</td><td>0.12</td></tr></table>		y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	x_1	0.12	0.1	0.08	0.05	0.3	x_2	0.02	0.04	0.12	0.04	0.02	x_3	0.03	0.05	0.08	0.1	0.12
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5																				
x_1	0.12	0.1	0.08	0.05	0.3																				
x_2	0.02	0.04	0.12	0.04	0.02																				
x_3	0.03	0.05	0.08	0.1	0.12																				
51	<p>Опыт X-случайный выбор целого числа от 1 до1050. Опыт Y-определение величин остатков от деления этого числа на 5 и 7. Определить энтропии $H(X), H(Y), H(X/Y)$.</p>																								
52	<p>Дана матрица</p> <table><tr><td></td><td>x_1</td><td>x_2</td><td>x_3</td></tr><tr><td>y_1</td><td>1/8</td><td>1/8</td><td>1/8</td></tr><tr><td>$P(x, y)= y_2$</td><td>1/8</td><td>0</td><td>1/8</td></tr><tr><td>y_3</td><td>1/8</td><td>1/8</td><td>1/8.</td></tr></table> <p>Определить $H(X), H(Y), H(X/Y), H(Y/X)$.</p>		x_1	x_2	x_3	y_1	1/8	1/8	1/8	$P(x, y)= y_2$	1/8	0	1/8	y_3	1/8	1/8	1/8.								
	x_1	x_2	x_3																						
y_1	1/8	1/8	1/8																						
$P(x, y)= y_2$	1/8	0	1/8																						
y_3	1/8	1/8	1/8.																						
53	<p>Расположить распределения вероятностей</p> <table><tr><td>A</td><td>35/187</td><td>46/187</td><td>35/187</td><td>69/187</td></tr><tr><td>B:</td><td>47/187</td><td>49/187</td><td>43/187</td><td>48/187</td></tr><tr><td>B:</td><td>180/187</td><td>1/187</td><td>4/187</td><td>2/187</td></tr><tr><td>G:</td><td>141/187</td><td>29/187</td><td>10/187</td><td>7/187</td></tr></table> <p>по убыванию энтропий.</p>	A	35/187	46/187	35/187	69/187	B:	47/187	49/187	43/187	48/187	B:	180/187	1/187	4/187	2/187	G:	141/187	29/187	10/187	7/187				
A	35/187	46/187	35/187	69/187																					
B:	47/187	49/187	43/187	48/187																					
B:	180/187	1/187	4/187	2/187																					
G:	141/187	29/187	10/187	7/187																					
54	<p>Четырехтомное сочинение расположено на полке в случайном порядке. Какое количество информации содержится в сообщении о том, что книги расположены в должном порядке слева направо?</p>																								
55	<p>Пусть X и Y – две случайные величины, а $Z=X+Y$. Найдите $H(Z/X)$, если X и Y независимы; X и Y зависимы; $X=Y$.</p>																								
56	<p>Как соотносятся по величине $H(X/X^k)$ и $H(X^k/k)$?</p>																								
57	<p>Докажите, как соотносятся по величине $H(X)$ и $\log_2 L$? (L- число сообщений в ансамбле.) (Доказать).</p>																								

58	Как соотносятся по величине $H(X)$ и $H(X/Y)$? (Доказать)	
59	Как соотносятся по величине $H_3(X)$ и $H_5(X)$? (Доказать)	
60	Может ли существовать декодируемый неравномерный код в троичном алфавите с длинами слов: 2, 2, 2, 1, 1. (Доказать)	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для тестов	Код индикатора
1.	<p>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p> <p>Дискретный вероятностный ансамбль - это:</p> <p>а) Множество вероятностей появления сообщений</p> <p>б) Множество сообщений вместе с их распределением вероятностей</p> <p>в) Множество, содержащее конечное или счетное количество элементов</p> <p>г) Множество сообщений</p>	ОПК-1.3.1
2.	<p>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p> <p>Предположим, задан дискретный источник - телеграф. Тогда верно, что:</p> <p>а) заданы буквы алфавита</p> <p>б) заданы только вероятности появления букв, пар букв и троек букв, только в начальный момент времени</p> <p>в) заданы только вероятности появления любого сочетания букв любой длины, только в начальный момент времени</p> <p>г) заданы вероятности появления любого сочетания букв любой длины в любой момент времени</p>	ОПК-1.У.1
3.	<p>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <p>Пусть $X = \{x_0, x_1, x_2, \dots\}$ – некоторое дискретное множество</p>	ОПК-1.У.1

