



eugeneb0

31 мар 2016 в 00:15

Пропускная способность пассивной цензуры

9 мин 6.7K

Информационная безопасность*

Одна из проблем современного интернета — слежка и несанкционированный доступ к пользовательским данным. Обратная сторона этого явления, о которой вспоминают несколько реже — несанкционированное **ограничение** доступа к данным. Или, попросту, цензура.

О ней и предлагается сегодня поговорить. Количественно исследовать, как она работает в зависимости от сложности поступающей информации, и понять, что и насколько сквозь неё всё-таки проходит.

Интуитивное описание задачи

Итак, предположим, поток информации к Вам перекрывает некий фильтр. Пытающийся отсекал всё, что ему не нравится. Фильтр пассивный — то есть, сам не усиливающий никаких сигналов, а только подавляющий неудобные.

Жизненные примеры многочисленны и показывают, что цензура, вообще-то — не всегда зло:

1. Антивирус. Одна вычислительная система на входе частично эмулирует поведение потенциально исполняемого кода в попытках распознать его возможную вредоносность. Другая, похожая, система этот код исполняет — и может пасть жертвой атаки, если антивирус ошибся, а другой защиты нет.
2. Блокировка сайтов. Одна группа людей вычитывает содержимое интернета и принимает решение, какие сайты заблокировать. Люди из другой группы тоже читают интернет, в том

РЕКЛАМА

**Как не бросить учёбу**

Разбираемся, что и как

3. Википедия (и любой публичный форум). Здесь цензором являются сами же читатели; мысли или статьи, полагающиеся неверными, просто редактируются.
4. Сообщения начальства в любой достаточно крупной конторе с количеством «слоёв» $L \gg 1$.
5. И даже светофильтр на фотоаппарате. Отсекая одни длины волн, он позволяет другим достигать матрицы камеры и формировать полезное нам изображение.

Эффективность цензуры зависит от сложности поданной информации. Сообщения простые засечь и отсеять легко. Сообщения нетривиальные имеют больше шансов проскользнуть сквозь фильтр.

К примеру, допустим, кто-то решил запретить пропаганду Теоремы Пифагора в сети. Можно вообразить следующие уровни сложности этой пропаганды:

1. «Пифагор гений, а вы все и%%%ты!» — низкая сложность. Не содержит ничего, кроме уверенности и эмоций. Для понимания такого аргумента достаточно умения читать. Сразу отметим: речь вовсе не идёт о **согласии** с аргументом или его верности. Мы говорим **только** о понимании.

Распознать и заблокировать подобный аргумент довольно просто.

2. «Формулы, связывающие длины сторон прямоугольных треугольников, применяется при строительстве мостов, зданий, изготовлении машин, в картографии и прокладке маршрутов самолётов». Это уже сложнее. Апелляция идёт к отраслям современной индустрии и к геометрии. Требуется хотя бы знать об их наличии. Это класс так 7-й школы. Посылка к выводу скрыта: "... а поскольку все эти индустрии работают, то Теорема Пифагора — тоже" — и требует некоторой концентрации ума от цензора. Особенно учитывая, что сама теорема тоже явно не упомянута.

3. Приводится чертёж редкого доказательства теоремы (например, [10]), желательно в декоративной форме. От читателя требуется медитативное вглядывание в рисунок и владение геометрией, чтобы самому внезапно прийти к правильному выводу. И хотя в школе эту теорему и проходят, на практике редко кто помимо поступающих в технический ВУЗ готов добровольно повторить её доказательство.



Как не бросить учёбу

Разбираемся, что и как

Теоремой Пифагора?

Так вот. Оказывается, о пропускной способности пассивной цензуры можно сделать несколько математически точных количественных выводов, верных при весьма широких допущениях. Перечислим их:

Первое и главное: цензор и приёмник — сущности одного класса. Например, люди и люди. То есть, фильтр можно представить в виде набора тех же приёмников, только ориентированных не на восприятие, а на подавление информации.

◆ +10

📖 26



💬 13

информации. То есть, если А сложнее, чем В, для Вас, то в том же порядке расположена сложность и для цензуры.

Третье: цензура гораздо мощнее, «толще», чем приёмник.

При этих допущениях можно утверждать, что **максимум Вашей способности улавливать просочившуюся сквозь «толстую» пассивную цензуру информацию находится на таком уровне её сложности, где пропускная способность цензуры составляет 37%**

Кому интересно — доказательство ниже. Кому нет, переходите к разделу с выводами и примерами.

Математическое описание

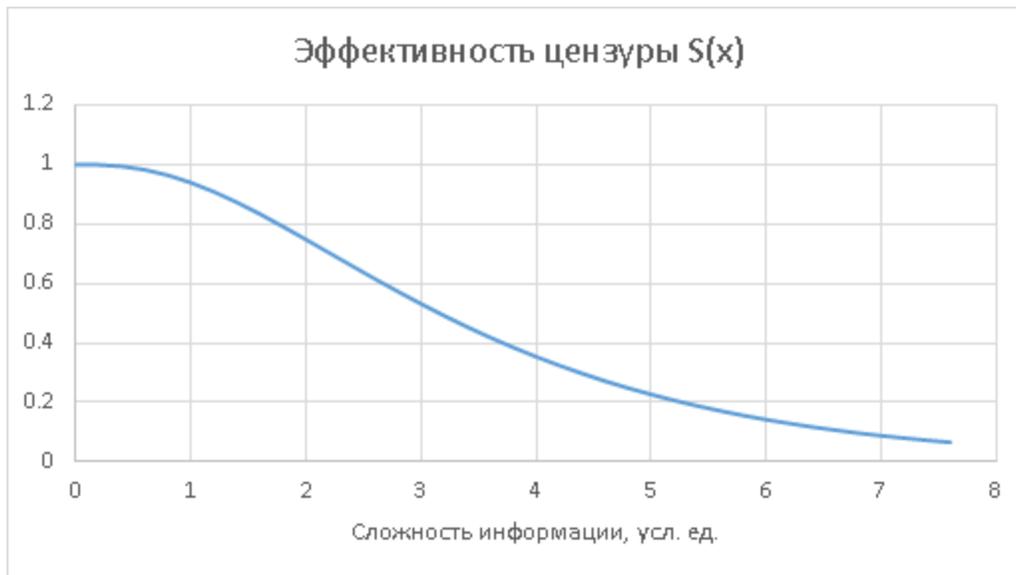
Понятно, что эффективность восприятия за слоем цензуры зависит от сложности сообщений. Слишком простая информация легко фильтруется и адресата не достигает. Слишком сложная не распознаётся и проходит насквозь — но, к сожалению, она слишком сложна и для слушателя, чтобы понять и заметить. Значит, пик способности улавливать ошибочно пропущенную цензурой информацию должен находиться где-то в области «промежуточной» сложности. Вопрос: где именно?

