

Высшая школа технологий искусственного интеллекта

курс: Введение в профессиональную деятельность

- «математика и компьютерные науки»
- «математическое обеспечение и администрирование информационных систем»

ЛЕКЦИЯ 3: ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК - ВЫЧИСЛИМОСТЬ ФУНКЦИЙ И ПОНИМАНИЕ СМЫСЛА ТЕКСТОВ

проф., д.т.н В. С. Заборовский

8.10.2026
СПб



ТРИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЯ (ФОРМАТ РРТ, ОБЪЕМ 7 СЛАЙДОВ)

<https://dl.spbstu.ru/user/index.php?id=8085>

- Экспериментальное наблюдение математических фактов : «золотое сечение», числа для счета, числа как мера (срок сдачи 15.10. 2025)
- Информация как атрибут реальности: it from bit (срок сдачи 15.11.2025)
- «Мое» понимание будущей профессиональной деятельности (15.12.2025)



ПРАКТИКИ

задание 1 "наблюдения математических фактов" для МКН

Видимые группы

Недоступно, пока не выполнено одно из условий: Вы принадлежите к группе 5130201/60001 ...

задание 1 "наблюдения математических фактов" для МатОбес

Видимые группы

Недоступно, пока не выполнено одно из условий: Вы принадлежите к группе 5130203/60001 ...

задание 2 МКН

Видимые группы

Недоступно, пока не выполнено одно из условий: Вы принадлежите к группе 5130201/60001 ...

здание 2 мат_обеспЗадание

Видимые группы

Недоступно, пока не выполнено одно из условий: Вы принадлежите к группе 5130203/60001 ...

задание 3 МКН

Видимые группы

Недоступно, пока не выполнено одно из условий: Вы принадлежите к группе 5130201/60001 ...

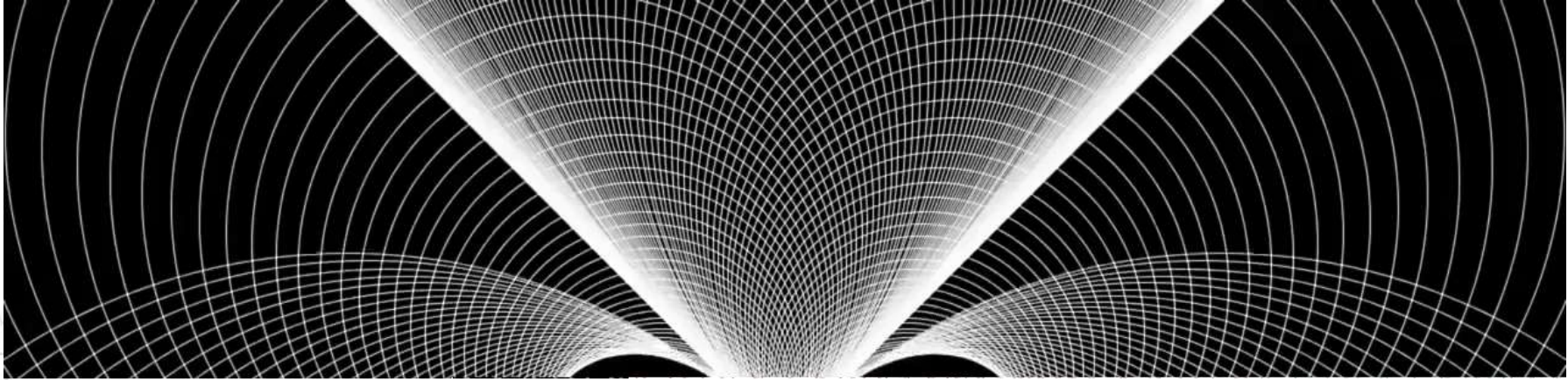
здание 3 мат_обеспЗадание

Видимые группы

Недоступно, пока не выполнено одно из условий: Вы принадлежите к группе 5130203/60001 ...



ЕЩЕ РАЗ ПРО ТО, «ЧТО ТАКОЕ МАТЕМАТИКА»





МОЖНО ЛИ СЛОВАМИ ОПИСАТЬ МОЛНИЮ КАК ФИЗИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ?

ДА – ЭТО ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАЗРЯД В В АТМОСФЕРЕ !



Летит птица орёл, несёт в зубах огонь, огневые стрелы
пускает, никто её не поймает.

Народная ЗАГАДКА

математическое описание требует учёта множества факторов:

- распределения электрического и магнитного полей,
- движения плазмы, плотности заряда,
- состояния атмосферы (влажность, температура,
- состав воздуха) и других параметров.

Почему нет общей формулы электрического разряда в атмосфере?

Сложность процессов. Молния проходит несколько стадий (инициирование лидера, развитие стримеров, формирование обратного удара), каждая из которых характеризуется своими физическими процессами.

Нелинейность. Поведение плазмы и ионизации воздуха сильно зависит от напряжённости поля и плотности заряда, что делает описание нелинейным.

Стохастичность. На развитие разряда влияют микрофизические процессы, которые трудно учесть в детерминированных моделях

Уравнения Маклур-Федермена для моделирования электрических разрядов: строится на предположении, что канал молнии можно аппроксимировать как дугу окружности. В векторной форме это выглядит так:

$$\mathbf{r}(\mathbf{s}) = \mathbf{r}_0 + \mathbf{s} \cdot \mathbf{v}_s \cdot t + (1/2) \cdot \mathbf{a} \cdot \mathbf{s}^2,$$

где:

$\mathbf{r}(\mathbf{s})$ — радиус-вектор точки на дуге в момент времени $\mathbf{s}$;

$\mathbf{r}_0$ — радиус-вектор в начальной точке;

$\mathbf{v}_s$ — вектор скорости точки, направленный по касательной к дуге;

$\mathbf{a}$ — вектор, характеризующий кривизну и направление дуги;

$\mathbf{s}$ — параметр, изменяющийся вдоль дуги.

$\mathbf{r}_0, \mathbf{v}_s, \mathbf{a}, \mathbf{s}$ — векторы, подлежащие определению.

формула Пашенада: пробивное напряжение в воздухе: $U_p = a \cdot \frac{N}{\sqrt{d}}$,

где a — константа, зависящая от формы электродов, а N — число ионов в единице объёма.



«ОСНОВНЫЕ» ОПАСНОСТИ РАБОТЫ С АБСТРАКТНЫМИ МОДЕЛЯМИ

- пытаться применять модель даже там, где она **неэффективна**, ... не понимать существование того, что данной моделью не описывается.
- использовать в модели, из которые отражают только часть реального мира:
 - все собаки в чем-то похожи, а синие предметы - похожи по цвету.

похожесть структуры (ФОРМЫ) это внешний фактор, который **не всегда отражает внутреннюю структуру/природу объекта**

В компьютерных науках рассуждения о субъективном опыте или «квалиа» не корректен





Эволюция понимания Природы: от классической физики к компьютерным наукам

Классическая физика Р. Декарт: **Cogito**, ergo sum (лат).
— «Мыслю, следовательно, существую» ??!!!



Современность: **Computo**, ergo sum (лат. - «Вычисляю, значит существую»).

информационно-вычислительная «ересь»: законы физики — «компьютерные» программы, с помощью которых **квантовый компьютер Природы, вычислят самого себя?**



Нейроморфный компьютер мозга вычисляет функцию **активации** нейрона и формирует с их помощью **поток нейромедиаторов (химических информационных пакетов)** которые не передают информацию как файл , а передают сигнал о состоянии нейрона — «возбудись», «затормозись», «внимание, важно», «это приятно», «здесь опасно». То есть содержание сообщения задаётся не самим веществом, а тем, куда и на какие рецепторы оно попадает.



НАУЧНЫЙ СКЕПТИЦИЗМ Р. ДЕКАРТА

1. «Чувственный опыт не способен дать **достоверное знание**, ибо мы часто сталкиваемся с иллюзиями и галлюцинациями, поэтому мир, воспринимаемый с помощью чувств, может оказаться лишь «сном».
2. Однако не являются достоверными и наши логические рассуждения, ибо мы **не свободны от ошибок**
 - Рассуждение есть выведение заключений из посылок, и до тех пор, пока у нас нет достоверных посылок, мы не можем рассчитывать на достоверность заключений».
 - Механизм понимания событий не есть их причинно-следственная связь :
 - Если я сомневаюсь в том, что мыслю, то по крайней мере достоверно то, что я сомневаюсь»
 - значит **Cogito, ergo sum или причина-понимание-следствие,,,,,**



ПРИМЕР: КТО, ЧТО И КАК «УПРАВЛЯЕТ» ДВИЖЕНИЕМ АВТОМОБИЛЯ ?

Гипотеза: Основа реальности: **изменения**, которые порождают **изменения** информации о (структуре) материи

- Сложные системы характеризуются **эмерджентными свойствами**, которые НЕ могут быть получены исключительно из свойств составляющих систему компонент



Изменения материальных структур подчиняются законам «открытых систем», а ингерентность тот есть согласованность модели и реальности, есть следствие механизмов, сознания, самоорганизации и адаптации.



Три книги «КРИТИКИ» ИММАНУИЛА КАНТА

- «Крѣтика чѣстого рáзума» — результат исследования познавательной возможности разума, в отрыве от знаний, получаемых эмпирическим (опытным) путём.
- «Критика практического разума» - понимание оснований и сути нравственных правил, регулирующих отношения между людьми другими словами как добродетель и счастье мыслятся необходимо соединенными между собой
- «Критика способности суждения» - невозможность «объяснить явления живой природы... исходя только из механических принципов в

Итак: Познание может быть интуитивным (непрерывным, не «числовым» — физика Аристотеля) - основанным на конечном объеме слов -понятий



Суть философии Канта:
обеспечить **активность субъекта** в познании,
используя
моральные практики и
творчество



КАК ВОЗМОЖНО ПОЛУЧИТЬ И ИСПОЛЬЗОВАТЬ ИНФОРМАЦИЮ О ВНЕШНЕМ МИРЕ ?!

- **законы природы могут быть** сформулированы терминах описания свойств материальных объектов, проявляющихся в пространстве и времени.
- Однако, кроме материи также объективно существуют **нематериальное сущности - сознание (разум)**, поэтому ... возникают ключевые вопросы:
 - — как действует разум на материю и материя на разум?
 - - обладают ли разум тем, что мы называем «энергией» ?
 - - является ли воспринимаемый мир совокупностью информации (темной материей)?

..... Так, все таки **что же такое информация ?**



ЧТО «ВНУТРИ» И ЧТО «ВО ВНЕ» СИСТЕМЫ:

Знания о материальном мире разделяются на две категории, а именно :

- **эксплицитное**— это знание, которое можно описать словами каким либо способом
- **имплицитные** – это знание которое нельзя выразить словами, поэтому его нельзя передать путем записи или вербализации (например, интуиция)

Люди могут использовать в своих интересах только те объекты и процессы, о которых они имеют определенные знания или представления, т.е. вещи, которым можно сопоставит **мыслимые понятия (элементы тезауруса или ПРОСТРАНСТВА ПОНЯТИЙ)**.

Вопрос: как можно профессионально упорядочить знания о реальности?

Для этого требуется введения вне физического **понятия- информация**, считая информацию **атрибутом** того, что для человека является **мыслимым (информация – как объект «компьютерных наук»)**.



ЛЕЙБНИЦ : ПРИНЦИП «ДОСТАТОЧНОГО ОСНОВАНИЯ»

- сформулирован Лейбницем в работе «Монадология» : «...ни одно явление не может оказаться истинным или действительным, ни одно утверждение справедливым, — без достаточного основания, но каковы эти основания **нам не известны**» .



Выводы «механика»:

истинная причина любого события – зависят от приложенных сил и состояния Вселенной до момента совершения события. История - суть информация прошлых событиях

Чтобы понять и описать всю сложность мира, нужен разум который способен сформулировать объяснение события.

Современная гипотеза: Вселенная – суть макроскопический квантовый компьютер, который вычисляет «самого себя», а воспринимаемые природные явления – коллапс «волновой функции» Вселенной или «тени квантовой реальности»



ДЕТЕРМИНИЗМ, СЛУЧАЙНОСТЬ И «СВОБОДА ВОЛИ»

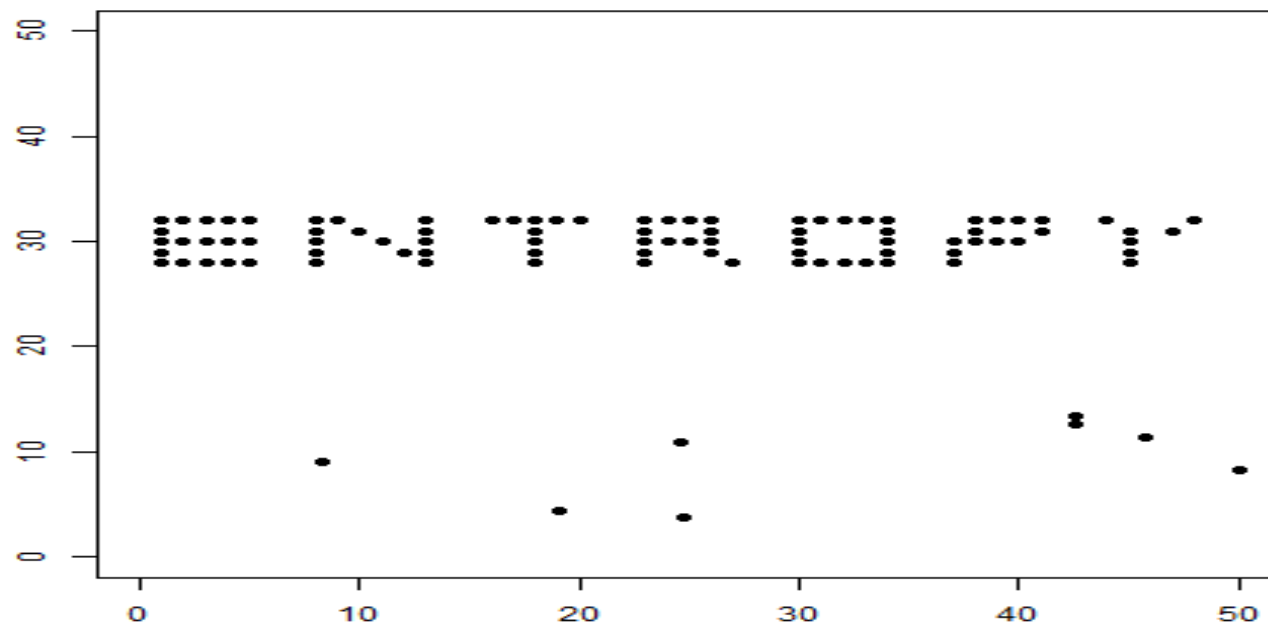
С точки зрения естественнонаучного знания (эпистемологии), объективная реальность устроена таким образом, что места для **свободной воли в ней нет.**

Максимум, что есть в природе «свободного» – это случайность (в частности, фундаментальная квантовая неопределённость), из которой свобода воли всё равно **никак не может быть выведена.**

Р. Декарт существование свободы воли выводил из сентенции «**я мыслю, значит я существую**». **Свобода «воли» в компьютерных науках выводится из идеи «программирования»...**

В сознании программиста существует только «мыслимое», которое можно закодировать в форме текста программы, границы «программы» **раздвинуть путем... обучения**

ЭНТРОПИЙНАЯ «СТЕНА» ОБУЧЕНИЯ/ПОНИМАНИЯ/ОБЪЯСНЕНИЯ ПРОЦЕССОВ



понятие «энтропия события» можно интерпретировать как произведение **меры уверенности** в том, что некоторое событие произойдет (вероятность события) **на меру неопределенности** того, что произойдет именно это событие

- **Вопрос 1:** является ли «вычисления» – физическим или каким-то еще другим **действием** ???
- в 1877 г. **Людвиг Больцман** ввел понятие **термодинамической энтропии S** размерностью [Дж*К⁻¹]. Каждое физическое тело, оказывает тепловое «воздействие» на другие тела
- **энтропия S** входит в выражение для **связанной энергии** тела $W_{\text{связ}} = T \cdot S$, а полная энергия системы имеет вид $U = G + W_{\text{связ}} = G + T \cdot S$,
где U – полная энергия системы, G - «**свободная энергия**», которую можно использовать для совершения работы.



Итак: «энтропии» Больцмана характеризует «превращение» свободной энергии в работу.

Вопрос 2: Во что превращается свободная энергия при проведении вычислений ???



Выводы

В первой половине 20 в. К. Гедель сформулировал теорему **о неполноте формальных систем**, а его ученик **А. Тьюринг** создал механическую «модель» формальной системы – машину Тьюринга, которая в принципе может выполнить почти любое мыслимое вычисление, **кроме «вычислить»** саму себя.

Чтобы «вычислить самого себя» надо допустить, что в самом процессе вычислений есть какой-то пока науке неизведанный **«скрытый» компонент, связанный мышлением.**

Одна из целей компьютерных наук – найти этот компонент, опираясь на понятие **эмерджентность** - наличие у системы свойств, которые несводимы к свойствам её отдельных компонентов.

На других лекциях попробуем с этим разобраться .



ЧТО РЕКОМЕНДУЕТСЯ ПРОЧЕСТЬ

1. Бриллюэн Л. Научная неопределенность и информация. М.: Мир, 1966. 271 с.
2. Кадомцев Б. Б. Динамика и информация. М.: Успехи физических наук, 1999. 394 с.
3. Холево А. С. Квантовые случайные процессы и открытые системы. М.: Мир, 1988. 223 с.