***ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,***

***Российская Федерация***

***Потемин Илья ПИ2103***

**122 Теория информации, данные и знания. Лекция 5. 2020-10-06**

Заголовок

Информация, энтропия и системность: от теории Больцмана к практическим примерам и классификации систем

Резюме текста (1 страница)

1. Введение и Концепция Энтропии Больцмана

Лекция профессора Луценко Евгения Вениаминовича посвящена теории информации, данным и знаниям. Рассматривается лекция №5 на основе учебного пособия. Ключевым вводится понятие энтропии, предложенное Людвигом Больцманом, как меры неопределенности системы. Информация определяется как уменьшение этой неопределенности. Формула Больцмана (разность логарифмов конечного и начального числа равновероятных состояний) позволяет количественно измерить информацию. Основание логарифма (2 для бит, e для нит, 10 для дит) определяет единицу измерения, но не меняет суть количества информации, подобно измерению веса в разных единицах.

2. Иллюстративные Примеры Расчета Информации

Игральный кубик: Изначально 6 равновероятных состояний (N1=6).

Если выпадает конкретное число (N2=1), неопределенность полностью снимается, получено log₂(6) ≈ 2.58 бит информации.

Если сообщается, что выпало четное число (N2=3 состояния: 2, 4, 6), неопределенность уменьшается частично, получено log₂(6/3) = log₂(2) = 1 бит информации.

Вода и лед: Лед (кристалл) – высокоупорядоченная структура с низкой энтропией. Вода – более хаотичная система с высокой энтропией. Сообщение информации воде (например, при замерзании) уменьшает ее энтропию, структурирует ее, превращая в лед, и при этом выделяется энергия (теплота кристаллизации). Это иллюстрирует связь между информацией, энтропией и энергией, позволяя предположить существование соотношения, аналогичного E=mc², связывающего информацию и энергию.

3. Труд как Информационный Процесс и Роль Средств Труда

Труд рассматривается как информационный процесс передачи информации (замысла, образа) от человека к предмету труда, придавая последнему определенную структуру (форму).

Познание: Получение информации человеком от источника.

Труд: Передача информации от человека к приемнику (предмету труда), структурирование его.

Средства труда выполняют те же функции по передаче и преобразованию информации, что и организм человека, но вне его психофизиологических ограничений, позволяя достигать больших масштабов и эффективности. Технологический прогресс – это процесс передачи трудовых функций от человека к средствам труда.

Психофизический парадокс: Непонятен механизм преобразования объективного в субъективное (при познании) и субъективного в объективное (при труде). Предлагается решение через концепцию относительности объективного/субъективного, зависящего от формы сознания.

4. Примеры Повышения Системной Эффективности через Информацию

Таксисты:

Начальный этап: Хаотичный поиск клиентов, низкая эффективность, высокая энтропия системы.

Промежуточный этап (рации, диспетчер): Появление централизованной информации о заказах снижает неопределенность, повышает эффективность, уменьшает энтропию.

Современный этап (планшеты, GPS, прогнозирование): Система формирует цепочки заказов, минимизируя порожний пробег. Резкое снижение энтропии, выделение "энергии" в виде экономии (топлива, времени). Информация структурирует систему, повышая ее эффективность и прибыльность.

Уборка урожая: Аналогично таксистам. Автоматизированная система управления (АСУ) собирает информацию (о наличии зерна, состоянии техники, элеваторов, погрузчиков), балансирует потоки, оптимизирует маршруты. Результат: сокращение сроков уборки, уменьшение потерь зерна, ликвидация очередей, резкая экономия топлива (энергии), предотвращение смешения сортов зерна. Информация, сообщенная системе, приводит к ее структурированию, снижению энтропии и выделению энергии (экономии).

5. Критика Терминологии и Классификация Систем

Отмечается некорректное использование терминов в IT:

Банки данных часто называют базами данных (банк данных = база данных + СУБД).

Банки данных (СУБД + БД) часто называют информационными системами.

В учебниках по ИИ базы знаний часто описываются как информационные или даже просто базы данных.

Причина – непонимание различий между данными, информацией и знаниями.

Предлагаются критерии для идентификации систем:

Банк данных: Содержит данные.

Информационная (аналитическая) система: Содержит классификационные шкалы, базу событий, базу причинно-следственных связей; выявляет смысл данных (преобразует данные в информацию) для решения задач.

Интеллектуальная система (система ИИ, система управления): Количественно выявляет сходство/различие между объектами и классами, измеряет информацию в факторах для достижения цели; решает задачи идентификации, прогнозирования, классификации, поддержки принятия решений, моделирования предметной области.

6. Выводы и Перспективы

Информация снижает неопределенность (энтропию) системы, повышает ее структурность и эффективность, что может сопровождаться выделением энергии (экономии). Существует глубокая связь между информацией, энтропией и энергией. Важно корректно использовать терминологию для описания различных типов систем (данных, информационных, интеллектуальных). Дальнейшие исследования включают развитие системной теории информации, информационных мер сложности, когнитивных функций и применение вариационного принципа в различных науках.

Детальная расшифровка текста

Здравствуйте, ребята.

Здоровайтесь, когда я говорю: "Здравствуйте". Надо здороваться.

Здравствуйте.

Здравствуйте.

Здравствуйте. Здравствуйте.

Вот.

Ну что у нас? У нас сегодня 6 октября 2020 года. Шестая пара, которая длится с 17:20 до 18:50. На ней мы изучаем лекцию номер пять, которая у нас по учебному пособию.

Дисциплина: теория информации, данные, знания.

Занятие ведет профессор Луценко Евгений Вениаминович.

Совместный доступ я вам даю, чтобы вы видели пособие.

Я пособие немного изменил.

И последний раздел, который мы рассматривали на предыдущем занятии - это тема семь: Основы информационной теории систем и повышение уровня системности объекта управления как цели управления.

Мы этот вопрос рассмотрели подробно довольно-таки. Но есть еще в нем четвертый пункт, четвертый вопрос. Мы рассмотрели понятие системы, системного эффекта, эмерджентности, сущностное содержание системного эффекта, коэффициент эмерджентности профессора Луценко, который я предложил. Ну, они этот вопрос рассматривали бегло, я вам дал просто ссылки, там математика, я не знаю, насколько вы на первом курсе ее воспримете.

И четвертый вопрос: повышение уровня системности объекта управления как цели управления. Вот этот четвертый вопрос мы тоже рассмотрели, но очень бегло, поверхностно.

Вот. А сейчас я хочу вам привести просто примеры.

Примеры.

1. Введение и Концепция Энтропии Больцмана

Значит, начнем мы с чего? С того, что был такой выдающийся ученый, Людвиг Больцман, который предложил измерять информацию с помощью энтропии. Энтропия – это степень неопределенности.

Эта идея потом в последующем была развита, и понятие энтропии является одним из ключевым ключевых понятий теории информации. Сейчас известна энтропийная мера информации Больцмана.

Это мера является одной из наиболее таких хорошо теоретически обоснованных.

Значит, энтропия – это просто неопределенность.

Так вот, Больцман говорит так, что если мы рассмотрим систему некоторую, и у нее вначале была одна неопределенность, а в конце вторая, другая неопределенность, то разница неопределенности начальной и конечной – это и есть количество информации.

Ну, может быть, оно звучит не совсем понятно, но я вам сейчас приведу пример, который будет вполне понятно.

Значит, примеры, примеры. Эти примеры, они очень большую роль играют. Вот почему я их, собственно говоря, и привёл.

Значит, если у нас в системе было вначале N1 равновероятных состояний, а в конце N2, то для изменения количества информации Больцман предложил формулу: разность логарифмов начального и конечного состояний. Причем здесь вот он, я указал логарифм по основанию 2 – это двоичные логарифмы, тогда информация будет в битах измеряться. А сам Людвиг Больцман, он предложил использовать натуральные, он использовал натуральные логарифмы.

Значит, если использовать разные логарифмы по разным основаниям, то получается смысл от этого не меняется. Примерно как вот, если мы измеряем вес в килограммах или фунтах, вот, или в пудах. От этого вес не меняется. То есть вы понимаете прекрасно, что он будет выражаться разным числом этот вес. Числа будут разные. Вот, но при этом вес будет один и тот же. Точно так же, если мы используем различные меры информации, различные основания логарифмов соответствуют различным мерам информации, то тоже количество информации будет одним и тем же. То есть если мы возьмем логарифм по основанию 2, это будут биты. Если логарифм натуральный будет с основанием E, число E, натуральный логарифм, тогда это будут ниты. Если будет логарифм с основанием 10, тогда это будут диты. Ну мы это еще рассмотрим подробнее потом.

2. Иллюстративные Примеры Расчета Информации

Игральный кубик

А сейчас смотрите. Первый, первый пример, наиболее такой простецкий. Если мы рассматриваем игральный кубик, у которого шесть граней, то выпадание любой из этих граней равновероятно. То N1 = 6 по формуле Больцмана вот этой.

Если же мы... после бросания кубика у нас состояние этого кубика стало полностью определенным, так как он выпал на определенную грань, выпала определенная грань. Поэтому N2 = 1.

То есть если мы по этой формуле, которая вот здесь приведена, посчитаем: логарифм 6 минус логарифм единицы. Надо помнить, наверное, что логарифм единицы - это равен нулю, потому что это основание, показатель степени, в которую необходимо возвести основание, чтобы получить число. Чтобы получить единицу, любое основание нужно возвести в степень ноль. Поэтому, значит, мы вычисляем просто логарифм шести, который равен примерно 2,58 бита.

А теперь представьте себе, что нам сказали не то, что выпала какая грань там конкретно, какая-то одна грань выпала, а нам просто сказали, что выпала четная, например. Если выпала четная, тогда это означает, что выпало либо 2, либо 4, либо 6. Тогда у нас в конечном состоянии осталась некоторая неопределенность. То есть мы не точно знаем, что там выпало, а знаем только, что какое-то из трех состояний выпало. То есть получается так, что у нас начальное состояние энтропия была равна шести, а конечное – трем.

И разность логарифмов... Разность логарифмов получается. Значит, логарифм шести, значит, если разность логарифмов, то это логарифм частного, дроби. То есть логарифм числителя минус логарифм знаменателя. Получается так, что логарифм 6 / 3 - это равно log₂. То есть 1 бит информации. То есть получается очень интересная ситуация, что при сообщении нам информации, что выпало четное, мы получаем уже не 2,58 бита, а всего получаем 1 бит.

Потому что неопределенность уменьшилась в два раза.

Вода и лед

Значит, хаотичность системы противоположна структурированности. Если мы сообщаем какую-то энергию куску льда, то он тает, превращается в воду. Лед – это кристалл, представляющий собой высокоупорядоченную структуру. В воде молекулы движутся намного более хаотично, чем в кристалле льда. Энтропия воды гораздо выше, чем энтропия льда.

Получается, дальше слушайте вывод. Получается, что если сообщить воде определенное количество информации, то ее энтропия уменьшается, то есть ее состояние становится более определенным, и она остывает, из нее выделяется энергия, и температура воды понижается, и вода структурируется, превращается в лед.

То есть возможно сделать конкретный расчет, в котором можно просто посчитать, какое количество энергии выделяется при сообщении воде определенного количества информации. И можно связать количество энергии и количество информации в каком-то выражении, которое аналогично выражению E = mc².

То есть информация является функцией от энергии. Или энергия является функцией от информации. Но здесь вот у нас написано, что энергия является функцией от массы. А здесь вот я написал, что энергия, информация является функцией от энергии. То есть я так думаю, что вполне можно получить выражение, связывающее энергию и информацию, примерно как связывается масса и энергия в выражении E = mc².

3. Труд как Информационный Процесс и Роль Средств Труда

Познание и Труд

Здесь нужно понимать, что человек может быть и источником информации, и приемником информации. Получение информации человеком от некоторого источника – это познание этого источника. А передача информации от человека к некоторому приемнику – это труд. Придание определенной структуры этому приемнику информации. Представление о том, что труд – это информационный процесс, сегодня совершенно очевидно для всех, особенно когда многие виды труда осуществляются дистанционно сейчас.

Но я эту идею предложил и развил 40 лет назад, когда информационную теорию труда, информационную теорию времени, информационную теорию стоимости, когда это было далеко не так очевидно.

И развил я в ряде работ. Сейчас я на эти работы сошлюсь, дам вам ссылочку на эти работы.

Вот.

Чат пошлю.

Да, здравствуйте. Дмитрий поздоровался в чате.

Роль Средств Труда и Технологический Прогресс

И когда человек сообщает информацию объектам окружающей среды, то они структурируются, их, и становятся более упорядоченными.

Ну, ребята, у вас микрофоны включены.

Ой.

Выключайте микрофоны.

Вот тебе и ой.

Вот. Значит, теперь слушайте внимательно. Пример. Я вам некоторые из этих примеров приводил. Э-э, ну сейчас их, может быть, повторюсь немножко. Э, пример ваза. По Аристотелю ваза, статуя – это глина, которой придана форма. Процесс придания формы глине – это труд гончара или скульптора. По сути, процесс труда представляет собой, э, процесс записи информации из образа будущего продукта труда в предмет труда, по мере которого предмет труда структурируется, преобразуется в продукт труда. Форма представляет собой ничто иное, как структуру, в которой записана информация.

Ну если вазу разбить, тогда становится понятным, что там за информация записана. Помните, я вам рассказывал, что если вазу разбить, то становится очевидно, что в ней записана была информация о том, как взаимосвязаны ее элементы друг с другом. Если мы хотим эту вазу из черепков опять собрать, то нам нужно узнать, как они были взаимосвязаны друг с другом. То есть нужно тогда их отсканировать. Есть программы, которые находят по форме вот разлома, э, какие черепки были рядышком. И создается опять целостный образ вазы. После этого по этому образу можно склеить их там, даже клеем или бумагой по первому снай, будет та ваза, которая была изначально. То есть мы можем эту информацию восстановить.

Информационная Сущность Труда и Психофизический Парадокс

Информационная сущность труда и основы информационной теории развития производительных сил. В чем это заключается? Процесс перезаписи информации субъективного образа продукт труда осуществляется по каналу передачи информации, в качестве которого выступает сначала организм человека и также и средства труда. Средства труда выполняют те же самые функции по передаче и преобразованию формы представления информации, то есть системы кодирования, что и организм человека, но выполняют их вне психофизиологических ограничений организма человека. Поэтому есть смысл создавать средства труда, то есть они позволяют, э, выполнять те же функции, что и человек, но в других совершенно масштабах, не ограниченных возможностью человека. К тому же технологический прогресс осуществляется несопоставимо быстрее, чем биологический. Технологический прогресс представляет собой процесс последовательной передачи трудовых функций от человека к средствам труда.

Существует психофизический парадокс, так он называется в науке, э, который заключается в том, что непонятно, как происходит преобразование объективного в субъективное при познании и как происходит преобразование субъективного в объективное при труде. Значит, э, такое преобразование происходит. То есть когда мы познаём что-то, то нам на органы восприятия действуют внешние физические факторы, ну свет, например. И мы видим, э, образы, создаются субъективные образы у нас. Вот. И эти субъективные образы, они уже не являются, э, объектами внешнего мира, а являются фактами сознания. То есть где-то, когда мы начинаем осознавать восприятие, где-то происходит преобразование в нашем организме объективного в субъективное. А когда мы трудимся, то наоборот. Э-э, что-то себе представили, вообразили, а потом взяли его и сделали. Это происходит преобразование субъективного в объективное. Где и как оно происходит, не совсем понятно. Я около 40 лет назад предложил развитое представление о том, как это происходит, используя, э, представление, которое я разработал, и системно-научную постановку и решение основного вопроса философии, и представление об относительно объективном и относительно субъективном. Но суть заключается в том, что, э, когда мы классифицируем объекты как объективные и субъективные, то это не на всю жизнь эта классификация, как говорится, а только до тех пор, пока у нас та же самая форма сознания.

Когда форма сознания меняется, то изменяется и способ классификации на объективное и субъективное.

Закон повышения качества базиса, в чем заключается? В том, что есть противоречие между системой и средой на каком-то уровне организации этой системы, в котором они еще не разрешены. Этот уровень называется базовым. Разрешение этого противоречия в базовом уровне осуществляется поэтапно путем перераспределения функций по преобразованию формы информации между внешним и внутренним. Это перераспределение может осуществляться в двух формах: в форме внешнего отчуждения – развитие средств труда и технологий, путем внутреннего отчуждения – развитие сознания. Причем развитие технологии детерминирует соответствующие уровни сознания, а уровень сознания определяет функциональный уровень технологий.

Происходит при передаче функций происходит количественное изменение системы, а передача всех функций некоторого организма происходит качественное изменение сознания у людей.

При этом человек как объективно начинает осознавать другие уровни реальности, и общество переходит на другой уровень развития.

4. Примеры Повышения Системной Эффективности через Информацию

Таксисты

Теперь пример рассмотрим такой, который я назвал таксисты.

Значит, представьте себе, что когда был Советский Союз, таксисты не имели никакой связи между собой, и не было никакой диспетчерской, и никто не знал, где находятся клиенты. И все ездили и искали этих клиентов. Ну, понимали, конечно, что раз поезд приезжает, то появятся много людей, которые хотят доехать до дома. И таксисты подъезжали к на вокзалы и перед прибытием поезда, там у них было много, целые пробки там возникали, ждали, когда кто-то появится. Вот. Потом они ездили по улице, просто искали сами клиентов.

То есть такая была организация их работы.

Потом появилась система, которая была похожа на, можно сказать, как разовая продажа услуг. У таксиста появилась громкоговорящая селекторная связь, похожая как в спецслужбах. И появились диспетчера. Это обычно были девушки в помещении с телефонами, с одним общим номером. На все телефоны номер один, а звонит первый из свободных телефонов. То есть их там сидит человек 10, к примеру. Набираешь этот номер, опрашиваются все телефоны по очереди, и когда доходит опрос до свободного телефона, он звонит, и девушка поднимает трубку. Благодаря этому диспетчерскую легко дозвониться. Клиенты звонят и делают заказы. Диспетчер по общей громкоговорящей селекторной связи озвучивает эти заказы: "Кто собирается там ехать, вот клиент есть на Ставропольской со 151 на Юбилейный?" (там университет находится). "Кто возьмет?" Все таксисты это слышат. Некоторые из них как раз подъезжают к Ставропольской 151. Кто-то даже живет в этом Юбилейном микрорайоне и как раз туда собирался ехать на обед. Он сразу же отвечает: "Я беру!" И называет свой номер, ну скажем, 143-й. Вот. Даже такая примитивная система существенно повышает эффективность работы таксистов, так как решает главную для них проблему поиска клиентов. И это с лихвой окупается все затраты на содержание самой диспетчерской и системы связи.

Теперь более развитая система – цепочки продаж услуг. В настоящее время у таксиста установлен планшет, на котором он видит поступающие заказы от клиентов в виде таблицы, в которой сверху добавляются новые строки с заказами, с новыми заказами. Он просто может нажать пальцем на нужный заказ, и этим самым берет его себе. И у него он берётся на исполнение, а у остальных он уже снимается с экрана, его уже становится не видно остальным. Система с учетом текущей и даже прогнозируемой дорожной ситуации прогнозирует время выполнения заказа и место, где в это время, где в это время будет находиться данный таксист.

Вот.

И предлагает ему создать цепочку заказов. Если таксист соглашается, то при появлении клиента, который собирается ехать из точки окончания предыдущего заказа во время его окончания, то этот заказ автоматически передается данному таксисту. В результате он может поехать, ездить весь день практически непрерывно, не проехав ни одного километра пустым, без пассажира.

Выводы по Системе Таксистов и Связь с Информацией/Энтропией

Выводы по этой системе. Значит, система – это множество базовых элементов, взаимосвязанных друг с другом, за счет чего система приобретает новые, так называемые системные или эмерджентные свойства, которых нет у множества базовых элементов, и которые обеспечивают системе преимущество в достижении цели. Эмерджентное свойство систем тем более ярко выражено, чем сильнее взаимосвязи между элементами и чем их больше, и чем больше этих взаимосвязей. Чем больше и чем они сильнее, тем сильнее система отличается от множества элементов, тем сильнее выражены ее системные свойства, выражен выше уровень системности, сильнее отличаются ее свойства от свойств элементов.

Уборка урожая

Теперь, значит, смотрите, эффективность работы таксиста выражается в чем? Прибыль на единицу затрат. Тем самым, тем выше, чем выше доля пробега с клиентом за определенное время. То есть вот он ездит, и он у него это время можно разделить на две части: время, когда он ищет клиента, и время, когда он едет с клиентом. Так вот, если такую систему цепочку заказов он использует, то получается, что он без клиента практически и не ездит. Ну, буквально может несколько километров проехать без клиента, а потом опять полдня с клиентами ездит.

Значит, получение, получается, что у него нет порожнего пробега. То есть он постоянно непрерывно находится в прибыльном, ну, в прибыльном, так сказать, состоянии, когда он зарабатывает прибыль. Это резко повышает свойство системы этой таксистов зарабатывать прибыль.

Появляется ярко выраженное свойство зарабатывать прибыль. Таксисты представляют собой базовые элементы, то есть множество таксистов. Это множество таксистов преобразуется в систему путем добавления к ним диспетчера и образования информационных взаимосвязей между таксистами и диспетчером. Диспетчер сообщает таксистам информацию о местонахождении клиентов и о том, куда надо ехать. В результате исходное множество таксистов структурируется, уровень его энтропии, хаотичности резко уменьшается, эффективность работы таксистов повышается. Система с точки зрения энтропийной меры информации Больцмана охлаждается, структурируется, и из нее выделяется энергия.

Что это за энергия, которая выделяется из таксистов, из системы таксистов? Из системы выделяется энергия, которую можно назвать экономией. То есть раньше были бы одни затраты на получение единицы прибыли, теперь другие, гораздо меньшие затраты на получение единицы прибыли.

Получается, что фактически идет речь о чем? О том, что сообщение системе энергии, э, информации приводит к тому, что из нее выделяется энергия, экономия. То есть экономятся, э-э, уменьшаются затраты на топливо, уменьшаются затраты на единицу прибыли, я имею в виду. Вот. И получается, что можно выразить, э, вывести соотношение для системы таксистов конкретной, э, сколько информации им сообщили и сколько экономии это дало. То есть повышение прибыли, рентабельности на единицу затрат, то есть ну это и есть рентабельность. Вот. То есть мы можем увидеть, что эффективность системы возрастает. И определенному количеству информации, которое сообщено этой системе, соответствует определенное количество энергии сэкономленной, которая не потрачена этими таксистами, а осталась неиспользованной. Ну, то есть, скажем, топливо осталось в результате, которое было бы потрачено, если бы этой информации у них не было. Они бы тогда это топливо тратили на поиск этой информации о том, где клиент.

Следующий пример. Уборка урожая. Он сходен с предыдущим, с таксистами. По этой причине, также потому, что он подробнейшим образом описан в монографии, мы не будем здесь его подробно описывать. Лишь скажем вот что, что очень много машин ездят по району, э, ищет, где есть зерно на токах, вывозят это зерно на элеваторы. И при этом, значит, образуются очереди автомашин и на токах, и на элеваторе. И когда очередь, то машины не глушатся, а едут на первой скорости, потом останавливаются, потом тоже не глушатся, стоят, молотят, потом чуть-чуть смещаются. Почему? Потому что если ты будешь её глушить, то через каждую минуту придётся заводить.

Ну, я скажу, что для машины тоже это не полезный режим, когда её то глушат, то заводят. И по многу раз, так сказать, прямо непрерывно, можно сказать, то заведут, то заглушат. Вот. То есть это ясно, что для машины режим очень нежелательный. Ну и если она молотит, как говорится, на холостых оборотах, она работает и смещается через несколько минут на 1 метр, то это колоссальные затраты бензина на единицу пробега. То есть получается там, скажем, 100 л на э 100 км, там или 200 л на 100 км затраты, когда машина не едет, а стоит, и двигатель работает, и она смещается там на 1 м, то на 2. Внедряется автоматизированная система управления процессом уборки. Что происходит в этом случае? Определяется, какие, какое количество зерна на каком току находится, какие там погрузчики. Эти погрузчики имеют свои характеристики, позволяющие определить расчетным путем, сколько будет грузиться машины различной грузоподъемности. Транспортные хозяйства сообщают информацию о том, какие у них есть, э, машины на выходе, для выхода на линию, которые могут быть использованы в процессе уборки. Э, элеваторы сообщают информацию, какие у них нории, то есть погрузчики есть, и какого объёма, какого вида зерна они могут принять. Сколько сильного, сколько ценной пшеницы, сколько рядовой пшеницы они не смогут принять. Эти нории тоже имеют свои характеристики, то есть известно, сколько тонн они закачивают за час туда, в бункера для хранения. Значит, автоматизированная система всё это балансирует, решает задачу, куда кому приехать из водителей, на каком погрузчике, каким э зерном загрузиться и на какой элеватор, и на какую норию разгрузиться. И во сколько подъехать туда, во сколько сюда. Всё рассчитывается с учётом расстояний и класса дороги.

От класса дороги зависит скорость, по которой, с которой можно ехать по этой дороге. С покрытием она, без покрытия, какая ширина, там, есть ли разметка, какого класса дорога. Вот. И, соответственно, машины могут реально выполнять эти водители машин могут реально выполнять эти задания.

То есть они реальные эти задания. Они учитывают даже время на медицинские там перерывы или социальные там какие-то, перерыв на обед учитывается обязательно. И водители, значит, выполняют эти предписания, потому что в это время ехать нет необходимости на элеватор, потому что там в это время планируется, что будет, прибудут другие машины, и будет возникать очередь, если ехать. А если пообедать и потом поехать, то ты приезжаешь вовремя, и там имя твоё, там никого нет, именно ты должен подъехать в это время, тебя ждут.

В результате, э, уборка очень сокращается по времени, потери зерна уменьшаются, э, машины, очереди вообще исчезают везде, и на токах, и на элеваторе.

Расход бензина резко уменьшается в результате решения этих задач, резко. Сейчас я скажу, насколько. И э, из-за также смеси зерна, потому что объёмы всё сбалансированы, не привозится э больше рядовой пшеницы, чем может загрузиться в элеватор э под тем норием, который для этой цели выделены. Или больше другой сорта, больше другого сорта. Всё привозится ровно в таком объёме, в каком это реально может быть загружено в элеватор. Э, это предотвращает необходимость смеси. А когда это не сбалансировано, то могут привезти рядовую пшеницу, засыпать в норию, где у нас сильная пшеница. И цена её становится сразу же намного ниже этой смеси. Вот. И потери получаются миллионы, огромные потери э стоимости этой пшеницы. То есть это, то есть баланс очень важно соблюдать, чтобы не было этих потерь из-за смеси. Но сам прямая вот экономия за счёт экономии топлива составляет примерно от 400 до 500.000 долларов в месяц на одном районе, Теплоконёвского.

Значит, можно посчитать, какое количество информации было сообщено системе, и какое количество энергии выделилось из объекта управления за счёт повышения его уровня системности и понижения его энтропии, повышения уровня организованности. Поэтому точно так же можно получить на основе анализа такого примера, тоже можно получить соотношение, сколько мегабайт информации было сообщено объекту управления и какое количество энергии выделилось из него при сокращении затрат на топливо.

И построить соотношение между количеством информации и количеством энергии из системы, выделившейся из системы. Может быть, эти различные способы расчёта соотношения между количеством информации и количеством энергии, они дадут, может быть, один и тот же результат, сходный результат. Может быть, это не получится, потому что системы разные, разного масштаба.

Могут получиться разные и соотношения. И, возможно, формула какая-то такая посложнее, чем E = mc². Может быть, она должна учитывать мощность системы.

Я в статье, на которую здесь вот ссылочка на неё здесь есть, на эту статью, описал идею, которая в общем виде выражает это вот соотношение между энергией и информацией. И высказывается обоснованная мысль о том, что природные процессы происходят таким образом, что при этом тратятся минимальное время или минимальные затраты энергии осуществляются на осуществление этих процессов.

В соответствии с этим вот вариационным принципом информационным, который я там сформулировал и привёл примеры, ребята, привёл примеры конкретные его реализации из самых различных областей науки: и физики (у физики он известен этот принцип, называется вариационный принцип, принцип наименьшего действия), но в других науках он не так известен. Я его сформулировал для всех основных направлений науки: для химии, биологии, ну, кроме физики, физики он тоже тоже сформулирован в информационном, в терминологии теории информации. И, э-э, также для социальных наук, психологии сформулировал этот принцип. То есть для различных наук, изучающих внутренний и внешний мир, все формы движения: физическая форма движения, химическая, биологическая, социальная и то, что связано с самим человеком - это его психология и сознание.

5. Критика Терминологии и Классификация Систем

Вот. Теперь давайте дадим определение. Ну эти определения...

Вот, ребят, теперь опираясь на то, что я рассказывал, рассмотрим тему восемь.

Это критерии идентификации банков данных, информационных и интеллектуальных систем.

И такие вопросы рассмотрим: определение понятий банк данных, база данных СУБД, определение понятий информационный банк, информационная база, информационная система, определение понятий банк знаний, база знаний, интеллектуальная система. И рассмотрим процесс преобразования данных в информацию и её в знания. Как этот процесс называется, в чем суть этого процесса?

Значит, ну до этого мы рассматривали с вами уже эти вопросы, давали определения данных, информации и знания. Поэтому сейчас уже нам остается только сделать некоторые выводы.

И я вам могу только вот что сказать, что специалисты часто не проводят особых различий между базами данных и банками данных, называя банки данных базами данных.

Вот. Банк данных - это включает в себя и программное обеспечение, не только базу данных, но и программное обеспечение, манипулирование этими данными, которые находятся в базах данных. Таким образом, часто научная терминология используется некорректно, неправильно.

То есть многие даже и не знают, что банки данных - это база данных плюс СУБД.

Аналогично часто банки данных, то есть СУБД с базами данных, довольно часто называют информационными системами.

Тоже такая же ошибка. Значит, обычно думают, что в этих системах содержатся не данные, а информация. При этом люди обычно не совсем чётко понимают, в чем различие между данными и информацией. Мы же этот вопрос рассмотрели.

Часто в учебниках по моделям представления знаний, э, в базах, базах знаний, э, интеллектуальных систем, э-э, часто бывает, что фактически описываются не базы знаний, а информационные базы или даже просто базы данных. Почему это происходит? Опять же по той же самой причине, что авторы этих учебников, учебных пособий сами не очень чётко понимают, в чём различие между данными, информацией и знаниями. И путаются в этих понятиях. И в моделях представления знаний описывают какие-то реляционные модели там и тому подобное.

Поэтому вопрос о критериях идентификации банков данных, информационных и интеллектуальных систем является весьма актуальным. Если его решить, то терминологическая путаница уменьшится и у учащихся, и у специалистов, и в соответствующей литературе.

Хотя, если оставаться на реальной почве, то можно признать, что надежд на это немного. То есть фактически, э, на самом деле, мы понимаем, что если это написать об этом, сказать об этом, как вот я об этом пишу, говорю, то эффект от этого минимальный. То есть никто особо на это внимание не обращает.

Вот. Хотя я пишу об этом много лет.

Теперь мы можем, опираясь на таблицу номер два, сказать, что если в программной системе, работающей с базами данных, есть классификационные описательные шкалы и градации, и есть база событий, а также база причинно-следственных зависимостей между событиями, э, то тогда эта система обеспечивает выявление смысла в данных и, то есть, и использование этого смысла для решения различных задач, то тогда все основания есть назвать такую систему информационной системой или аналитической системой. То есть я хочу сказать, что термины информационная система и аналитическая система, они имеют сходный очень смысл.

Почему? Потому что информация – это осмысленные данные, а процесс осмысления данных называется анализом данных. То есть процесс выявления, э, взаимосвязей в этих событиях, которые отражены в этих данных – это преобразование данных в информацию. Это процесс осмысления данных. Поэтому система, которая проводит анализ данных, они формируют информационные базы, и в результате анализа это происходит. То есть такие системы нам нужно назвать и информационными, потому что они создают информацию из данных, преобразуют данные в информацию в результате анализа данных. И, э, осуществляют этот сам этот анализ, то есть они являются аналитическими.

Теперь мы можем вот что сказать, что если в программной системе, работающей с базами данных, количественно выявляется сходство-различие между образами конкретных объектов и обобщёнными образами классов, между образами классов, э, между значениями факторов, количество информации в значениях факторов о достижении цели, и это используется для решения задачи идентификации, прогнозирования, классификации, поддержки принятия решений по достижению поставленной цели, исследования, э-э, моделирования предметной области путём исследования её модели, то есть все основания называть такую систему интеллектуальной системой или системой искусственного интеллекта.

Я вот также вам скажу, что, на мой взгляд, системы искусственного интеллекта являются также системами управления, потому что они обеспечивают принятие решений.

Это означает, что многие системы фактически не оправдывают своих названий. То есть если в названии системы заявляются более развитые функции, чем система поддерживает фактически. То есть, представьте себе, что очень часто СУБД называют информационными системами. Открываем учебное пособие по дисциплине э-э, модели представления знаний, и обнаруживаем, что там описывается не модели представления знаний, а информационные системы с информационными базами.

То есть люди путаются в этих областях, в терминологии. И часто называют, скажем, интеллектуальными системами, могут назвать систему, которую можно назвать только информационной системой. А до интеллектуальной она не доросла, потому что не позволяет решать задачи принятия решений, достижения цели, управления.

С другой стороны, вполне понятно желание разработчиков назвать свою систему красивым и модным сочетанием слов "информационная система", "аналитическая система" или даже "система искусственного интеллекта", "интеллектуальная система". Но нужно понимать, когда разработчик делает это, то, по сути, он, э, не понимая смысла используемых терминов, э, часто поддаётся соблазну выдать желаемое за действительное и вводит потенциальных пользователей в заблуждение. Или даже можно сказать, что просто их обманывает. Причём, ну, может быть, не всегда специально, но так вот получается.

В этом нет ничего удивительного, так как специалисты по рекламе практически всегда так и делают.

Но это не может оправдать ни разработчиков программных систем, ни специалистов по рекламе, которые так делают.

6. Выводы и Перспективы

Тема девять. Некоторые выводы, перспективы и литература.

В этой, в этом теме номер девять мы рассмотрим э, работы по информационным мерам сложности систем, коэффициентам эмерджентности и системному обобщению математики. Ну, вернее, не рассмотрим сами эти работы, а просто скажем, что они существуют, дадим ссылки на них. Работы по системно-когнитивному анализу изображений, работы по анализу текстов, по когнитивным функциям, по выявлению, представлению и использованию знаний, логике, методологии научного познания, по изучению влияния космической среды на различные глобальные процессы на Земле, работы по современным интеллектуальным информационно-коммуникационным технологиям и их применению в научной сельской деятельности и образовании, по виртуальной реальности, по когнитивной ветеринарии и другие.

Ну, какие можно сделать выводы по этой, по этой области? Что э, вопросы терминологии сейчас э находятся в застое каком-то, не совсем корректно используется терминология. Авторы часто называют э свои системы неоправданно, обычно завышая их функциональные возможности. И это всё нельзя признать удовлетворительным.

Предлагается система научных терминов, позволяющая упорядочить терминологию в этой предметной области.

Я вам уже об этом рассказывал об этой терминологии, что предлагается стандартизировать понятие информационные базы и понимать так, что информационные базы содержат информацию, а информация представляет собой осмысленные данные, то есть данные, в которых обнаружены события и выявлены причинно-следственные связи между событиями. И предложены не только терминология соответствующая, но и критерии идентификации банков данных, информационных, теоретических систем, интеллектуальных систем.

Вот. Эти критерии являются функциональными. Потому что отличаются банки данных, информационно-теоретические системы друг от друга именно функционально, то есть они обеспечивают поддержку различных функций. И потому, какие функции они обеспечивают, поэтому можно и говорить о том, что это за система.

Также можно предложить э ввести в специальности научные э термин "когнитивный". Потому что сейчас уже совершенно очевидно, что существует когнитивная экономика. Э, я вам приводил много статей, или сейчас вот приведу, может быть, когда будем рассматривать эту тему. Приведу вам ссылки на работы по когнитивной ветеринарии, к примеру. Э, сейчас уже можно говорить о том, что к любому научному направлению, на любом направлении науки можно к любой научной специальности можно добавить термин "когнитивный" и получится новое название, которое вполне оправдано.

Вот, скажем, когнитивная экономика уже давно есть. Когнитивной механизации нет, но можно привести примеры применения интеллектуальных технологий для решения тех задач, которыми решаются в области механизации, и сказать, что это как раз и есть, в общем-то, когнитивная механизация. Когнитивная агрономия – то же самое, принятие решений в области агрономии с применением систем искусственного интеллекта. Когнитивное управление – это интеллектуальное управление, адаптивное с применением интеллектуальных технологий для принятия решений. Когнитивная мелиорация – то же самое. Значит, вы применение интеллектуальных систем для того, чтобы выявить влияние факторов, каких, как открытие шлюзов и закрытие тех или иных, на уровень поверхностных и грунтовых вод, на засоление почв в разных э местах, в разных э микрозонах выращивания.

Ну теперь, э, что я могу сказать? Что есть довольно много работ по применению интеллектуальных технологий для исследования уровня системности и сложности и системы. И измерению этого уровня сложности, уровня системности с помощью специальных коэффициентов информационных.

Значит, я сейчас даю вам ссылочку на эти работы. И, значит, выводить текстом, чтобы было легче понять. Я буду с текстом давать.

Значит, что здесь интересного в этом? Что есть много работ в интернете, которые являются некорректными заимствованиями, то есть работами плагиаторов, которые я сейчас вам покажу эти некоторые из этих работ.

То есть мы видим, что авторы работ просто берут мои тексты и выдают их не только за свои статьи и разделы в книгах, но даже за диссертации.

Очень интересно, что можно анализировать тексты.

Так, кстати, сами плагиаторы - люди некомпетентные, которые плохо понимают, вообще слабо понимают, что там происходит в области науки. Они понимают только как Ctrl+C, Ctrl+V делать. И поэтому они не знают, что эти коэффициенты эмерджентности разработал я и предложил я. А я, когда их предлагал, то я почему-то проявил такое вот э-э, скажем так, природное благородство, не знаю, как это сказать. Э-э, или природную скромность, э, которой у меня на самом деле не так уж много, но тут она как-то сработала эта природная скромность. Короче, меня хватило ума не назвать эти коэффициенты своим именем - коэффициенты эмерджентности. Я их назвал в честь выдающихся учёных, внёсших большой вклад в теорию информации, в создание теории информации. Назвал коэффициенты эмерджентности Хартли, коэффициент эмерджентности Харкевича, коэффициент эмерджентности Шеннона. И эти названия, они не случайным образом каким-то вот между этими различными видами коэффициентов эмерджентности, а потому, что при их выводе именно вот э э вывод математический этих коэффициентов основывался именно вот на этих мерах.

Ну, например, мера Хартли. Как она получена? Вот если мы возьмём мешок с шарами и вытащим оттуда шар с каким-то номером, то мы получаем количество информации при этом, мы же могли вытащить любой из N шаров, а вытащили пятый, например. Мы получаем информацию log(N), если шары вытаскиваются равновероятно. А я предложил эту меру обобщить. Я предложил считать, что мы можем вытащить из мешка не один шар, а два шара или три шара, захватить их сразу три, например, или там даже больше захватить их и вытащить их все сразу. То есть я предполагал, что шары могут образовывать подсистемы из двух, трёх, четырёх и так далее шаров, вплоть до того, что может быть образована подсистема из всех шаров. То есть эти шары могут между собой взаимодействовать, быть соединены какими-то каналами связи, образовывать такие цепочки, гирлянды, там разные структуры.

Вот. И я предложил, что если вытаскивается два шара, то это тоже элемент системы. И таких элементов системы, то есть элементы системы могут быть базовые, сами эти шары исходные, а могут быть, э, подсистемы. Подсистемы тоже являются элементами системы.

И если посчитать количество этих подсистем различных, состоящих из одного, двух, трех и до конца взять N шаров, например, то тогда нужно взять число сочетаний, посчитать из N по М. То есть из N шаров у нас было изначально, а М - это 1, 2, 3, 4, и просуммировать. То есть сумма числа сочетаний из N по М - это у нас будет суммарное количество всех подсистем, которые можно образовать из элементов, которых N. Вот. Максимальное количество, конечно, это. Вот. И можно это вот количество подсистем взять из него логарифм.

То есть представьте себе, по Хартли, если мы считаем равновероятно какую-то базовый элемент шар или подсистему, мы получаем логарифм суммы числа сочетаний из N по М информации. А если мы не учитываем системность, а предполагаем, что это чистое множество, эти шары не образующие подсистем ни на каком уровне иерархии, то мы получаем log(N) информации, да? Вот. То есть мы можем сказать, что уровень системности системы из N элементов, он образуется таким образом: это количество информации в системе разделить на количество информации в множестве, то есть логарифм числа сочетаний, э, то есть логарифм от суммы числа сочетаний из N по М разделить на log(N). Это вот и есть превышение э информации в системе над количеством информации в множестве базовых элементов этой системы. И я эту меру назвал мерой Хартли и предложил считать, что это мера уровня системности. Чем более сложная система, чем более, чем больше в ней элементов, тем больше уровень системности этой системы, больше там количество информации системной. И это довольно подробно исследовал. То есть я исследовал, как растёт превышение системной информации над базовой при увеличении числа элементов, там вывел всякие леммы из этого, выводы сделал и так далее, и так далее. Вот. То есть я развил целое направление в теории информации, которое называется системная теория информации. Предложил обобщённое выражение для количества информации, которое обобщает выражение Хартли, Харкевича и Шеннона. И отражает вот эти характеристики не только базовых множеств элементов, но и систем, состоящих из этих множеств и взаимосвязей.

То есть я разработал именно такое направление теории информации, развил, которое позволяет описывать именно системы, а не множества.

И описал эти вот информационные меры уровня системности. А плагиаторы, они не знают, что я это сделал. Они думают, что мера, уровень, коэффициент эмерджентности Хартли предложен Хартли. Коэффициент эмерджентности Харкевича предложен Харкевичем, они так думают. И они пишут: согласно Хартли, коэффициент эмерджентности вот выражается таким вот такой формулой. Дело в том, что Хартли ничего подобного не писал, и даже у него и мысли таких не было об этом писать. В то время это вообще об этом и не думали, что об этом можно будет написать. Ну, практически это было 100 лет назад работы Хартли по теории информации. Через 100 лет появилось системное обобщение теории информации. И вдруг, значит, современные плагиаторы ссылаются на Хартли, что он всё это предложил. А просто я в честь него назвал этот коэффициент эмерджентности, как и в честь других вот учёных, которых я перечислил.

Вот такие вот дела. Вот.

А сейчас я иногда пишу прямо, что я предложил коэффициенты эмерджентности и называю эти коэффициенты эмерджентности коэффициентами эмерджентности Луценко. Но уже никто не читает и не называет их так.

Работы по когнитивным функциям. Что такое когнитивные функции, ребята? Вот здесь вот вы сейчас должны экран видеть. Я вам показываю хелп этого режима. Когда мы его запускаем этот режим, то визуализация... Видно, да, ребята?

Ну что-то сказали, но как-то невнятно.

Если какие-то вопросы у вас по ходу изложения возникают, ребят, вы спрашивайте. Я отвечу по возможности.

Значит, э, ребята, значит, обычно мы говорим о том, что в аргументе содержится определённое количество информации о значении функции, но, э, только тогда, когда мы используем какие-то численные методы.

Ну, например, когда мы рассмотрим таблицу Брадиса или рассматриваем вопросы кодирования звука, мы говорим, что столько-то градаций громкости будет у нас в звуковом сигнале. И если эти градации там, обычно их степень двойки этих градаций. И тогда получается, что мы получаем, получив определённую громкость звука на определённой частоте, мы говорим о том, что у нас получено определённое количество информации при этом. Потому что в этой, в этой громкости содержится определённое количество информации. То же самое касается цвета. Глубина кодирования цвета, сколько бит. Ну вы знаете, что наибольшая глубина кодирования цвета - это 256³, которое реально используется. А тридцатидвухбитное кодирование используется ещё один байт для того, чтобы, ну, в байте там содержится от 0 до 255 числа, если десятичной системе счисления их рассматривать. То есть если 3 байта, то 24 бита - это 256³. Это 16 млн вариантов градаций цвета, вариантов цвета. Но этот цвет ещё может иметь разную насыщенность. Вот эта насыщенность, она выражается ещё одним байтом. То есть он может быть ближе к серому, к белому или к чёрному. То есть как бы суммарная яркость всего этого сочетания цветов. А Red Green Blue кодирование, она даёт нам цвет, а этот цвет может иметь разную яркость, грубо говоря, насыщенность, которая даётся ещё одним четвёртым байтом.

Так вот, э, мы видим, что часто мы, практически мы понимаем, что, э, в пикселе содержится какое-то количество информации, потому что определённая глубина кодирования. В звуке содержится определённое количество информации. Но я вам хочу сказать, что мы предложили обобщение понятия функции, которое основано на представлении о том, что в аргументе содержится определённое количество информации о значении функции. Значит, это значение, это количество информации в системе АС можно посчитать. Она это и делает, когда модели рассчитывает. И можно это визуализировать, изобразив так, что каждому значению аргумента соответствует различные значения функции, и соответствует различная степень. Это вот и есть когнитивные функции.

Значит, я посмотрю, так вот послал я вам, послал ссылочку на работы по когнитивным функциям. Мы когда будем лабораторные проходить, мы будем их смотреть, будем ими пользоваться. Они дают очень наглядное представление модели.

Есть очень интересные работы по логике, методологии научного познания.

Значит, есть работы, которые сейчас я вам сошлюсь на эти работы, но здесь вот сначала саму ссылку дам. А потом скажу, что в этих работах написано. Ну сейчас сошлюсь на эти работы тоже.

Вот. Что подробнее это можно рассмотреть эти вопросы, ребята, если изучать вопросы связанные с виртуальной реальностью. Может быть, мы когда-нибудь до этого и дойдём.

Ну вот эта написала Виктория. Значит, интересный момент. Если нам подавать на органы зрения информацию не от реальной, не реальных объектов, а подавать информацию от компьютера, то наше сознание, выполняя свою самую обычную работу, которую оно все непрерывно выполняет, ничего нового оно при этом не делает, создаст тоже трёхмерную модель реальности. Это будет модель виртуальной реальности, в которой возникают эффекты реальности, эффекты присутствия, эффект деперсонализации, эффект там виртуализации целей, ценностей, мотивации. То есть я вам это расскажу как-нибудь, когда у нас тема будет соответствующая. Не знаю, правда, когда, расскажу.

Это вот ссылка на работы по интеллектуальным информационно-коммуникационным технологиям.

Да, кстати, во сне мы тоже так вот принимаем за реальность то, что видим во сне, а потом, когда просыпаемся, понимаем, что это был сон.

Но некоторые умудряются прямо во сне осознать, что это был сон. Наиболее такие крутые, продвинутые ребята.

Ну так примерно, ребят. Сейчас я ещё покажу вам ссылочку одну. То есть могу сказать, что очень широко могут применяться интеллектуальные технологии в разных областях. Вот сейчас я просто это и сделал. Показал вам некоторые области, где уже эффективно применялись интеллектуальные технологии.

Теперь мы рассматриваем интереснейший вопрос, ребята, следующий. У нас же дисциплина как называется? Теория информации, данные, знания, да? Поэтому мы должны рассмотреть различные меры информации. Вот, и потом преобразование данных в информацию, её в знания. И мера информации, мера знаний количественная.

Вот сейчас мы к этому перейдём. Сейчас я посмотрю, сколько у нас ещё времени осталось.

Значит, ещё осталось у нас 17 минут. То есть мы можем начать изучение этого вопроса.

Тема 10, ребята. Тема 10. Вопросы учебные.

Первое - энтропийная мера информации Больцмана. Вторая - мера Хартли. Третья - мера Шеннона. И тут же вопрос такой я формулирую, прямо в самом вопросе есть вопрос, на который мы ответим. Является ли теория информации Шеннона, Клода Шеннона, теорией информации? Или она является теорией передачи данных по каналам связи?

На этот вопрос мы ответим.

Мера Харкевича и её системное обобщение. Связь меры Хартли и меры Больцмана. Связь меры Хартли и меры Шеннона. Принцип соответствия.

Системное обобщение меры Хартли, Шеннона и Харкевича. Единицы измерения информации: бит, байт, Кбайт, Мбайт, Гбайт, Тбайт. А также не двоичные меры информации: дит, нит. Таблица ASCII и True Type Fonts.

Мера, энтропийная мера информации Больцмана. Значит, здесь у нас есть уже раздел ранее мы рассматривали, где мы рассматривали, что повышение уровня системности объекта управления является целью управления и связывали это повышение уровня системности с понижением энтропии, с экономией энергии при управлении.

То есть если мы объектом управления управляем как-то разумно, то там происходит экономия затрат каких-то. Затраты уменьшаются. Это очень интересные выводы, к которым люди приходят, когда анализируют, думают, э-э, о мере информации, которую предложил Больцман, Людвиг Больцман. Людвиг Больцман, о нём можно несколько слов сказать. Это удивительный австрийский физик-теоретик, э-э, гениальный, может быть, можно сказать даже. Значит, который единолично, ну то есть вот сам взял, сел и разработал термодинамику, ребята. То есть термодинамика - это детище Людвига Больцмана. Значит, но термодинамика, э, то есть это есть две теории тепловых процессов. Одна теория - это содержательная теория, основывающаяся на представлении о том, что э газы, например, жидкости, вещество состоит из молекул. Ну их можно представить себе в виде шариков, которые там либо в какой-то решётке находятся в твёрдом теле или как-то неподвижны практически в этом теле, либо они движутся там довольно хаотичным образом в жидкости, но всё-таки близко друг к другу, либо они находятся довольно далеко друг от друга и тоже движутся хаотичным образом в газе. И вот, э-э, на этих представлениях основана молекулярная физика, молекулярная теория, молекулярная физика. Она даёт нам возможность вывести основные законы газов, например, жидкости на основе таких вот моделей, основан содержательных моделей, где представление такое развива, развивается, что вещество, газ, жидкость, вещество состоит из каких-то небольших единообразных частиц. Это называется содержательная теория тепловых явлений. А что сделал Людвиг Больцман? Он разработал макроскопическую теорию тепловых, феноменологическую теорию тепловых явлений. То есть он не вдавался в детали, каким образом это осуществляется, какие там молекулы там или что там они, как они двигаются и всё прочее. А он разработал теорию, которая описывает на макроуровне не содержательно, а феноменологически описывает тепловые явления. И эта теория - это термодинамика. На ней сейчас основаны все тепловые двигатели, на этой термодинамике. Оптимизированные циклы всякие этих машин там, цикл Клаузиуса, другие. Вот. И, в общем, это как-то так вот плачевно кончилась его жизнь. Вот. Но вклад в науку его, он большой, огромный. И его работы цитируются, используются, развиваются. Вот. И, значит, что он, собственно, предложил в плане теории информации? Я вам, когда начинал сегодняшнее занятие, сказал, что он предложил э энтропийную меру информации. То есть он предложил считать, что если система находилась в каком-то количестве равновероятных состояний в начале, а потом э в конце какого-то процесса перехода пришла в состояние, в котором другое количество равновероятных состояний, то энтропия системы в первом случае была логарифм от N1, во втором логарифм от N2. Он предложил рассчитывать количество информации разностью этого этой неопределённости в состоянии системы в начальном и конечном состоянии системы. То есть он выразил таким образом математически мысль, которая сейчас, э, ну, я не знаю, я бы сказал так, что она вошла уже в плоть и кровь и стала общеизвестной, что э получение информации снижает степень неопределённости. То есть если раньше у нас была неопределённость N1, энтропия log(N1), то потом в конце log(N2), вот, log(N2) меньше, чем log(N1), то есть меньше стало вариантов поведения системы, то мы получаем при этом определённое количество информации от системы, когда узнаём, что она, э, что число вариантов, в котором она может находиться, уменьшилось.

Вот. То есть когда мы, допустим, ну, допустим, у нас там, э, были студенты в классе, и нам нужно определить, э, кто из этих студентов какую имеет фамилию, кто является студентом, а кто студенткой. Вот, и тому подобные вещи. То есть какую-то получить информацию об этих студентах. Вот нам говорят: "А вы знаете, вот в этой группе студентов и студенток примерно поровну". То есть их одинаковое количество. Вот. И мы узнали, что, э, половина студентов, э, половина этой группы - это такие, половина такие. У нас получилось определённое количество информации. Или мы, допустим, я сейчас вот другой пример приведу. Допустим, у нас есть здание там какое-то количество комнат, и нам нужно найти, где сидит заведующий кафедры. И мы можем открыть любую из этих комнат и посмотреть, там сидит заведующий кафедры или нет. Мы это делаем. И у нас получается, что этих комнат N1. Вот. Тогда нам говорят: "А вы знаете, он сидит вообще-то на первом этаже, заведующий кафедры". Тогда у нас получается уже N2 комнат, уже меньше, чем N1. Почему? Потому что на втором и третьем этажах тоже есть комнаты, но там его нет. И таким образом нам сообщили некоторое количество информации. Если у нас сначала было N1, допустим, равно 512 комнат в здании, а потом нам сказали, что на первом этаже, значит, а на первом этаже 256 комнат. Тогда получилось, что у нас разность этих логарифмов э два. 2 равно двум, потому что 256 разделить на, то есть 512 разделить на 256 - это два. Вот. И получается, что нам сообщили один бит информации. То есть если, если нам сказали, что зав кафедры на первом этаже, этим самым нам сообщили один бит информации. А если нам сказали, что он в десятой аудитории там или в девятой, в девятой аудитории, тогда что? Тогда нам логарифм N2 равно единице. Тогда N2 равно единице, вернее, N2 равно единице, а логарифм N2 равно нулю. Тогда мы получили какой объём информации? Логарифм 512. Это девять. Мы получили девять бит информации, ребята.

Представляете? То есть нам когда конкретно сказали, что это аудитория, то мы получили информацию гораздо больше, чем если нам сказали, что он на первом этаже. А если нам сказали, что он там направо? Ну тогда тоже, соответственно, число вариантов уменьшилось, и мы получили определённое количество информации. То есть мы можем посчитать всегда, какое количество информации мы получили, если узнали, что э неопределённость э выбора уменьшилась. То есть меньше вариантов осталось выбора. То есть нам облегчили поиск нужного варианта.

Вот. Он использовал натуральные логарифмы Больцман в своём выражении. То есть он измерял информацию в нитах. Тогда такого термина не было. Ну потом уже предложили. Что предложил Хартли? За Людвиг Больцман, Ральф Хартли. Давайте я чуть-чуть пошире, покрупнее сделаю изображение, чтобы было видно получше. Его жалко. Я считаю, что он бы много ещё мог сделать ценного для людей. Ну что-то как-то не дали ему, что ли, я не пойму.

Вот. Значит, есть его работы по теории информации, где он рассматривает систему счисления позиционные, ну для того, чтобы вывести формулу для количества информации двоичную, то лучше использовать систему с основанием два. Вот. Возникает вопрос такой: а сколько состояний объектов или объектов можно пронумеровать в данной системе счисления числами, используя и разрядов? Если один разряд используют, то можно два пронумеровать объекта - 0, 1. Если два разряда, тогда в два раза больше, потому что 0, 1, а впереди можно либо ноль написать, либо один. То есть уже четыре получается. Аналогично, если добавить ещё один разряд, то мы можем взять все предыдущие четыре э состояния и тоже добавить перед всеми ими ноль или добавить перед всеми ими единицу. Получится восемь состояний. Если мы вот так вот запишем, э что в двоичной системе мы используем, вернее так, что э количество состояний объектов n = 2 в степени i. При этом два - это основание системы счисления, которую мы выбрали для того, чтобы посчитать это. Если мы возьмём систему счисления, у которой, допустим, будет 10 основание, тогда один разряд позволяет девять объектов, 10 объектов пронумеровать от нуля до девяти. Два разряда - если взять 10 в степени 2, уже 100 объектов позволяет пронумеровать от нуля до 99. И систему счисления с различным разрядом, с с различным основанием содержат разные цифры и позволяют пронумеровать один разряд разное количество объектов. И если мы это запишем, смотрите, вот один разряд - два состояния, два разряда - четыре состояния, три разряда - восемь состояний. Вот, от нуля до семи. Четыре разряда - это 16 состояний. Вот, то мы получаем выражение такое, что n = 2 в степени i. А если взять логарифм от правой и левой части, который не меняет тождество на не тождество, то есть сохраняет тождественность правой и левой части, то мы получим слева log(n), а справа получим log(2 в степени i), что является, э, если мы знаем логарифмы, э логарифм выносится, то есть i выносится за логарифм, получается i умножить на log(2) по основанию 2, что равно единице.

То есть таким образом мы получаем, что i = log(n). Вот это и есть формула Хартли. Сколько информации содержится э в сообщении о том, что найден один из двух, один из n равновероятных объектов, получаем и информацию. Если в битах, то log по основанию 2. Так, теперь, ребята, значит, у нас на этом занятие закончено. Какие вопросы у вас есть?

А почему я дистанционно преподаю? Потому что мне 65 лет. Указание, что тем, кому 65 лет, только дистанционно преподавать. Поэтому только дистанционно.

Но я тоже видел старше 65 лет, ну, э-э, не видел, чтобы они преподавали. Указание такое, что преподавать дистанционно 65 годам. 65 и старше. Ну я приходил в университет, решал там различные вопросы, даже вот недавно приходил вчера. Вот, но не преподавал.

Я этого не знаю, ребят. Ну спросите этого дяденьку, как его зовут. Напишите ему: "Дяденька, как вас зовут?" Я, когда начинаю занятие, то я всегда говорю: занятие ведёт профессор Луценко Евгений Вениаминович. Этот дяденька не говорит, как его зовут, да? Ну тоже должен начинать занятие с того, что называть себя, называть дисциплину. То есть он должен это говорить, потому что представьте себе, сейчас вот идёт запись, потом эту запись, допустим, запустишь на на прослушивание, просмотр, да? И там начинается: вот мы просмотрим такие-то вопросы там. То есть там не говорится ни о том, ни когда проведено занятие, ни кем проведено занятие, ни по какой дисциплине, никакое занятие, никакие учебные вопросы, ничего это не сказано. Ну тогда, значит, вообще непонятно, о чём речь идёт, понимаете? А я всю эту информацию даю в самом начале. То есть я сразу говорю, что у нас такое-то число, такое-то занятие, лекционное или лабораторное, по такой-то дисциплине, для такой-то группы или групп, если лекционное, то для всех групп, там, допустим, я пытаюсь называть эти группы. И потом говорю, кто ведёт это занятие. Профессор Луценко Евгений Вениаминович. А потом уже веду занятие. И, конечно, вот эти вот учебные вопросы называю и рассматриваю эти учебные вопросы. Тогда понятно всё. Что мы там изучаем, что конкретно рассматриваем. Сейчас вот я отмечу, на чём мы остановились. И следующее занятие мы продолжим с рассмотрения э связи между мерой Хартли и мерой Больцмана. Они между собой связаны. Связь меры Хартли и меры Больцмана. Вот что мы будем изучать на следующем, с этого начнём изучение на следующем занятии. Ну а сейчас, ребята, э-э, на этом занятие заканчивается. Очень было приятно с вами пообщаться. Вот, хоть вас и не видно. Но я вижу, что вы там есть, слушаете, вопросы задаёте, вас много. Это приятно. Всего самого-самого хорошего вам, ребята. До свидания.

Спасибо, до свидания. До свидания.

До свидания.

До свидания.