Пусть x обозначает сложность входящего пакета информации. $S(x)$ — «чувствительность» цензуры к пакетам определённой сложности, выраженная как вероятность эту информацию засечь и отсечь. Эта чувствительность строго убывающая, выглядит она как-то так:

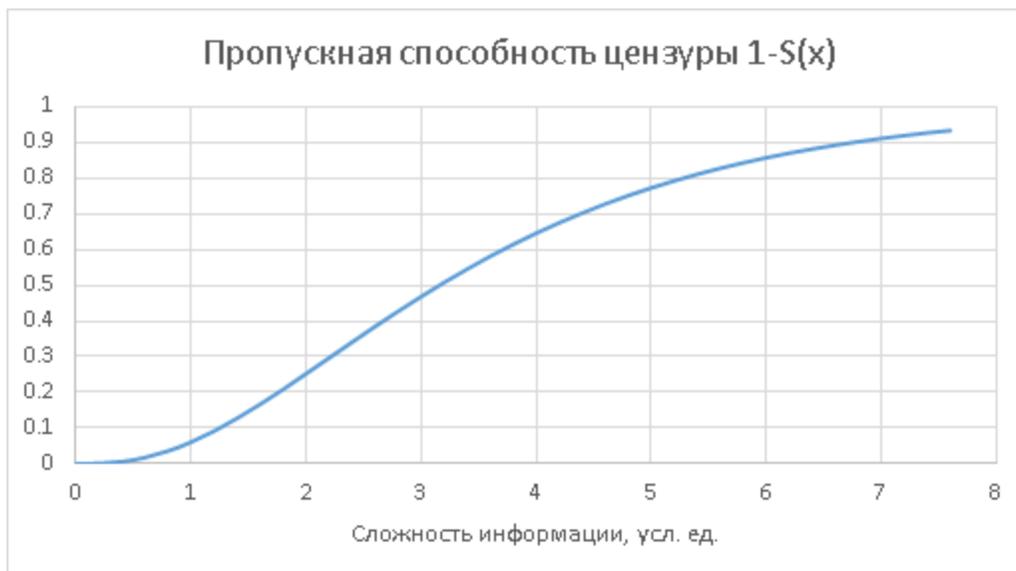


Как не бросить учёбу

Разбираемся, что и как



Тогда «пропускающая» способность цензуры есть, очевидно, $1-S(x)$:

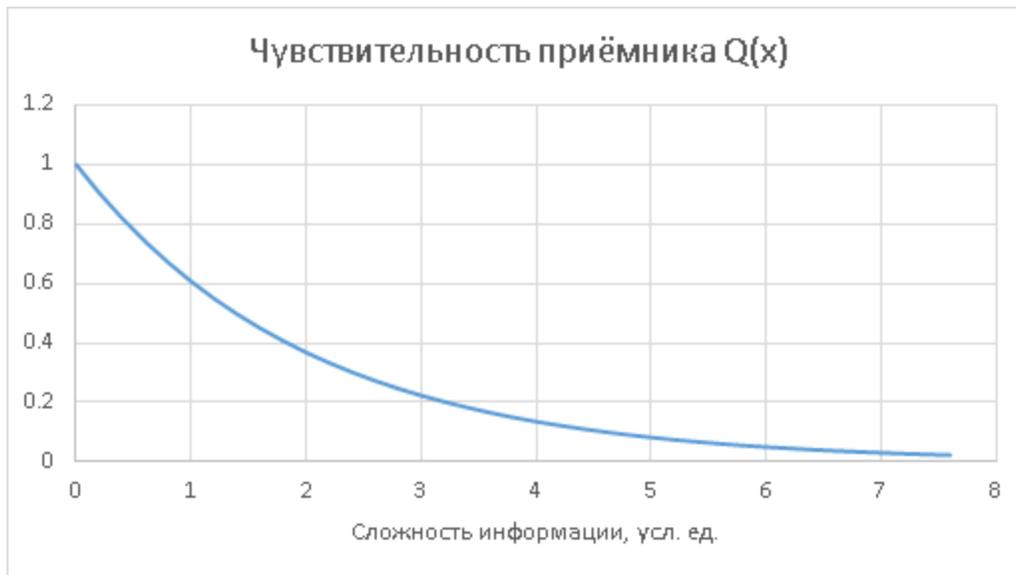


Всё, что прошло, попадает к Вам. Ваша чувствительность есть $Q(x)$ — вероятно, с порогом ниже, чем у цензуры. Качественно как-то:

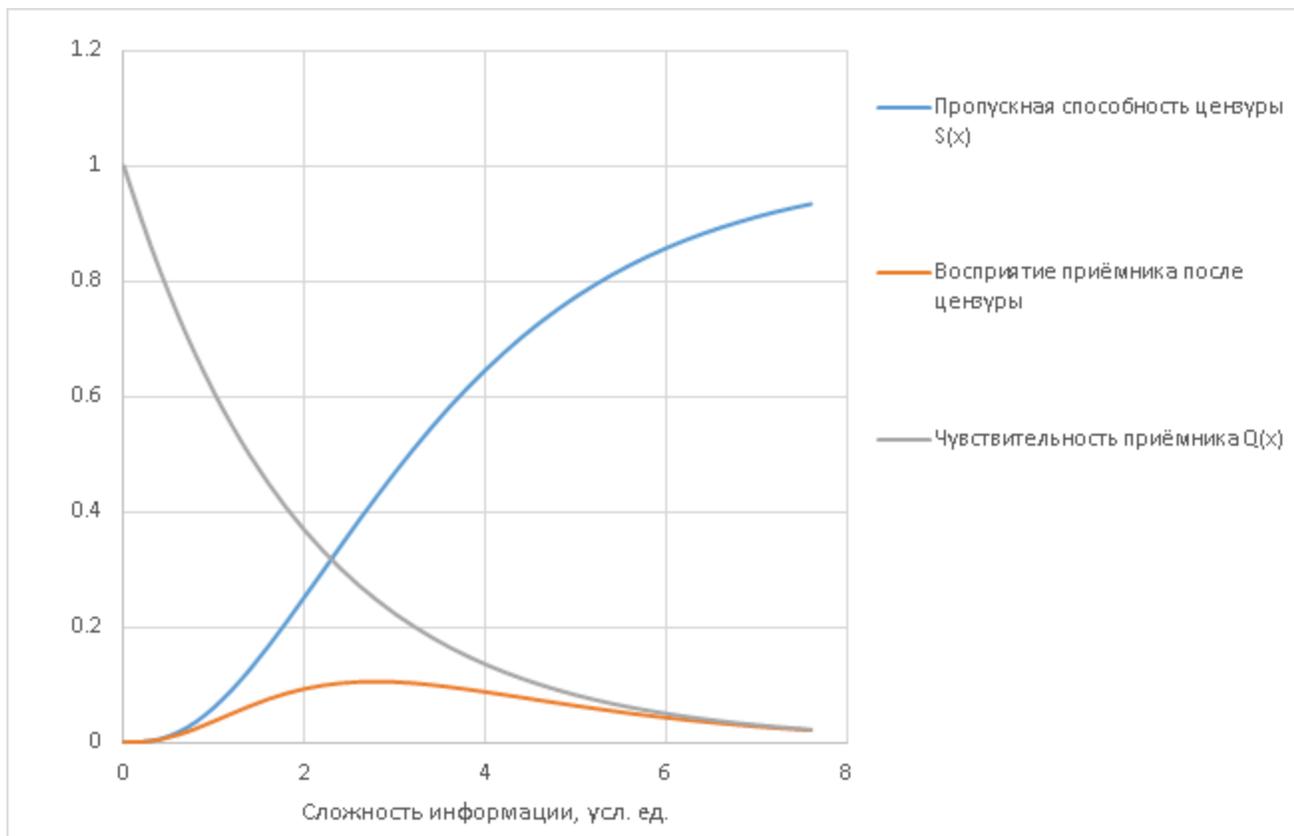


Как не бросить учёбу

Разбираемся, что и как



Тот сигнал, который Вы всё-таки расслышите, есть произведение того, что прошло, на то, что можно услышать, т.е. $Q(x) \cdot (1 - S(x))$:



До этого места всё абстрактно. Теперь вспомним главное допущение: что цензуру осуществляют элементы того же типа, что и приёмники. Поэтому её можно мысленно представить как набор $N \gg 1$ фильтрующих элементов, действующих более-менее



Как не бросить учёбу

Разбираемся, что и как

Пусть чувствительность каждого элемента цензуры есть $s(x)$ — то есть, с такой вероятностью её работник засекает, что через него пытается проскользнуть «неправильная» информация. Соответственно, с вероятностью $1-s(x)$ он этого не замечает, пропуская пакет. Если элементов N , то вероятность, что все они пакет прохлопают, составляет $(1-s(x))^N$.

Поскольку Вы — тоже человек со способностями, похожими на способности работников цензуры, то Ваша чувствительность приблизительно равна чувствительности её работника, т.е. $Q(x) \approx s(x)$.

Перемножив, получаем величину потока информации, которую Вы всё-таки воспринимаете:

$$I(x) \approx s(x) \cdot (1-s(x))^N$$

Давайте найдём его максимум. Для этого надо продифференцировать это выражение по x и насильственно приравнять нулю:

$$0 = \partial I(x) / \partial x = (\partial I(s) / \partial s) \cdot (\partial s / \partial x) = (\partial s / \partial x) \cdot [(1-s(x))^N - N \cdot s \cdot (1-s(x))^{N-1}] = 0.$$

Т.к. $s(x)$ монотонна (допущение 2), её производную можно сократить. Равно как и величину $(1-s(x))^{N-1}$. Остаётся:

$$(1-s) - sN = 0, \text{ или}$$

$$s^* = 1/(N+1)$$

То есть, максимум восприятия информации будет на том уровне её сложности, где Ваша воспринимающая способность составляет $1/(N+1)$. Какова фильтрующая способность цензуры на этом уровне? Подставим s^* в $(1-s(x))^N$, получим:

$$S^* = S(x|s(x)=s^*) = (1-1/(N+1))^N$$

С ростом N это выражение очень быстро стремится к... золотому пределу, равному попросту $1/e$, или 37%! С приличной точностью это происходит уже при N порядка 3-4:

N	S*
 Как не бросить учёбу Разбираемся, что и как	

2	0.44
3	0.42
4	0.41
5	0.40
10	0.38

Итак, **максимум Вашего восприятия за мощным слоем пассивной цензуры находится там, где её пропускная способность составляет 37%**. А поскольку ответ очень слабо зависит от «толщины» цензуры N , то он остаётся верным при довольно далёких отклонениях от модели. Всякий фильтр, который можно хотя бы приблизительно представить в виде набора независимых приёмников с достаточно большим их числом N , будет удовлетворять этому выводу.

Важно лишь, чтобы сложность информации оставалась «одномерной» и монотонной. Без сообщений, которые для Вас тривиальны, а для цензуры очень сложны и она их насквозь пропускает (или наоборот).

Практическое применение

Итак, максимум уловительной способности «за цензурой» приходится на тот уровень сложности сигнала, при котором она пропускает 37% фактов.

Какая от этого знания может быть польза?

Ну, во-первых, если Вам удалось уловить один прорвавшийся сквозь фильтрацию пакет, то полезно и приятно знать: на самом деле подобных пакетов было послано 2-3. И ещё в $N+1$ раз больше пакетов примитивных, но полностью подавленных. Мир сбалансирован существенно иначе, чем видно сквозь фильтрацию.

А во-вторых, этим можно пользоваться для её обнаружения. Способ дорогой и медленный, но



Как не бросить учёбу

Разбираемся, что и как

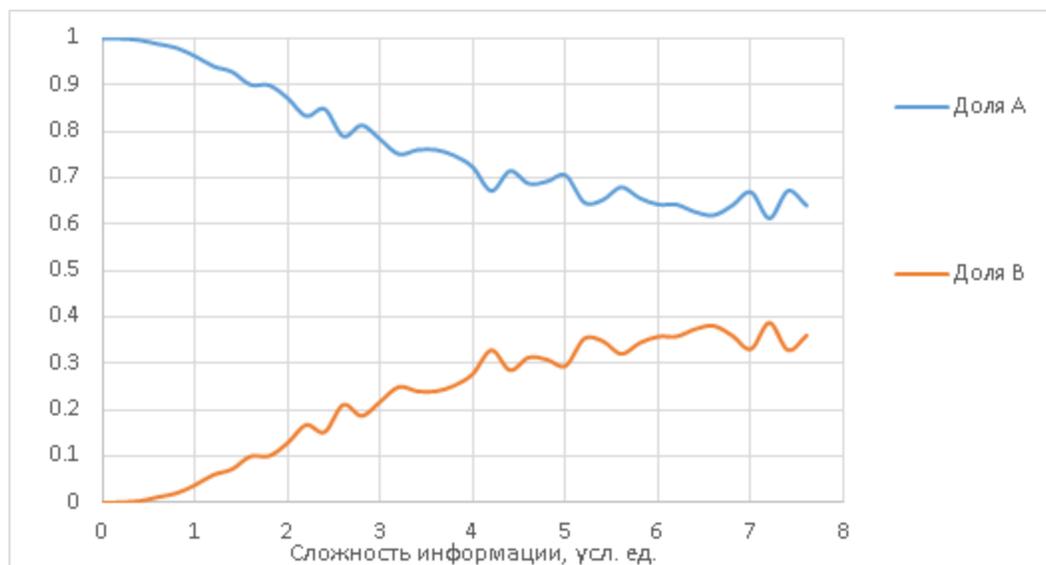
пропускаемая на 100% независимо от уровня сложности. И В, запрещённая, фильтруемая. На входе у Вас большой набор высказываний $\{F\}$, говорящих как за А, так и за В. Можно ли по их соотношению понять, фильтруется ли что-то, и если да, то что именно?

Отсортируем высказывания F по сложности для восприятия x . Разумеется, субъективно, тут других вариантов нет. Как умеем. Но стараюсь аккуратно. Простые налево, сложные направо, остальные где-то между ними примерно в порядке возрастания. Получилась последовательность $F(x)$. А теперь смотрим, как распределена доля точек зрения А и В в зависимости от сложности.

А не цензурируется, т.е. доходит до нас насквозь на любом уровне сложности, который мы ещё воспринимаем. В предположении, что цензур не больше одной, количество сообщений $A(x)$ будет константой.

Радикально иначе будет вести себя $B(x)$. В области самых простых сообщений вариантов за В почти не будет (их все отфильтровали!) Потом их число начнёт расти, пока не достигнет константы, характеризующей «нефильтрованное» соотношение мнений.

Если нарисовать пропорции $A/(A+B)$ и $B/(A+B)$ как функции x , то при наличии цензуры будет ожидать примерно такая картинка:

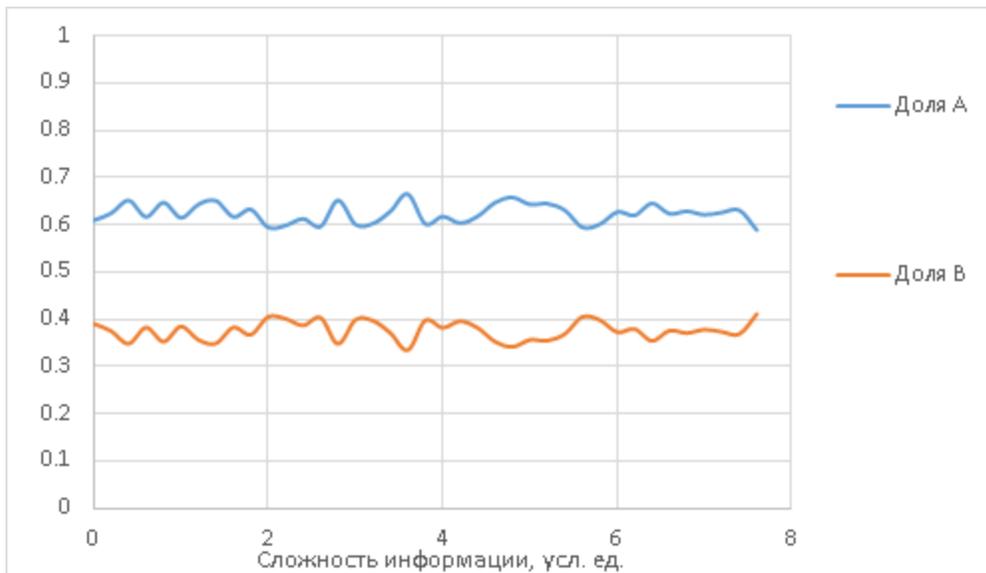


Когда графики примерно таковы, то с некоторыми основаниями можно предполагать, что а) действует пассивная цензура, и: б) ею подавляется именно вариант В.



Как не бросить учёбу

Разбираемся, что и как



Тогда, скорее всего, никакой цензуры нет. Или мы недостаточно умны, чтобы её заметить. Ну или она не пассивная, на что нужны совсем другие методы.

Важно повторить, что в данном случае никто не говорит, будто вариант В — истина. Правдой вполне может быть как раз и официальный вариант А. Истину от лжи отличать — задача куда большей сложности. Наша цель проще: понять, в какую сторону нам «подгибают» картинку. И только.

Тестирование метода

Попробуем применить то, что мы здесь насчитали, на практике.

Тест 1 (самый простой): фотография. Вот у меня в руке лист кремния (Si) толщиной 0.7 мм:



Как не бросить учёбу

Разбираемся, что и как

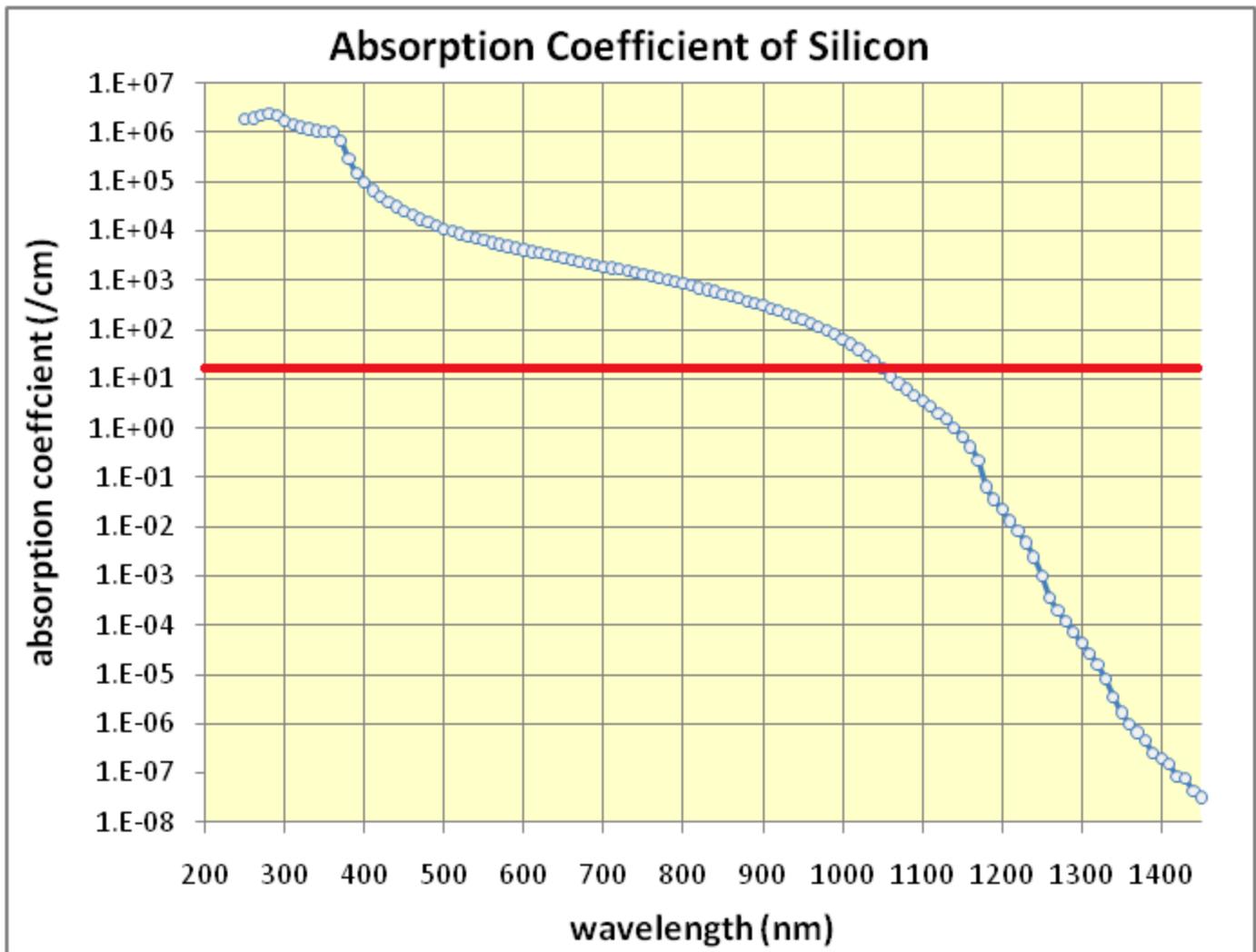


Что получится, если использовать его в качестве светофильтра для цифровой камеры с удалённым внутренним ИК-фильтром? Приёмник — фактически кремний, 15 микрон. И фильтр — кремний. Тот же материал, только толще, 700 микрон. В качестве «сложности» выступает длина волны света. Теория предсказывает, что максимум чувствительности такой системы будет приходиться на ту длину волны, при которой входной фильтр пропускает 37% излучения. Смотрим на график прозрачности кремния от длины волны (с [20]).



Как не бросить учёбу

Разбираемся, что и как



Я провёл на нём красную линию, соответствующую обратной толщине $1/0.07$ см. Там, где она пересекает кривую пропускания кремния, прозрачность фильтра составляет $e^{-1} = 37\%$. Это происходит на длине волны 1050 нм. Значит, там же должен находиться максимум чувствительности камеры с таким фильтром. Спектрографа у меня нет, но это можно косвенно-приблизительно проверить другим способом. Фотографируем через кремний бутылку воды:



Как не бросить учёбу

Разбираемся, что и как



Вода тёмная. Почему? Потому что на 1050 мкм её эффективное пропускание падает до ~5 сантиметров ([30]). Для сравнения, на 800 нм и уж конечно в видимом свете всё совсем не так:



Как не бросить учёбу

Разбираемся, что и как



Значит, пик восприятия такой камеры — действительно где-то в районе 1000-1100 мкм. Как и ожидалось.

Второй пример, более интересный. Вот вроде бы нейтральный ролик про распределение профессий между республиканцами и демократами в США: www.youtube.com/watch?v=R34rXt_q2sY. Разумеется, у него куча комментариев как за, так и против каждой из партий. Комментарии по сложности можно разбить на три уровня:

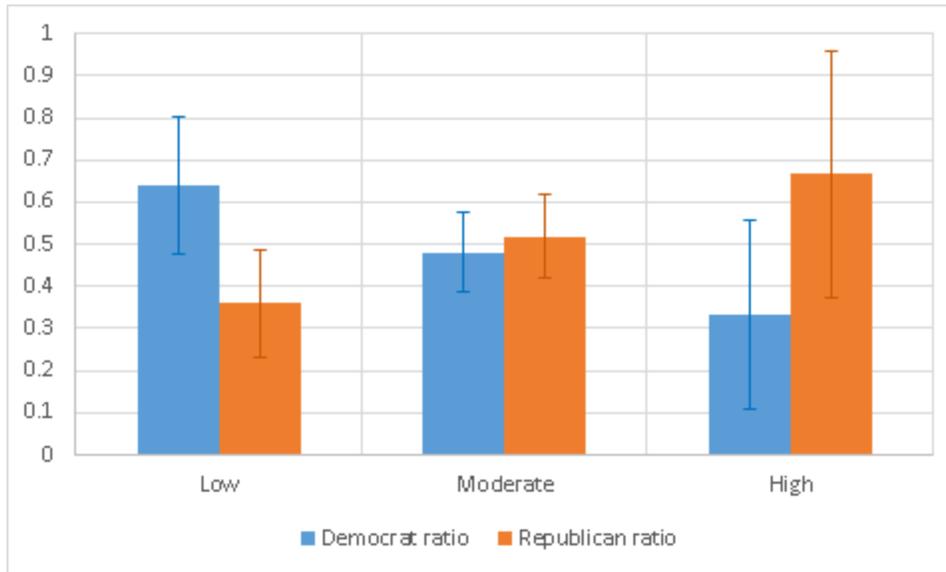
1. Низкий. Требуется только умение читать, апеллирует не более чем к эмоциям («все ХХХ — ко%%ы!!!»).
2. Средний. Требуется каких-то знаний по школьной программе, пытается апеллировать к фактам и логике (далеко не всегда корректно и далеко не всегда к верным фактам, но всё-таки пытается).
3. Высокий. Требуется хорошего знания истории, политики, экономики США и/или мира. Использует нетривиальные логические посылки.



Как не бросить учёбу

Разбираемся, что и как

видимом общественности ролике. Соответственно, аргументы «за» и «против» каждой партии должны быть представлены примерно равномерно по всему воспринимаемому мною спектру сложности. Берём эксель, тратим три часа на вычитывание комментариев, и — результат:



Лёгкий перекосяк в сторону более «тупых» аргументов от демократов наблюдается, но в целом разница лежит в пределах статистического шума. Серьёзных указаний на присутствие цензуры не обнаружено, по крайней мере, в пределах спектра сложности, доступного моему личному интеллекту.

Возьмём более интересный пример №3: «летали ли американцы на Луну?» Ютуб — наше всё, вот ролик, где утверждается, что лунные высадки — сплошной обман:

www.youtube.com/watch?v=vPRyo4cSESQ. Снова сортируем комментарии по сложности (меня хватило штук на 80):

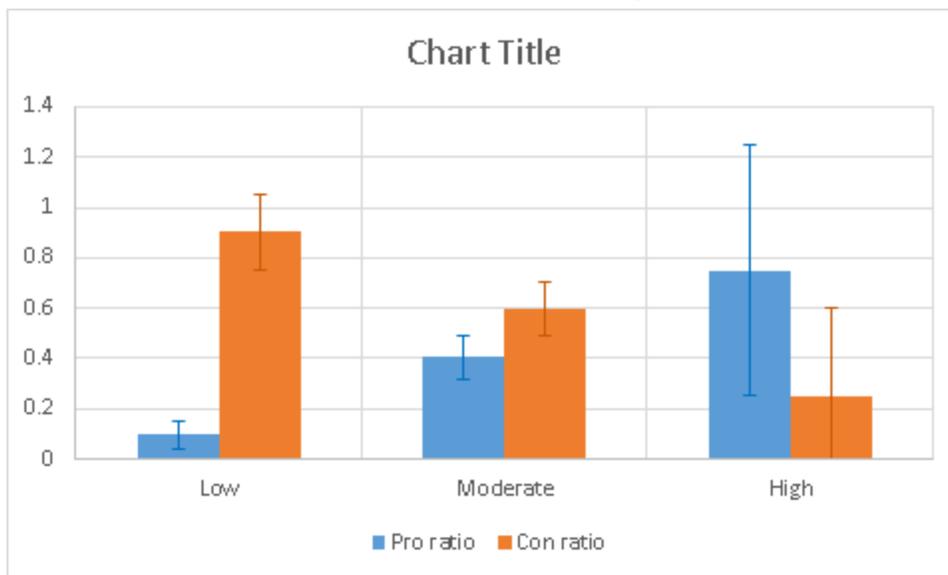
1. Эмоции и наезды
2. Требуется 6-8 классов хотя бы на «тройку».
3. Без университета или специальности не разобраться.

Результат. (Pro — что американцы на Луне всё-таки были, Con — что нет):



Как не бросить учёбу

Разбираемся, что и как



Оч-чень интересно! Аргументы «ты, ко%ёл!» доминируют среди полагающих лунные экспедиции обманом. С увеличением сложности («а как же космическая радиация?») их пропорция заметно уменьшается. К сожалению, комментариев высокой сложности слишком мало, такова уж аудитория ютюба. Но даже по двум точкам складывается весомое впечатление, что высказывания **за** реальность полётов на Луну в данном ролике цензурируются. Делает ли это сам автор? Допустимо. Но куда более вероятным представляется другое объяснение: люди, не воспринимающие всерьёз Moon hoax, просто не пользуются грубыми и необоснованными «аргументами». Своего рода внутренняя, субкультурно обусловленная цензура. А, между прочим, зря. Рассуждения про лазерные дальномеры их оппонентам до лампочки из-за непонятности. А вот простое «в нашей школе только %%%ы ещё верят в Moon Hoax» может оказаться более действенным :))

Заключение

Итак, пассивная цензура, в принципе, обнаружима. Максимум возможности что-то расслышать сквозь неё приходится на тот уровень сложности сообщений, где её пропускная способность составляет 37%. Количественно расчерчивая кривые пропускания как функции сложности поступающей информации, можно делать практические выводы о наличии и силе цензуры.

Разумеется, описанный способ обладает массой недостатков. Он субъективно зависим, он может дать ошибочные результаты при отклонениях от модели. Наконец, важно помнить, что он — ~~вовсе не быстрый и не дешёвый. Даже на промерку кривой пропускания в двух точках со~~



Как не бросить учёбу

Разбираемся, что и как

стороной в дискуссии и, главное, оценить уровень сложности. Сделав это обязательно вручную, если Вас интересует цензура человеческая, а не автоматическая. Это пара часов времени.

Так что способ требует труда и терпения. Но если кому-то всё-таки покажется полезным или интересным — что ж, значит, время потрачено не зря.

Спасибо,
Евгений

Теги: [цензура](#), [математика](#), [математика и реальная жизнь](#)

Хабы: [Информационная безопасность](#)

Редакторский дайджест



Присылаем лучшие статьи раз в месяц

**401**

Карма

0

Рейтинг

[@eugeneb0](#)

Пользователь

[Подписаться](#) [Комментарии 13](#)

Публикации

[ЛУЧШИЕ ЗА СУТКИ](#)[ПОХОЖИЕ](#)**Как не бросить учёбу**

Разбираемся, что и как



LightTool

19 часов назад

Тест поддельного шурупверта Makita

🕒 6 мин 👁 29K

Обзор

📈 +149

📖 30

💬 100



alexeyfv

вчера в 22:00

Заглядываем под капот FrozenDictionary: насколько он быстрее Dictionary и почему

📊 Средний 🕒 9 мин 👁 4.2K

FAQ

📈 +34

📖 32

💬 8



Seleditor

19 часов назад

Что дарит нам август: 5 необычных мини-ПК для самых разных задач

🕒 4 мин 👁 4.2K

Обзор

📈 +28

📖 8

💬 5



megalloid

21 час назад

Zynq 7000. Загрузка Embedded Linux на SoC через JTAG с помощью XSCT

📈 Простой 🕒 11 мин 👁 1.7K

Тutorial

📈 +28

📖 23

💬 1



Как не бросить учёбу

Разбираемся, что и как



Ne_Palimsa
22 часа назад

Создание скрипта на Python с помощью ChatGPT-4o: автоматизация миграции доменов

Средний 23 мин 2.1K

Тutorial

+27

23

4



OFITSEROVLAD
21 час назад

ICML 2024: как это было и куда движется индустрия

15 мин 1.1K

+25

10

0



Guren302
20 часов назад

Самые странные контроллеры для консолей: о некоторых вы не знали

Простой 6 мин 3.5K

Ретроспектива

+24

8

3



Bright_Translate
16 часов назад

Домашние шпионы: как поставщики WiFi-оборудования следят за вашей личной жизнью

Простой 9 мин 7.2K

Обзор

Перевод

+21

29

5



Как не бросить учёбу
Разбираемся, что и как

Ударим революционным БИЧом по хвостатой классике

🕒 26 мин 👁 1.3K

📈 +20

📖 9

💬 3



Picard

18 часов назад

Как рождалась и умирала легенда. Двадцатилетняя история Skype

🎧 Простой 🕒 9 мин 👁 3.7K

Ретроспектива

📈 +16

📖 10

💬 21

Как изменится IT к 2035 году: кодинг, найм, финтех

Турбо

Показать еще

ИСТОРИИ



Вернуть YouTube
Собрали статьи с решениями проблемы медленного YouTube.

Вернуть YouTube

Хабр Карьера • Где работать в IT



Поговорили с X5 Tech, основным цифровым партнёром торговых сетей и бизнесов X5 Group

Где работать в IT: X5 Tech

Хабр Карьера • Новости сервиса

Фронтенд разработчик

200 833 ₽
180 000 ₽ + 20 833 ₽ зарплата

100% специалистов подтвердили навыки

77% | 138k | 201k

Встречается часто | Встречается редко

Убедитесь, что ваша зарплата в рынке

Вас устраивает ваша зарплата?



Топ-7 годных статей из блогов компаний

Топ-7 годноты из блогов компаний

Платформа с уроками по ML и ИИ

Разработчики из Anthropic, Mistral и ещё нескольких крупных IT-компаний запустили образовательную платформу Palfance Lab, на которую выкладывают бесплатные уроки по ML и работе с нейросетями.



Платформа с уроками по ML и AI

Готовимся к сезону, в... загорюдн



Дачный



Как не бросить учёбу

Разбираемся, что и как

Записать курс по Дата Аналитике

30000 руб./за проект · 1 отклик · 11 просмотров

Telegram бот

3000 руб./за проект · 16 откликов · 66 просмотров

Приглашаем опытного React Native разработчика на проект соц сети

1500 руб./в час · 1 отклик · 17 просмотров

Вести менеджмент проекта и тесты 30 дней

40000 руб./за проект · 37 просмотров

Написать документацию по проекту

20000 руб./за проект · 5 откликов · 42 просмотра

[Больше заказов на Хабр Фрилансе](#)

МИНУТОЧКУ ВНИМАНИЯ



1000+ вакансий с удалёнкой для айтишников



Оплата смартфоном через NFC в России: миф или реальность?



IT для ритейла: игры, акции и роботы на складах

РАБОТА

[Специалист по информационной безопасности](#)

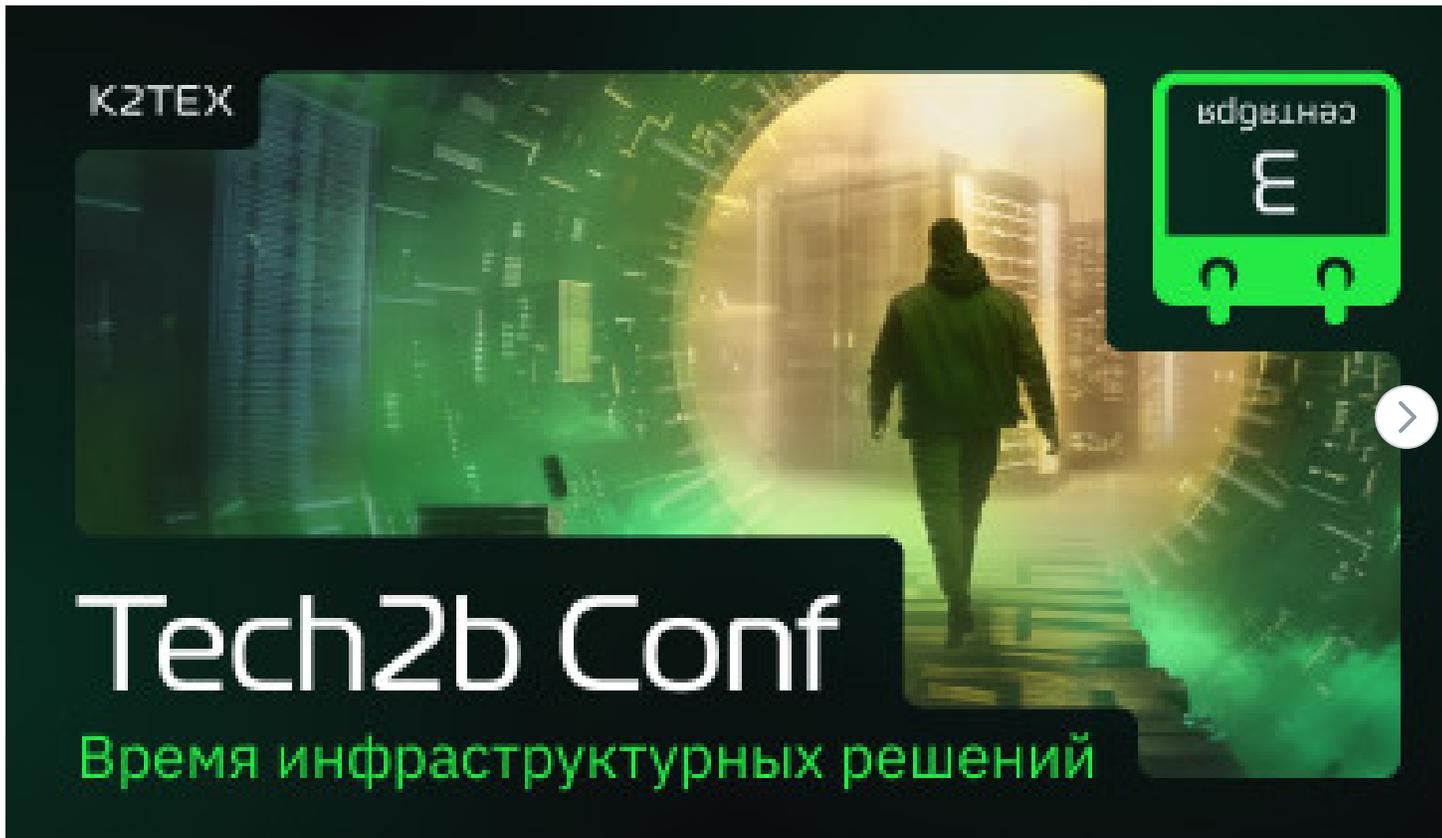
105 вакансий

[Все вакансии](#)



Как не бросить учёбу

Разбираемся, что и как



2 сентября

Tech2b Conf: время инфраструктурных решений

Москва

Администрирование

Менеджмент

[Больше событий в календаре](#)

Хабр



🌐 [Настройка языка](#)



Как не бросить учёбу

Разбираемся, что и как



Как не бросить учёбу

Разбираемся, что и как