	событий.							
	<table><tr><td>1. Несовместные события</td><td>а) $P(A_1 A_2) = P(A_1) \cdot P(A_2)$</td></tr><tr><td>2. Независимые события</td><td>б) $P(A_1 A_2 \dots A_n) = P(A_1) \cdot P(A_2) \cdot \dots \cdot P(A_n)$</td></tr><tr><td>3. Совместно независимые события</td><td>в) $P(A_1 \cup A_2) = P(A_1) + P(A_2)$</td></tr></table>	1. Несовместные события	а) $P(A_1 A_2) = P(A_1) \cdot P(A_2)$	2. Независимые события	б) $P(A_1 A_2 \dots A_n) = P(A_1) \cdot P(A_2) \cdot \dots \cdot P(A_n)$	3. Совместно независимые события	в) $P(A_1 \cup A_2) = P(A_1) + P(A_2)$	
1. Несовместные события	а) $P(A_1 A_2) = P(A_1) \cdot P(A_2)$							
2. Независимые события	б) $P(A_1 A_2 \dots A_n) = P(A_1) \cdot P(A_2) \cdot \dots \cdot P(A_n)$							
3. Совместно независимые события	в) $P(A_1 \cup A_2) = P(A_1) + P(A_2)$							
4.	<p>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p>Заданы дискретные вероятностные ансамбли $X = \{a, b, c, d, e, f, p_a = 0.1, p_b = 0.25, p_c = 0.35, p_d = 0.12, p_e = 0.05, p_f = 0.13\}$, $Y = \{1, 2, 3, 4, p_1 = 0.2, p_2 = 0.3, p_3 = 0.25, p_4 = 0.25\}$, $Z = \{a, b, v, g, d, p_a = 0.25, p_b = 0.25, p_v = 0.15, p_g = 0.15, p_d = 0.2\}$, $T = \{\alpha, \beta, \gamma, p_\alpha = 0.3, p_\beta = 0.4, p_\gamma = 0.3\}$. Разместите ансамбли в порядке возрастания мощности множества элементарных сообщений.</p> <p>а) X б) Y в) Z г) T</p>	ОПК-1.В.1						
5.	<p>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</p> <p>Заданы 2 дискретных вероятностных ансамбля $X = \{a, b, c, p_a, p_b, p_c\}$ и $Y = \{1, 2, 3, p_1, p_2, p_3\}$, а также их произведение $XY = \{(a, 1), (a, 2), (a, 3), (b, 1), (b, 2), (b, 3), (c, 1), (c, 2), (c, 3), p_{(a, 1)} = 0.05, p_{(a, 2)} = 0.1, p_{(a, 3)} = 0.1, p_{(b, 1)} = 0.05, p_{(b, 2)} = 0.1, p_{(b, 3)} = 0.2, p_{(c, 1)} = 0.2, p_{(c, 2)} = 0.15, p_{(c, 3)} = 0.05\}$. Найти $p_a, p_b, p_c, p_1, p_2, p_3$.</p>	ОПК-1.В.1						
6.	<p>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p> <p>Произведение дискретных вероятностных ансамблей $X_1 = \{x_{i1}, p_{x1}(x_{i1})\}$, $X_2 = \{x_{i2}, p_{x2}(x_{i2})\}$, ..., $X_n = \{x_{in}, p_{xn}(x_{in})\}$ - это:</p> <p>а) Ансамбль $X_1 \cap X_2 \cap \dots \cap X_n = \{(x_{i1} \cdot x_{i2} \cdot \dots \cdot x_{in}), p_{x1 \cap x2 \cap \dots \cap xn}(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})\}$ б) Множество сообщений вместе с их распределением вероятностей в) Ансамбль $X_1 + X_2 + \dots + X_n = \{(x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in}), p_{x1 + x2 + \dots + xn}(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})\}$ г) Ансамбль $X_1 X_2 \dots X_n = \{(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}), p_{x1 x2 \dots xn}(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})\}$</p>	ПК-2.3.1						
7.	<p>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p> <p>Какие требования предъявляются к мере информации, содержащейся в сообщениях ансамбля $X = \{x, p(x)\}$?</p> <p>а) Мера должна быть неотрицательна б) Мера должна быть неположительна в) Мера сообщения не зависит от вероятности появления этого сообщения г) Мера однозначно определяется вероятностью сообщения д) Затраты на передачу независимых сообщений складываются из</p>	ПК-2.В.1						

	затрат на передачу каждого отдельного сообщения е) Чем больше вероятность появления сообщения, тем меньше затраты на передачу этого сообщения							
8.	<p>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <p>Собственная информация в битах для элементарного сообщения x из X считается по формуле $I(x) = -\log_b(p(x))$. Установить взаимосвязь между основанием логарифма b и единицами измерения информации:</p> <table><tr><td>1.Бит</td><td>а) $b = \exp$</td></tr><tr><td>2.Хартли</td><td>б) $b = 2$</td></tr><tr><td>3.Нат</td><td>в) $b = 10$</td></tr></table>	1.Бит	а) $b = \exp$	2.Хартли	б) $b = 2$	3.Нат	в) $b = 10$	ПК-2.В.1
1.Бит	а) $b = \exp$							
2.Хартли	б) $b = 2$							
3.Нат	в) $b = 10$							
9.	<p>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p>Задан дискретный вероятностный ансамбль $X=\{a, b, c, d, e, f, p_a = 0.1, p_b = 0.25, p_c = 0.35, p_d = 0.12, p_e = 0.05, p_f = 0.13\}$. Разместите элементарные сообщения в порядке возрастания затрат на их передачу.</p> <p>а) a б) b в) c г) d д) e е) f</p>	ПК-2.У.1						
10.	<p>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</p> <p>Задан дискретный вероятностный ансамбль $X=\{a, b, c, d, p_a = 0.5, p_b = 0.25, p_c = 0.125, p_d = 0.125\}$. Найти собственную информацию (в битах) каждого элементарного сообщения из X.</p>	ПК-2.У.1						
11.	<p>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p> <p>Дискретное множество - это:</p> <p>а) Множество действительных чисел б) Множество комплексных чисел в) Множество, содержащее конечное или счетное количество элементов г) Множество всех подмножеств натуральных чисел</p>	УК-2.У.3						
12.	<p>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p> <p>Какое из данных множеств является конечным:</p> <p>а) Множество натуральных чисел б) Множество четных целых чисел, не превосходящих 2^{10} в) Множество натуральных чисел, не превосходящих 2^{10}</p>	УК-2.У.3						

	г) Множество кортежей длины n , элементы которых принадлежат множеству $\{0, 1\}$ е) Множество остатков от деления натуральных чисел на 2							
13.	<p>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <p>Пусть $X = \{x_0, x_1, x_2, \dots\}$ – некоторое дискретное множество.</p> <table><tr><td>1.Элементарное сообщение</td><td>а) Подмножество множества X, мощность которого > 1</td></tr><tr><td>2.Сообщение</td><td>б) Некоторый элемент множества X</td></tr><tr><td>3.Сложное сообщение</td><td>в) Некоторое непустое подмножество множества X</td></tr></table>	1.Элементарное сообщение	а) Подмножество множества X , мощность которого > 1	2.Сообщение	б) Некоторый элемент множества X	3.Сложное сообщение	в) Некоторое непустое подмножество множества X	УК-2.У.3
1.Элементарное сообщение	а) Подмножество множества X , мощность которого > 1							
2.Сообщение	б) Некоторый элемент множества X							
3.Сложное сообщение	в) Некоторое непустое подмножество множества X							
14.	<p>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p>Пусть $X_1 = \{\text{буквы русского алфавита}\}$, $X_2 = \{\text{натуральные четные числа} < 100\}$, $X_3 = \{\text{буквы английского алфавита}\}$, $X_4 = \{\text{натуральные нечетные числа} < 100\}$, $X_5 = \{“.”, “,”, “!”, “?”\}$ – дискретные конечные множества. Разместите нужные элементы кортежа из произведения этих множеств $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5$ в правильном порядке:</p> <p>а) 1 б) Σ в) ш г) 80 д) ∞ е) d ж) .</p>	УК-2.У.3						
15.	<p>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</p> <p>Дано дискретное множество $X = \{a, b, c, d\}$. Верно ли, что множество чисел $\{0.1, 0.2, 0.3, 0.5\}$ может задавать распределение вероятностей на X? Если да, то объясните, почему. Если нет, то исправьте одно число так, чтобы множество чисел могло задавать распределение вероятностей на X.</p>	УК-2.У.3						

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
 - получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
 - развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
 - появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
 - получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
 - научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
 - получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.
- Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

- Каждая ЛР выполняется по индивидуальному заданию, выданному студенту преподавателем;
- в задании должно быть четко сформулирована задача, выполняемая в ЛР;

- описаны входные и выходные данные для проведения ЛР;
- ЛР должна выполняться на основе полученных теоретических знаний;
- выполнение ЛР должно осуществляться на основе методических указаний, предоставляемых преподавателем;
- ЛР должна выполняться в специализированном компьютерном классе и может быть доработана студентом в домашних условиях, если позволяет ПО;
- итогом выполненной ЛР является отчет с демонстрацией результатов работы преподавателю в электронном виде.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

- Титульный лист;
- Постановка задачи;
- Формализация задачи;
- Результаты работы;
- Список используемой литературы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

- ЛР представляется в печатном и электронном виде;
- ЛР должна соответствовать структуре и форме отчета, представленному выше;
- ЛР должна иметь титульный лист (ГОСТ 7.32-2001 издания 2008 года) с названием и подписью студента, который ее сделал и оформил;
- студент должен защитить ЛР. Отметка о защите должна находиться на титульном листе вместе с подписью преподавателя.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой