

ИСТОРИЯ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ ЭВМ

Лекция 11:

Философские направления в математике Основание компьютерных наук.

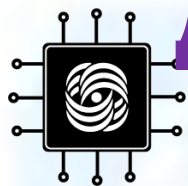
ВМиК МГУ им. М.В. Ломоносова, Кафедра АСВК

Ассистент Волканов Д.Ю.



План лекции

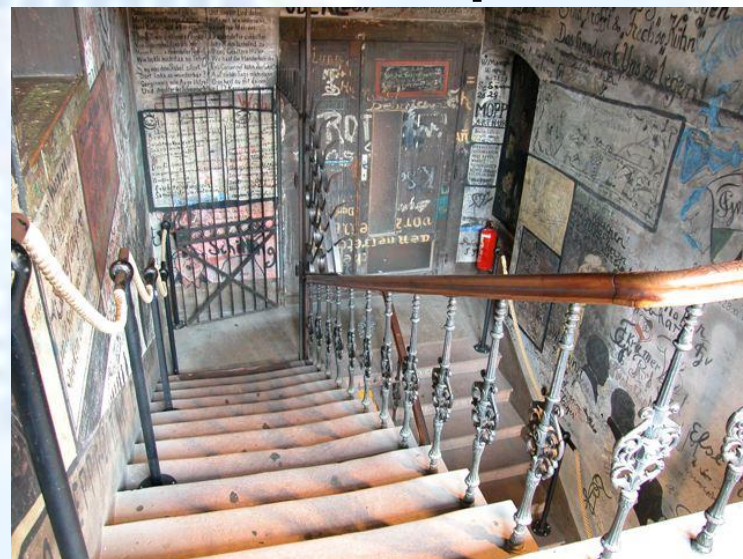
- Формализм
- Логицизм
- Интуиционизм
- Клод Элвуд Шеннон
- Алан Тьюринг



Давид Гильберт (1862-1943)



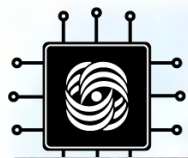
Кёнигсберг



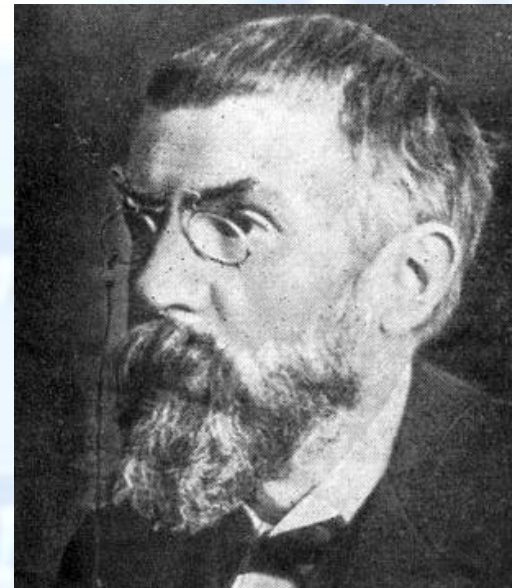
Гейдельберг



Актuый зал Хайдельбергского университета



Д.Гильберт в Париже





Кёнигсберг



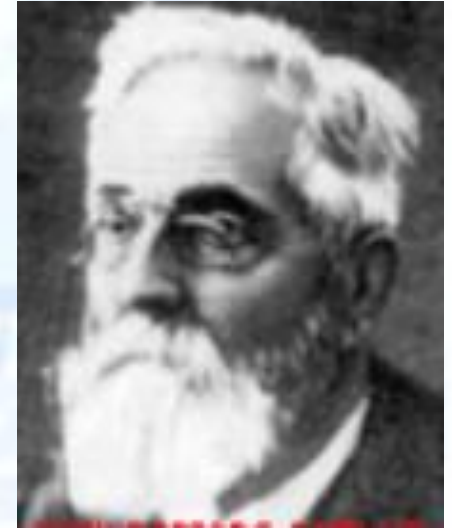
Кёнигсберг



Адольф Гурвиц
1859 - 1919



Фердинанд Линдеман
1852 - 1939



Генрих Вебер
1842 - 1913

- Доктор наук
- Habilitation – представить исследование и прочитать публичную лекцию, чтобы получить право читать лекции (доктор хабилитации)
- Приват-доцент - чтение лекций без оплаты
- Экстраординарный профессор
- Ординарный профессор
- Особняком стоит экзамен на право стать учителем гимназии

Теория инвариантов, проблема Гордана



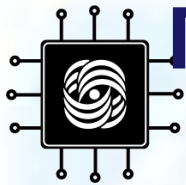
Пауль Гордан
1837 - 1912

Инварианты - алгебраические выражения (многочлены, рациональные функции или их совокупности), изменяющиеся определенным образом при невырожденных линейных заменах переменных

$$f(x_1, \dots, x_n) = \sum_{i_1 + \dots + i_n = r} a_{i_1, \dots, i_n} x_1^{i_1} \dots x_n^{i_n},$$

$$x_i \rightarrow \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j, \quad 1 \leq i \leq n,$$

Известна внутренняя структура всех инвариантных форм. Известен метод, который позволяет, по крайней мере в принципе, выписать все различные инвариантные формы заданной степени от данного числа переменных. Существует ли базис, т.е. конечная система инвариантов, через которые рационально или полиномиально выражается любая другая из бесконечного числа инвариантов?

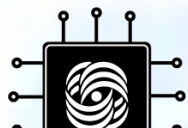


Главные черты великой глубокой математической проблемы



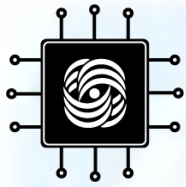
- ❖ *Ясная и легко понимаемая* («так как, в то время как ясное и простое привлекает, сложное отталкивает»).
- ❖ *Трудная* (чтобы нас привлечь») и в то же время не полностью недоступная («чтобы не сделать безнадёжными наши усилия»).
- ❖ *Важная* («путеводная звезда на извилистых тропах к сокрытым истинам»).

Паршин А. Н. Давид Гильберт и теория инвариантов // Историко-математические исследования. — М.: Наука, 1975. — № 20. — С. 171—197



Геттинген





Герман Минковский 1864 - 1909



Гипотеза Минковского

Диаграмма Минковского

Задача Минковского

Кривая Минковского

Неравенство Брунна — Минковского

Неравенство Минковского

Пространство Минковского

Размерность Минковского

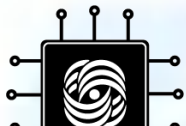
Сумма Минковского

Теорема Минковского о выпуклом теле

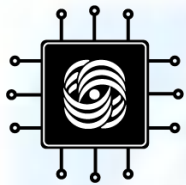
Теорема Минковского о многогранниках

Функционал Минковского

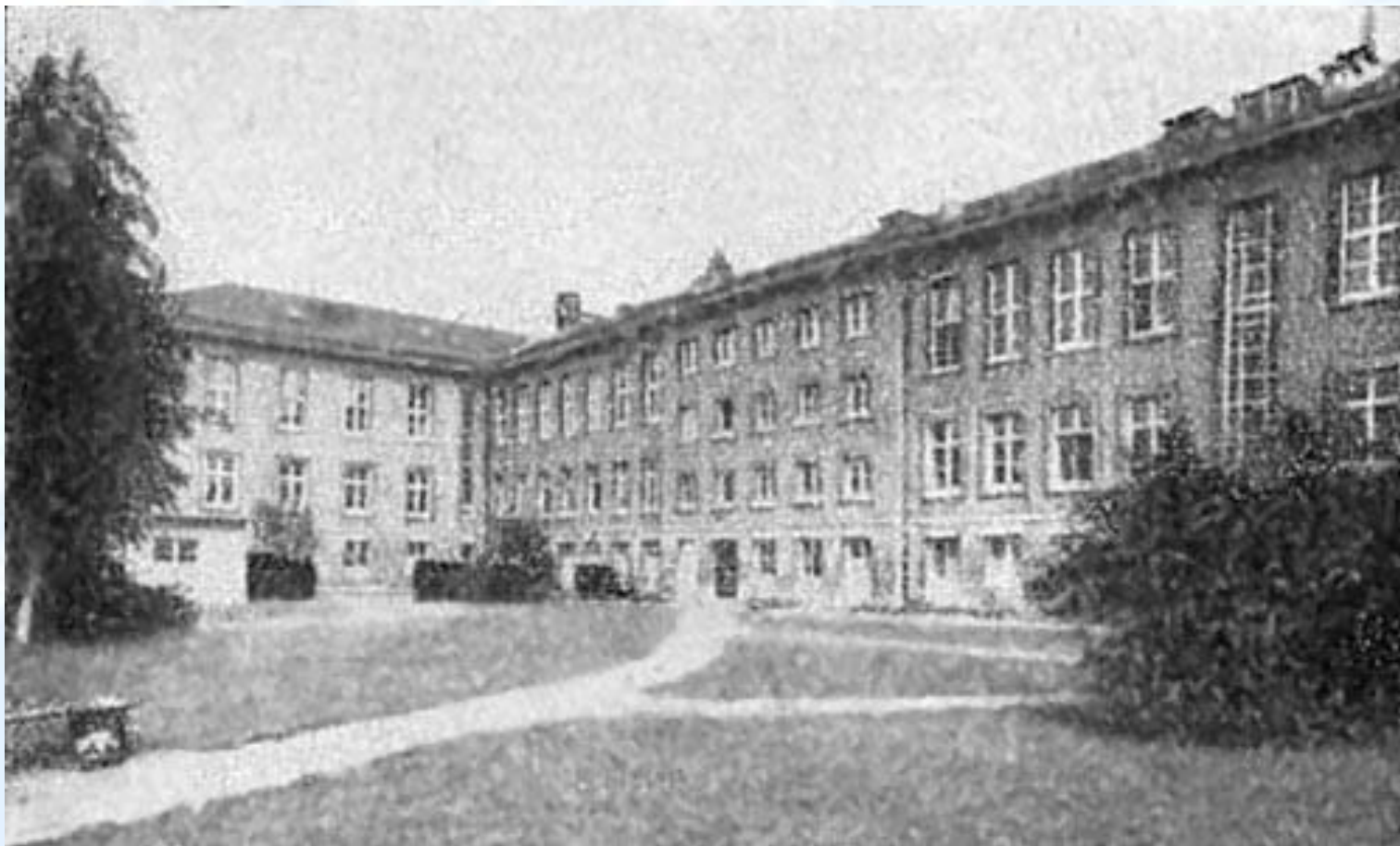
Функция Минковского

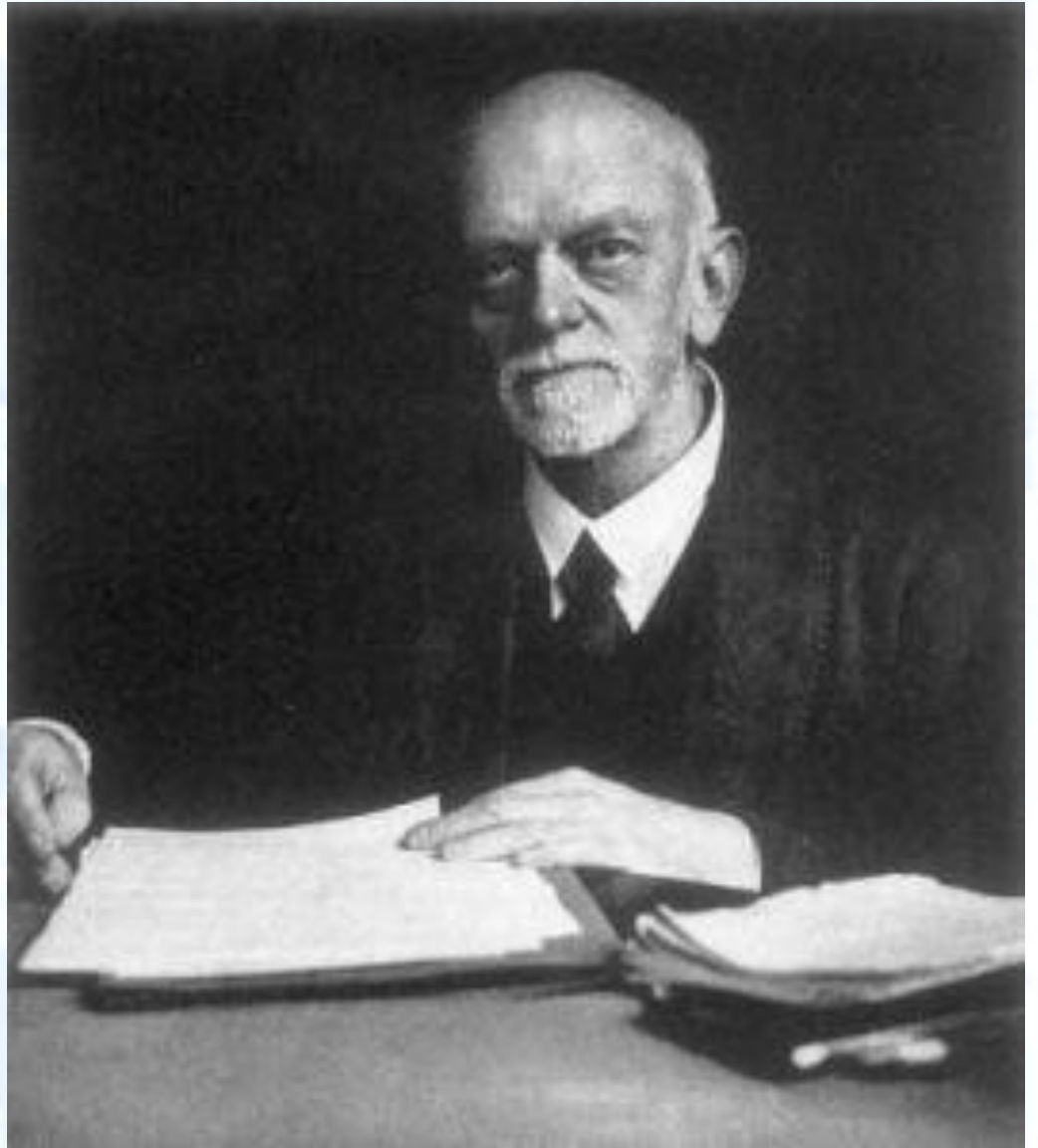


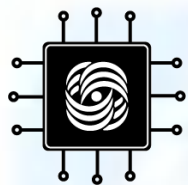
- * теория инвариантов (1885—1893),
- * теория алгебраических чисел (1893—1898),
- * основания геометрии (1898—1902),
- * принцип Дирихле и примыкающие к нему проблемы вариационного исчисления и дифференциальных уравнений (1900—1906),
- * теория интегральных уравнений (1900—1910),
- * решение проблемы Варинга в теории чисел (1908—1909),
- * основы математической физики (1910—1922),
- * логические основы математики (1922—1939).



Математический клуб Геттингена







Парижский конгресс



Дворец конгрессов при Всемирной парижской выставке 1900 года.

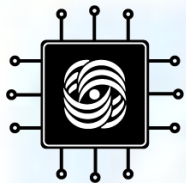
Парижский конгресс, участники и секции



Франция – 90 чел. Германия – 25 чел.
США – 17 чел. Италия – 15 чел
Бельгия – 13 чел. Россия – 9 чел
Австрия, Швейцария – по 8 человек
Англия, Швеция – по 7 человек
Дания, Южная Америка – по 4 человека
Голландия, Испания, Румыния – по 2 человека
Турция, Греция, Норвегия, Канада, Япония, Мексика



- 1) арифметики и алгебры (председатель Д. Гильберт, секретарь Э. Картан)
- 2) анализа (председатель П. Пенлеве, секретарь Ж. Адамар)
- 3) геометрии (председатель Г. Дарбу, секретарь Б. Нивенгловский) ,
- 4) механики и математической физики (председатель Ж. Лармо, секретарь Т. Леви-Чивита,)
- 5) истории и библиографии математики (председатель принц Роланд Бонапарт, секретарь М. Окань),
- 6) преподавания и методологии математики (председатель М. Кантор, секретарь Ш. Лезан).



основания математики – 1, 2 проблемы;
алгебра – 13, 14, 17 проблемы;
теория чисел – 7-12 проблемы;
геометрия – 3, 4, 18 проблемы;
топология – 16 проблема;
алгебраическая геометрия – 12-16, 22 проблемы;
группы Ли – 5, 14, 18 проблемы;
вещественный и комплексный анализ – 13, 22 проблемы;
дифференциальные уравнения – 16, 19-21 проблемы;
математическая физика и теория вероятностей – 6 проблема;
вариационное исчисление – 23 проблема.

Мы знаем, что каждый век имеет свои проблемы, которые последующая эпоха или решает, или отодвигает в сторону, как бесплодные, чтобы заменить их новыми. (Д.Гильберт)

-Теория бесконечных множеств

-Неевклидова геометрия

-Кватернионы, теория матриц

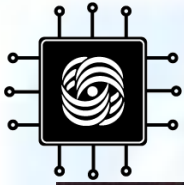
Континуум-гипотеза. С точностью до эквивалентности, существуют только два типа бесконечных числовых множеств: счетное множество и континуум.

 **Логичизм**, направление в основаниях математики и философии математики, основным тезисом которого является утверждение о «сводимости математики к логике», т. е. возможности (и необходимости) определения всех исходных математических понятий (в рамках самой математики не определяемых) в терминах «чистой» логики и доказательства всех математических предложений (в том числе аксиом) опять-таки логическими средствами. (БСЭ)

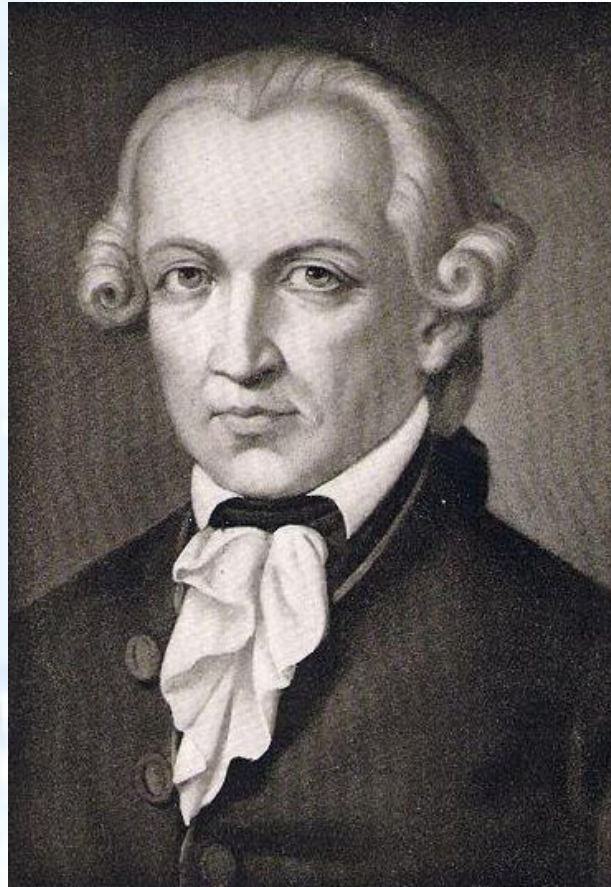
Математический интуиционизм, философско-математическое течение, отвергающее теоретико-множественную трактовку математики и считающее интуицию единственным источником математики и главным критерием строгости её построений. (БСЭ)

Математический формализм, одно из основных направлений в основаниях математики, представители которого считают, что каждый раздел математики может (а на достаточно продвинутой стадии своего построения и должен) быть подвергнут полной формализации, то есть излагаться в виде исчисления (формальной системы), развивающегося по некоторым вполне определённым правилам; при этом гарантией правомерности существования и изучения какого-либо раздела математики должна быть не интерпретация его в терминах некоторой внешней по отношению к нему действительности, а исключительно его непротиворечивость. (БСЭ)

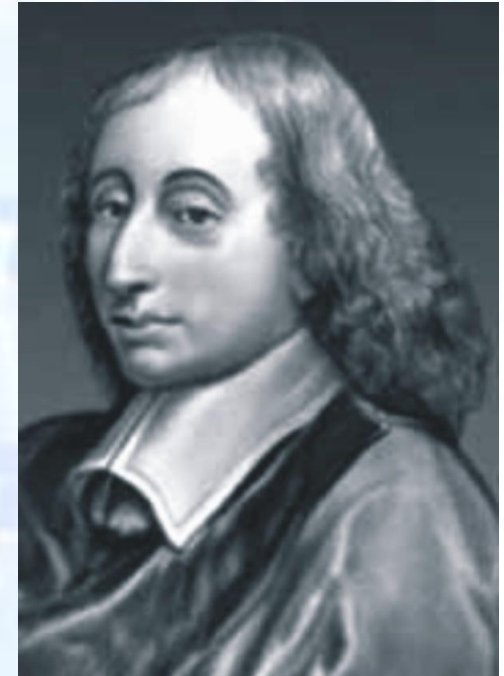
Интуиционизм



*«Под интуицией я
разумею не веру в
шаткое свидетельство
чувств..., но понятие
ясного и внимательного
ума...»(Р.Декарт)*



*Интуиция - естественное и
свободное соответствие
силы воображения законам
разума (И.Кант)*



*«У сердца свои
причины, о
которых не
знает разум»
(Б.Паскаль)*

Интуиционизм



**Леопольд
Кронекер**



Анри Пуанкаре

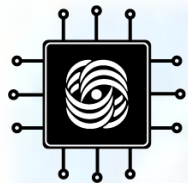


Анри Лебег

Эмиль Борель

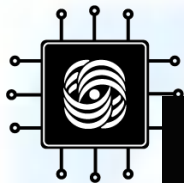


«Кронекер, Борель, Лебег, Пуанкаре высказывали критические замечания по поводу стандартных математических рассуждений и логического подхода, но их собственный вклад в развитие интуиционизма был фрагментарным и случайным» (М.Клайн)

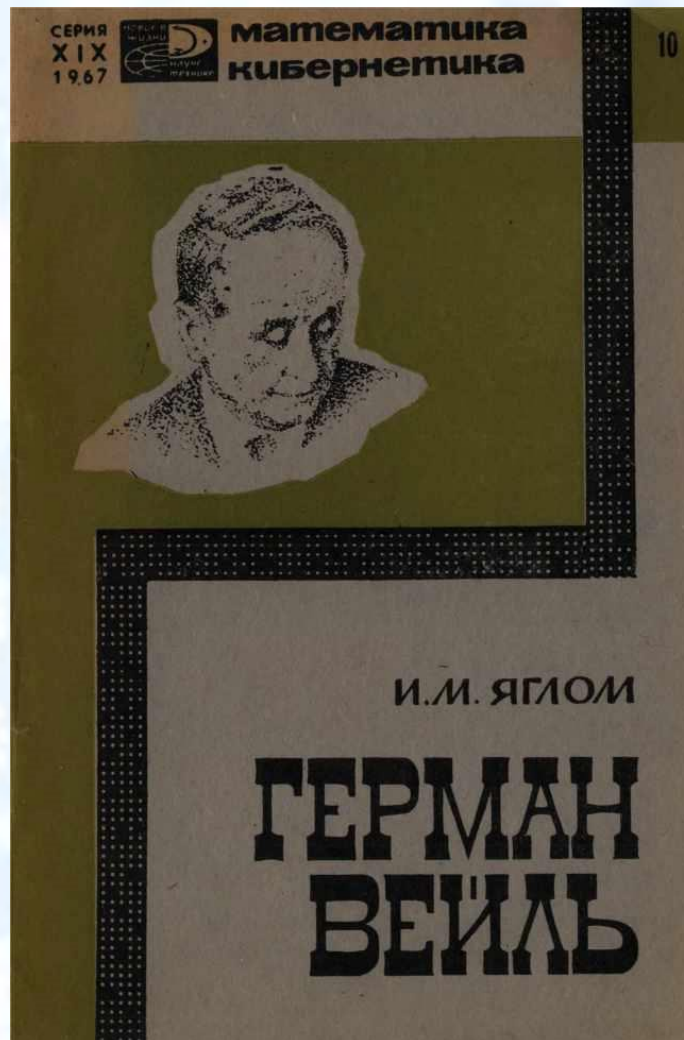


Ян Эгберт Лёйтзен Брауэр 1881-1966





Герман Вейль
1855-1955



Бирюков Б.В., Бирюкова Л.Г. Г.Вейль (к 85летию знаменитого «Континуума»
// Вестник Московского университета. Серия 7. Философия. №2. 2004. С. 97-110
http://www.philos.msu.ru/vestnik/philos/art/2004/biryuk_veyl.htm

Формализм

Давид
Гильберт



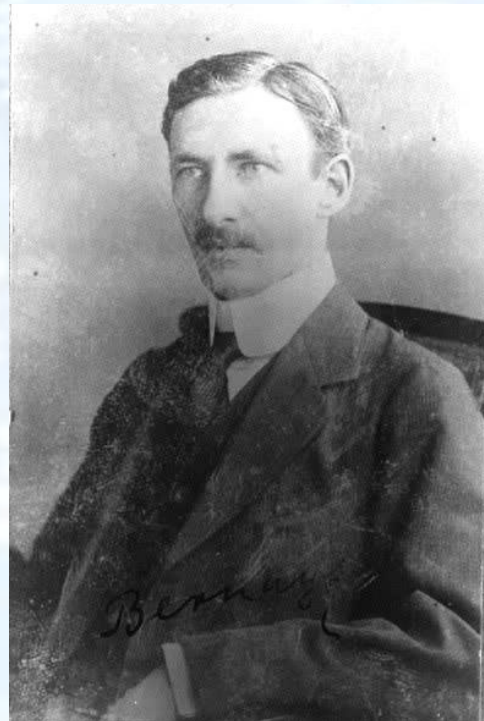
Джон
фон
Нейман
1903-
1957

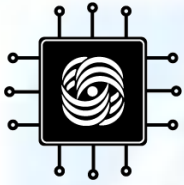


Вильгельм
Аккерман
1896-1962



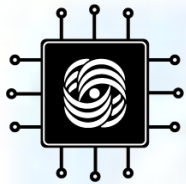
Пауль
Бернайс
1888-1977



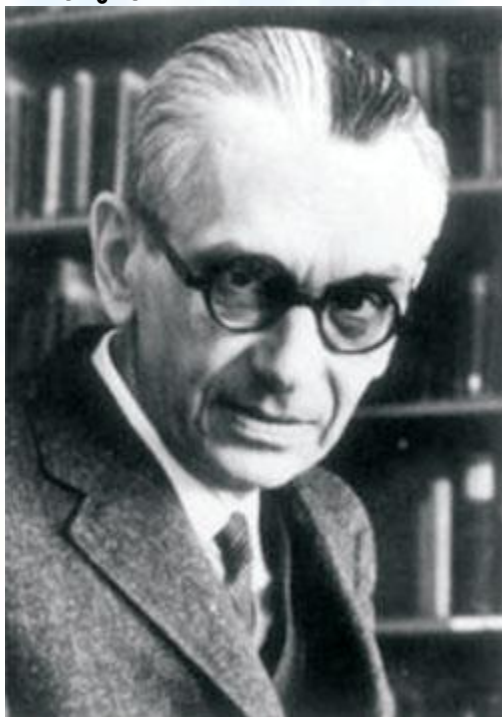


Формализм

- Направление в математике, пытающееся получить решение проблем основания математики при помощи формально-аксиоматических построений.
- Возник в начале XX века (Гильберт)
- Выход из кризиса ищется в строго разработанном формализованном аксиоматическом методе

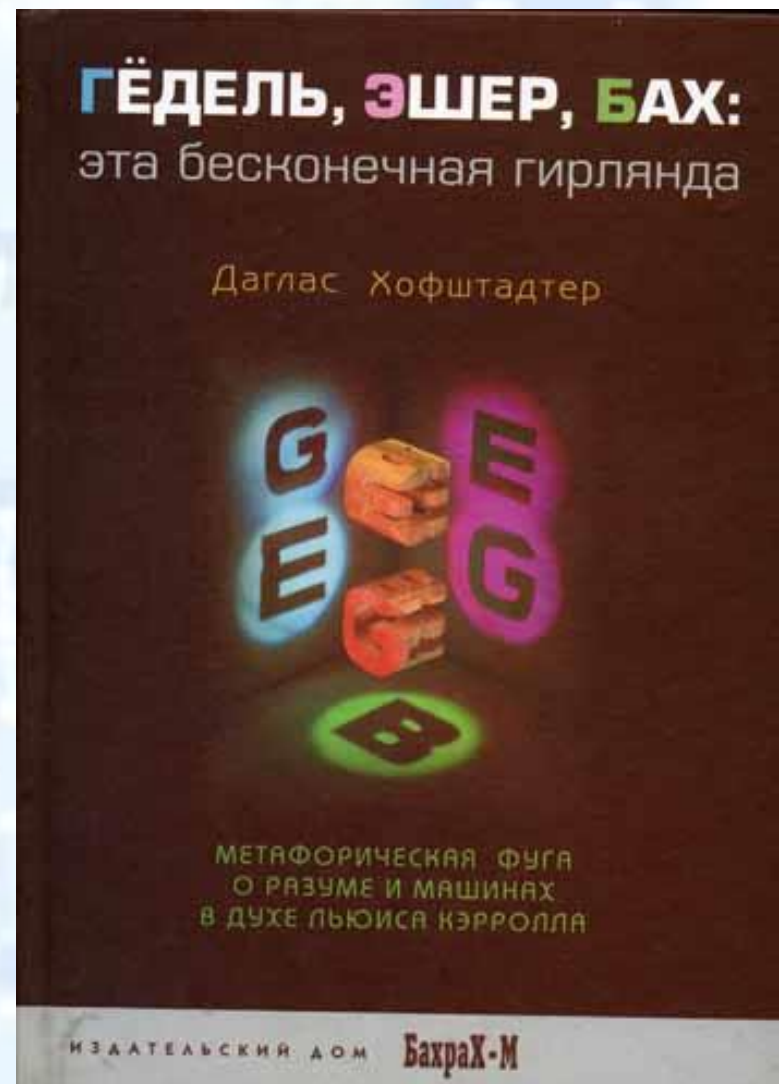


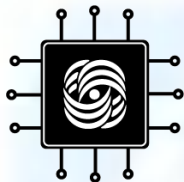
Курт Гёдель (1906-1978)



**«Для любой
непротиворечивой
системы аксиом
существует
утверждение,
которое в рамках
принятой
аксиоматической
системы не может
быть ни доказано,
ни опровергнуто».**

*«Бог существует, поскольку математика,
несомненно, непротиворечива; но
существует и дьявол, поскольку доказать
ее непротиворечивость мы не можем»
(Г.Вейль)*





ЛОГИКОМИКС



ЭПИЧЕСКИЙ ПОИСК ИСТИНЫ

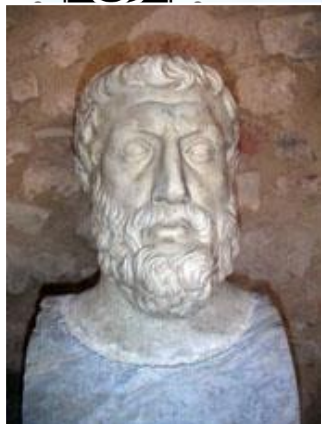
Апостолос ДОКСИАДИС и Христос ПАПАДИМИТРИУ

- Cantor, Georg
- Frege, Gottlob
- Gödel, Kurt
- Hilbert, David
- Moore, G.E.
- Poincaré, Henri
- Russell, Alys
- Russell, Bertrand
- Russell, Dora
- Schlick, Moritz
- Von Neumann, John
- Whitehead, Alfred North
- Wittgenstein, Ludwig

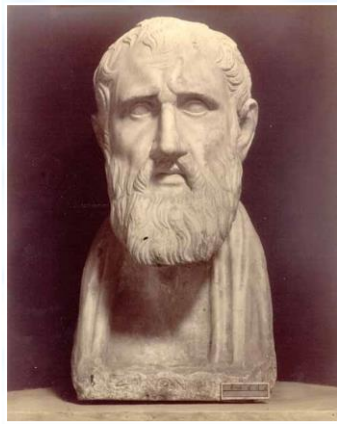




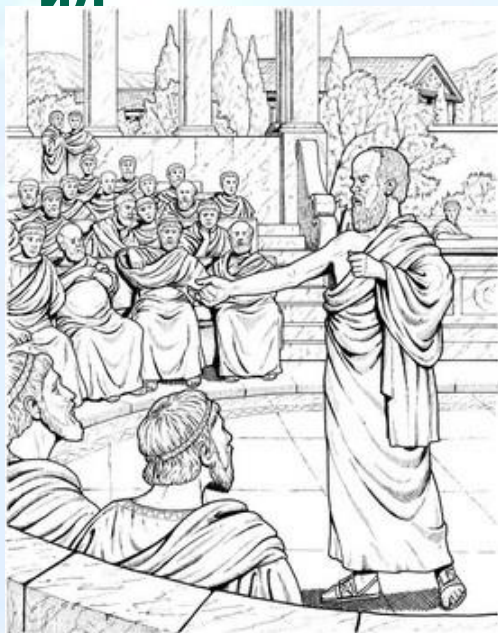
Элеаты



**Пармен
ил**



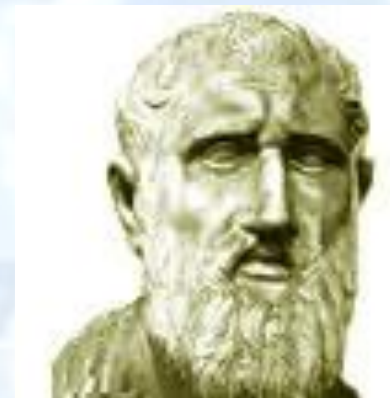
Зенон



Мегарская



ЕВКЛИД из Мегары
(ум. после 369 до н.э.)



**Зенон из
Китиона**

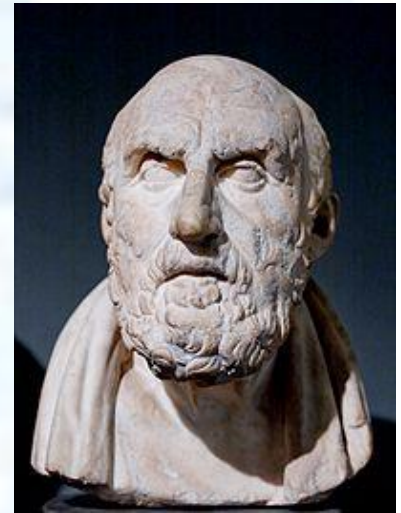
Невозможное не может вытекать из возможного, состоявшееся событие не может быть не тем, чем является; но если в какой-то момент событие могло быть возможным, то из этой возможности могла вытекать и невозможность, таким образом, исходное событие было невозможным.

Диодор Крон (Диалектик)



Стоики

1. Если есть А, то есть и В. А есть. Следовательно, есть и В.
2. Если есть А, то есть и В. Но В не существует. Следовательно, нет и А.
3. А и В не могут существовать одновременно. А есть. Следовательно, В не существует.
4. Существует либо А, либо В. А существует. Следовательно, В не существует.
5. Существует либо А, либо В. В не существует. Следовательно, А существует.



Хрисипп из Сол
(281/278 до н. э. –
208/205 до н. э.)



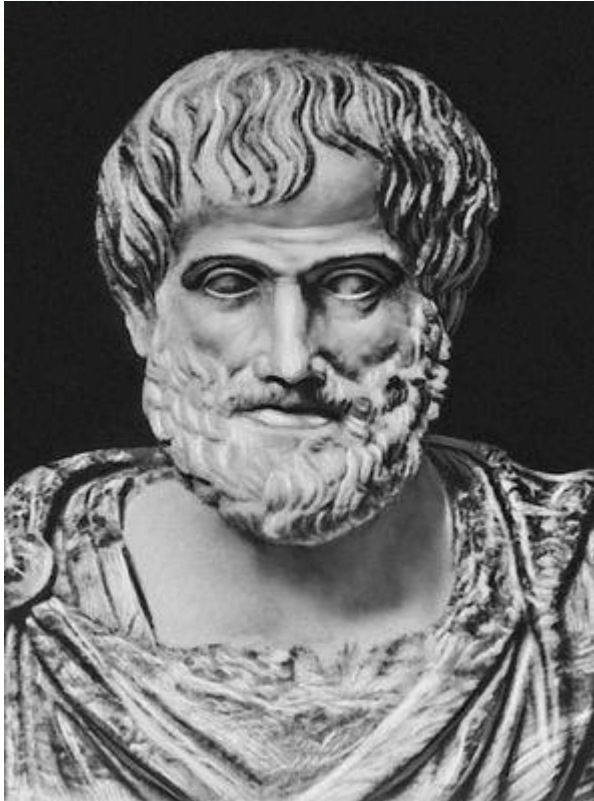
Марк Аврелий
(121 – 180)



Сенека
(4 до н. э. – 65)⁹



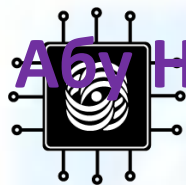
АРИСТОТЕЛЬ
384/283-322 до н.э.



«Вторая аналитика»

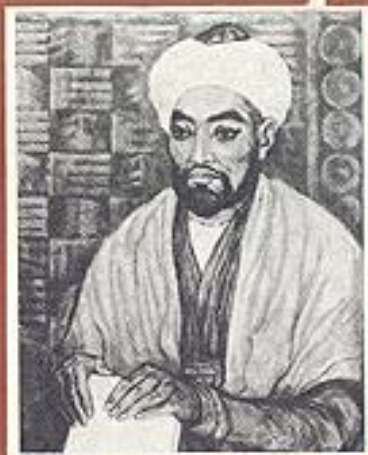


Рембрандт Харменс ван Рейн. Аристотель перед бюстом Гомера. 1653. Музей Метрополитен, Нью Йорк



Абу Наср Мухаммед ибн Мухаммед ибн Тархан ибн Узлаг аль-Фараби ат-Тюрки (873 - 150)

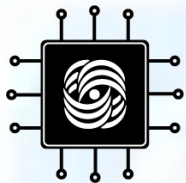
- «Слово о субстанции»
- «Существо вопросов»
- «Книга о законах»
- «Книга о постоянстве движения вселенной»
- «О смысле разума»
- «Книга о разуме юных»
- «Большая сокращенная книга по логике»
- «Книга введения в логику»
- «Книга доказательства»
- «Книга об условиях силлогизма»
- «Трактат о сущности души»
- «Слово о сновидениях»
- «Книга об определении и классификации наук»
- «Книга о смысле философии»
- «Книга о том, что нужно знать для изучения философии»
- «Примечания к философии»



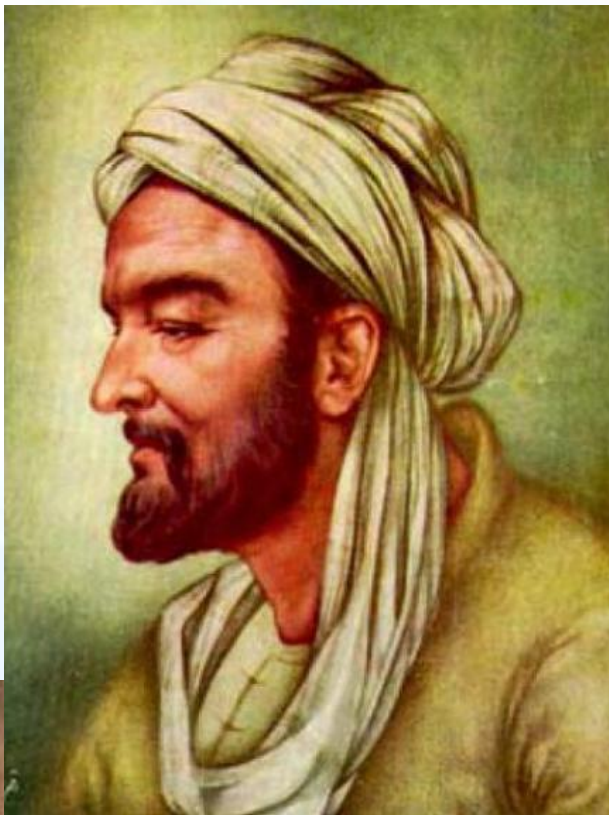
М. М. Хайруллаев

**Абу Наср
ал-ФАРАБИ**





**Ибн Рушд Абу-ль-Валид
Мухаммед ибн Ахмед
(1126 – 1198)
(Аверроэс)**



**Насир ад-дин Абу
Джафар Мухаммед
ибн Мухаммед ат
Туси (1201-1274)**



**Абу Али Хусейн ибн
Абдаллах
ибн Сина (980-1037)**



Золотой век схоластики





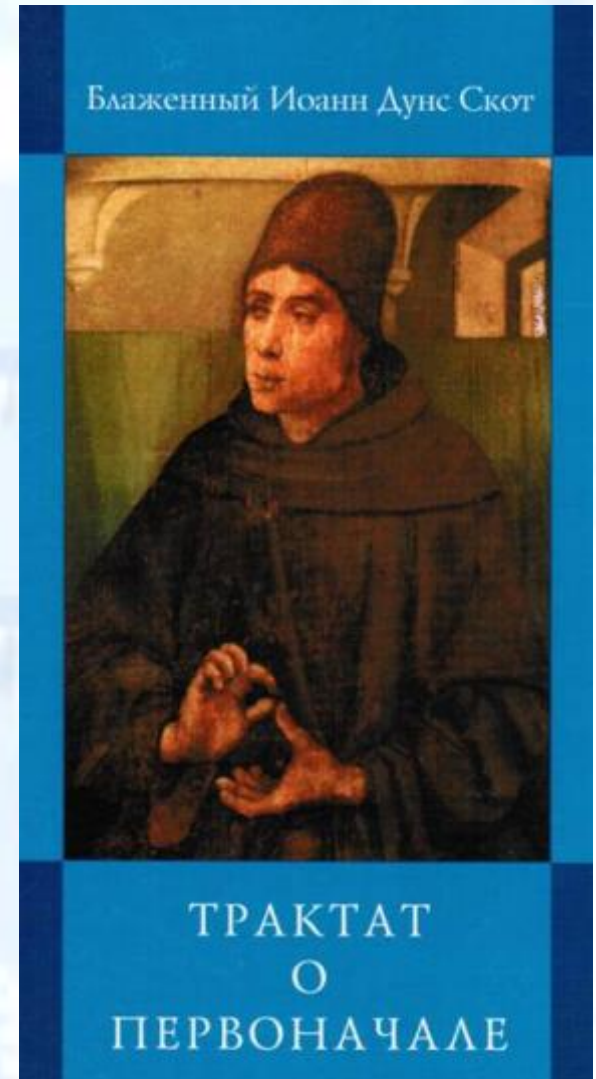
Пьер Абеляр
(1079-1142)



Петр Испанский
(около 1215-1277)



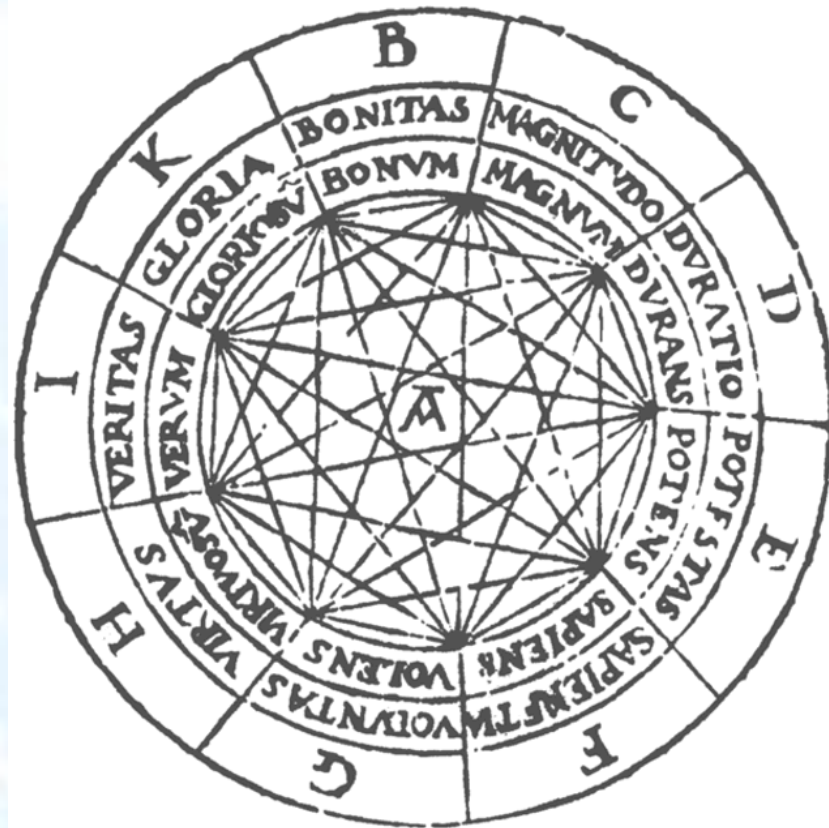
Уильям Оккам (около
1300 – около 1350)

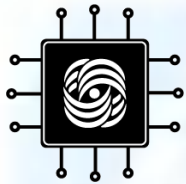


Дунс Скотт
(около 1270 – 1308)



Раймонд Луллий (около 1235 – 1315)





Фрэнсис Бэкон (1561–1626)



Полная индукция означает регулярную повторяемость и исчерпаемость какого-либо свойства предмета в проводимом опыте. Индуктивные обобщения исходят из предположения, что именно так будет обстоять дело во всех сходных случаях.

Неполная индукция включает обобщения, сделанные на основе исследования не всех случаев, а только некоторых (заключение по аналогии), потому что, как правило, число всех случаев практически необозримо, а теоретически доказать их бесконечное число невозможно

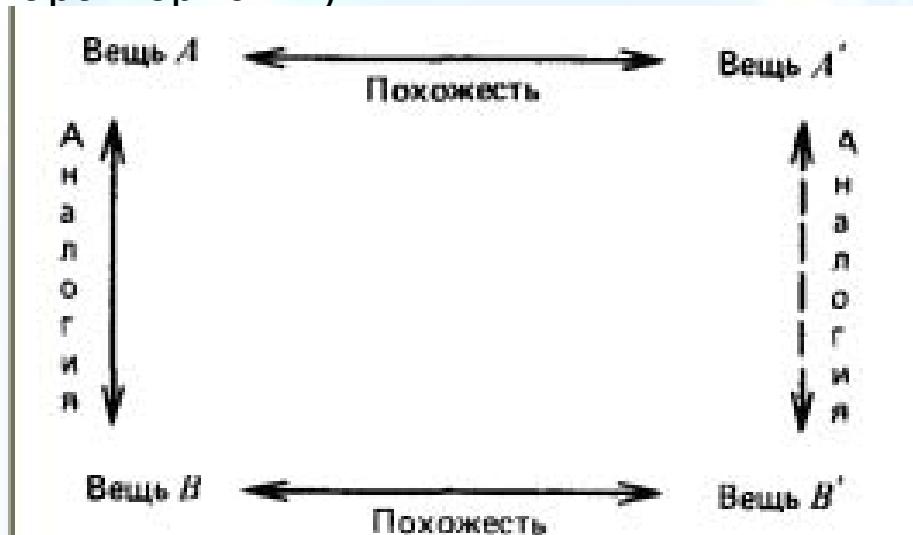
Символическая логика

❖ Составить «алгоритм логических мыслей»
(простых неопределяемых понятий)

❖ Получить все остальные определения из этих, путем комбинирования

❖ Составить «доказательную энциклопедию»

❖ Ввести подходящие символические обозначения для исходных и составных понятий и суждений, создать «всеобщую символику» или «универсальную характеристику»



Математика XIX века.

Математическая логика, теория чисел, теория вероятностей. – М.: Наука, 1978 – «Символическая логика Г.В.Лейбница», с.12-18



**Иоганн Андреас фон
Зегнер
(1704-1777),**



**Готфрид Плуцэ
(Плокке)
(1716 – 1790)**



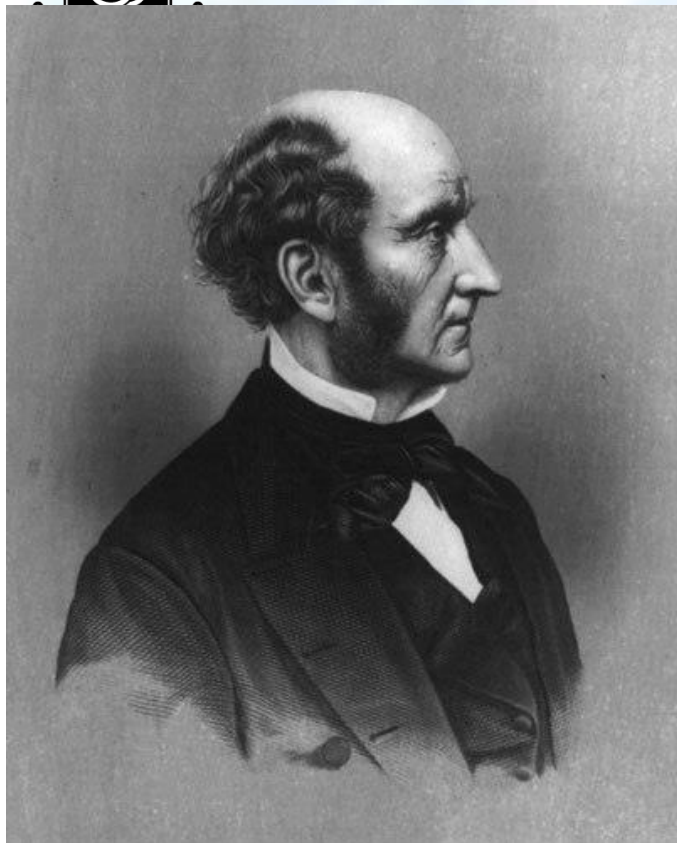
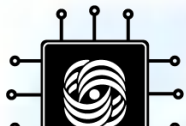
**Иоганн Генрих
Ламберт
(1728–1777)**

два вида символов:

- 1) для логических классов
(или понятий);
- 2) для логических
операций

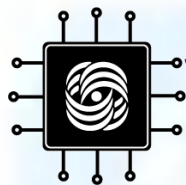
четыре операции:

- 1) комбинирование,
или логическое
сложение;
- 2) изоляция,
или логическое
вычитание;
- 3) определение,
или логическое
умножение;
- 4) абстрагирование,
или логическое
деление.



**Джон Стюарт Милль
(1806 – 1873)**

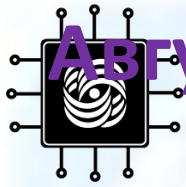
- метод (единственного) сходства (если в двух или более случаях какое-либо явление связано с рядом повторяющихся обстоятельств, то эти обстоятельства суть или причины, или следствия данного явления);
- метод (единственного) различия (если, напротив, некоторое явление W не повторяется в отсутствие определенного обстоятельства A , то явление W зависит от обстоятельства A);
- объединенный метод сходства и различия;
- метод остатков (если W зависит от $A = A_1, A_2, A_3$, то через установление степени зависимости от A_1 и A_2 остается определить меру зависимости от A_3);
- метод сопутствующих изменений (если явление W изменяется, когда изменяется явление U , причем усиление и ослабление W наступает при усилении и ослаблении U , то W зависит от U).



Уильям Гамильтон (1788–1856)

Все x суть все y ,
Все x суть некоторые y ,
Некоторые x суть все y ,
Некоторые x суть некоторые y ,
Ни одно x не есть ни одно y ,
Ни одно x не есть некоторое y ,
Некоторые x не суть некоторые y ,
Некоторые x не суть ни одно y .



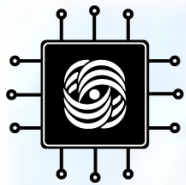


Август (Огёст) де Морган (1806–1871)



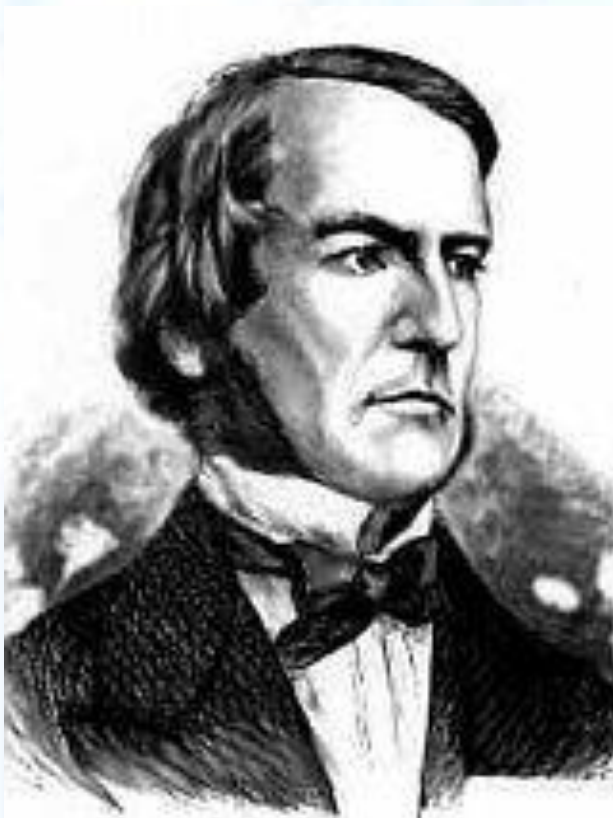
Алгебра отношений Моргана включала в себя шесть основных операций :

- (1) логическая сумма отношений
- (2) логическое произведение тех же отношений,
- (3) операция получения дополнительного для N отношения
- (4) операция получения конверсного отношения или конверсии
- (5) операция порождения относительной суммы отношений
- (6) операция порождения относительного произведения отношений или “композиции”

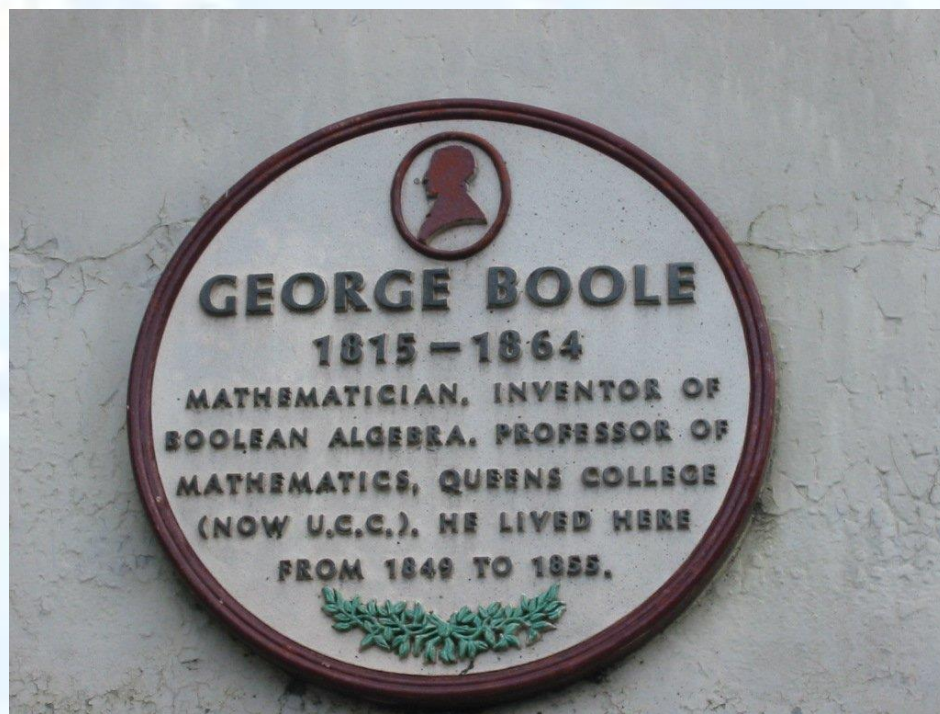


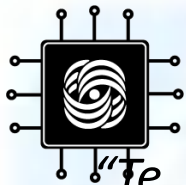
Джордж Буль (1815–1864)

«Математический анализ логики, являющийся опытом исчисления дедуктивного рассуждения» (1847)



«Исследования законов мышления, на которых основаны математические теории логики и вероятности» (1854)





“Те, кто знаком с настоящим состоянием символической алгебры, отдадут себе отчет в том, что обоснованность процессов анализа зависит не от интерпретации используемых символов, а только от законов их комбинирования. Каждая интерпретация, сохраняющая предложенные отношения, равно допустима, и подобный процесс анализа может, таким образом, при одной интерпретации представлять решение вопроса, связанного со свойствами чисел, при другой — решение геометрической задачи и при третьей — решение проблемы динамики или статики. Необходимо подчеркнуть фундаментальность этого принципа”.

$x^2 = x$ для любого x

AND, OR, NOT



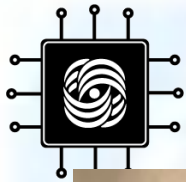
Чарльз и
Мэри
Хинтон с
детьми



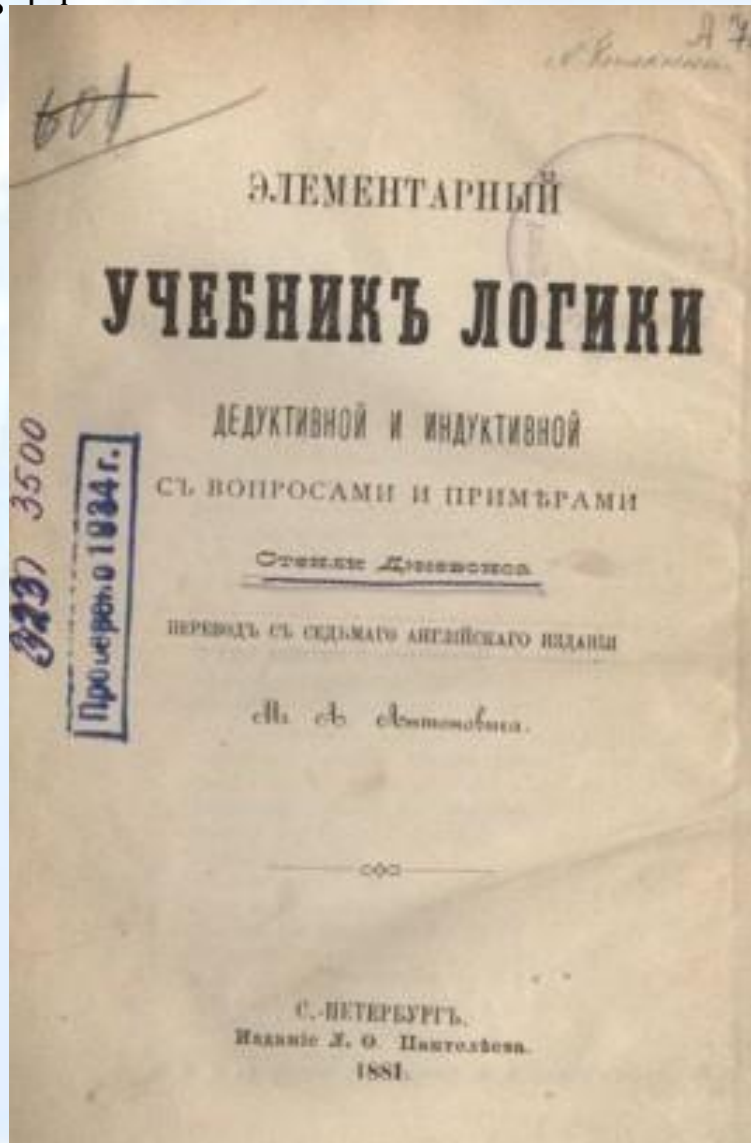
Мэри Эверест Буль
“Философия и развлечения
алгебры”

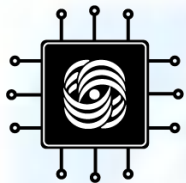


Этель
Лилиан
Войнич



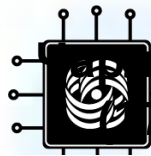
Уильям Стенли Джевонс (1835–1882)



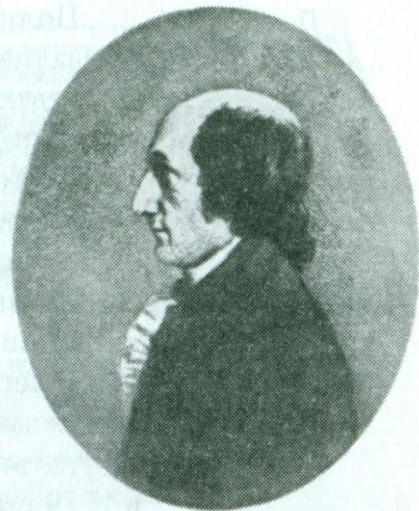


Логические счеты – наклонная доска с четырьмя горизонтальными выступами и набором деревянных пластинок с вырезанными на них конституентами. На одном выступе – все конституенты нужного числа переменных, на другом – содержащиеся в посылках. Противоречащие посылкам конституенты снимаются с верхней линии и на ней остается так называемая логическая единица задачи. После этого можно решать вопросы, касающиеся отдельных классов





Университет
Стэнхоуп
(1753–1816)



Альфред Сми
(1818-1877)
Alfred Smee



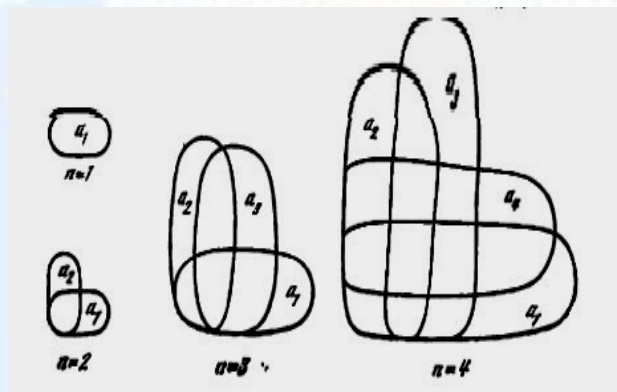
Александр Николаевич Жукарев (1864-1936)
- создатель "машины логического мышления",
способной механически осуществлять простые
логические выводы на основе исходных
смысловых посылок.



 Джон Венн
(1834–1823)



Эрнест
Шрёдер
(1841-1902)



Платон
Сергеевич
Порецкий
(1846-1907)

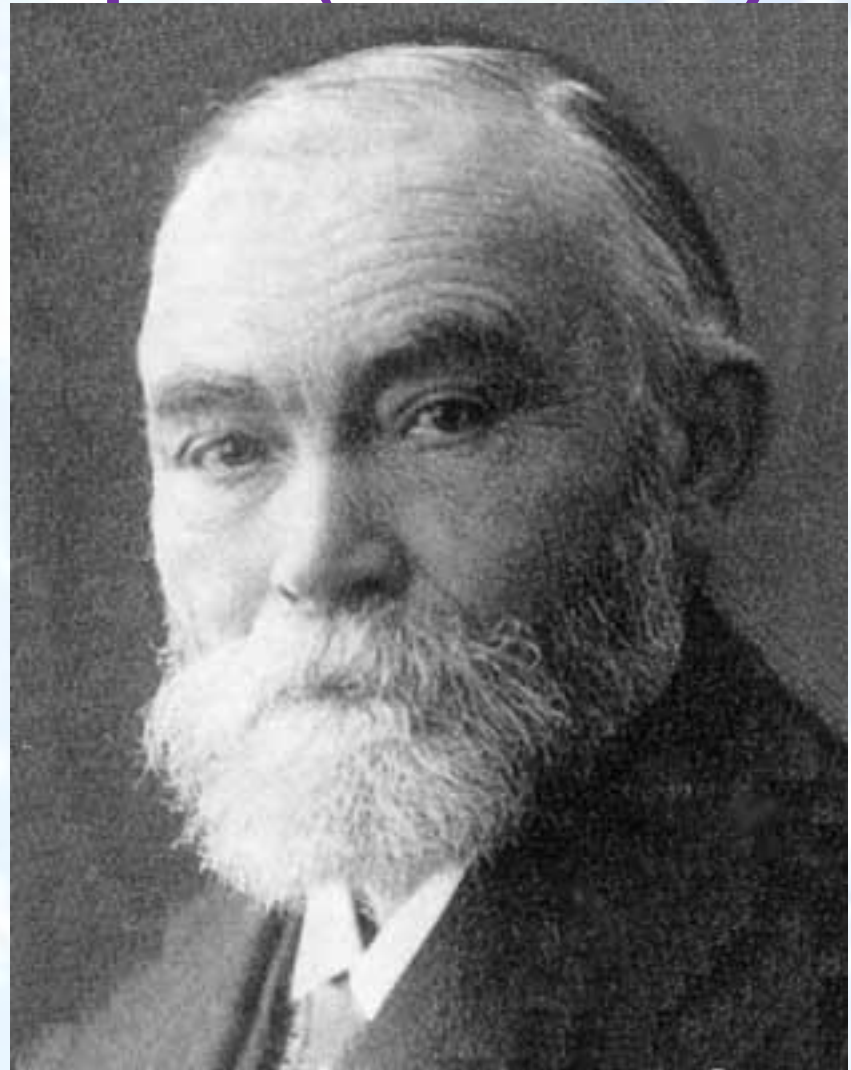


Фридрих Людвиг Готлоб Фреге (1848-1925)



«Запись в понятиях» (1879)

«О смысле и значении», 1892



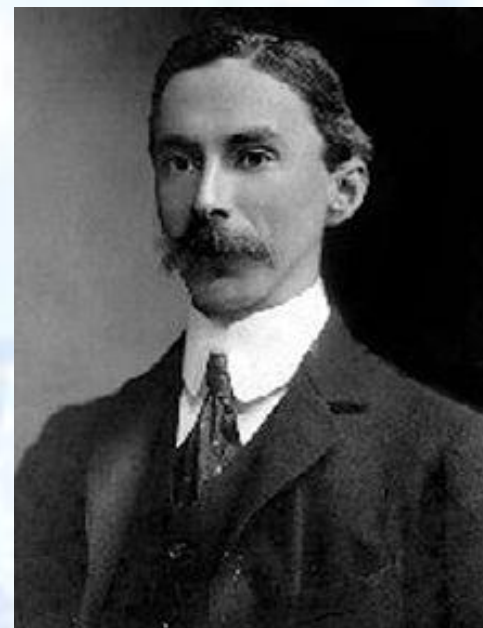
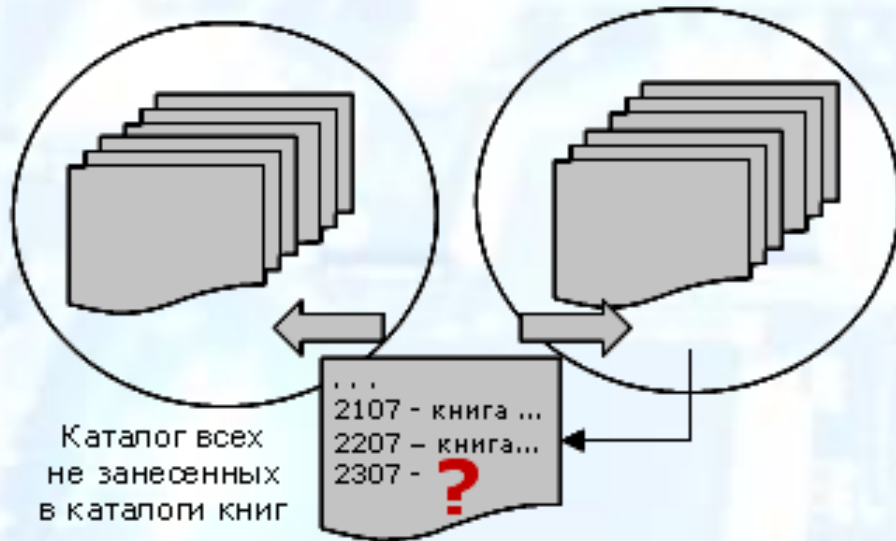
Двухтомник «Основные законы арифметики» (1893, 1903)



Бертран Рассел (1872-1970)

Книги, занесенные
в какие-то каталоги

Книги, **не** занесенные
ни в какие каталоги



Одному деревенскому (армейскому) брадобрю приказали "брить всякого, кто сам не бреется, и не брить того, кто сам бреется", как он должен поступить с собой?

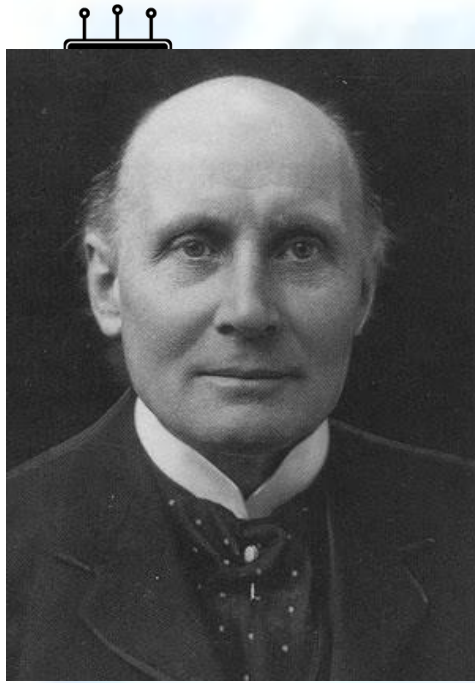
«Проблемы философии» (1912)

«Принципы математики» (1903)

Страница Бертрانا Рассела:

<http://vivovoco.rsl.ru/VV/PAPERS/ECCE/RSL/RUSSELL.HTM>

Логицизм

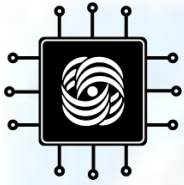


**Альфред Норт
Уайтхед (1861-1947)**

***«Цель научного мышления - видеть общее
в частном и вечное в преходящем»***

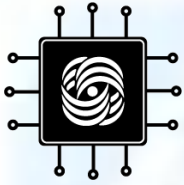
Логицизм, направление в основаниях математики и философии математики, основным тезисом которого является утверждение о «сводимости математики к логике», т. е. возможности (и необходимости) определения всех исходных математических понятий (в рамках самой математики не определяемых) в терминах «чистой» логики и доказательства всех математических предложений (в том числе аксиом) опять-таки логическими средствами. (БСЭ)





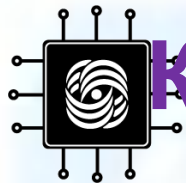
Логицизм (1)

- Взгляд на математику как на часть логики обусловлен тем, что любую математическую теорему в аксиоматической системе можно рассматривать как некоторое утверждение о логическом следовании.
- Попытка сведения натуральных чисел к логическим понятиям была предпринята Г. Фреге. В интерпретации Г. Фреге натуральные числа были кардинальными числами некоторых понятий



Логицизм (2)

- Однако система Фреге не свободна от противоречий. Это выяснилось, когда Рассел обнаружил противоречие в канторовой теории множеств (парадокс Рассела)
- В целом попытка сведения математики к логике не удалась. Как показал Гёдель, никакая формализованная система логики не может быть адекватной базой математики.



Клод Элвуд Шеннон (1916 - 2001)





Клод Элвуд Шеннон (1916 - 2001)

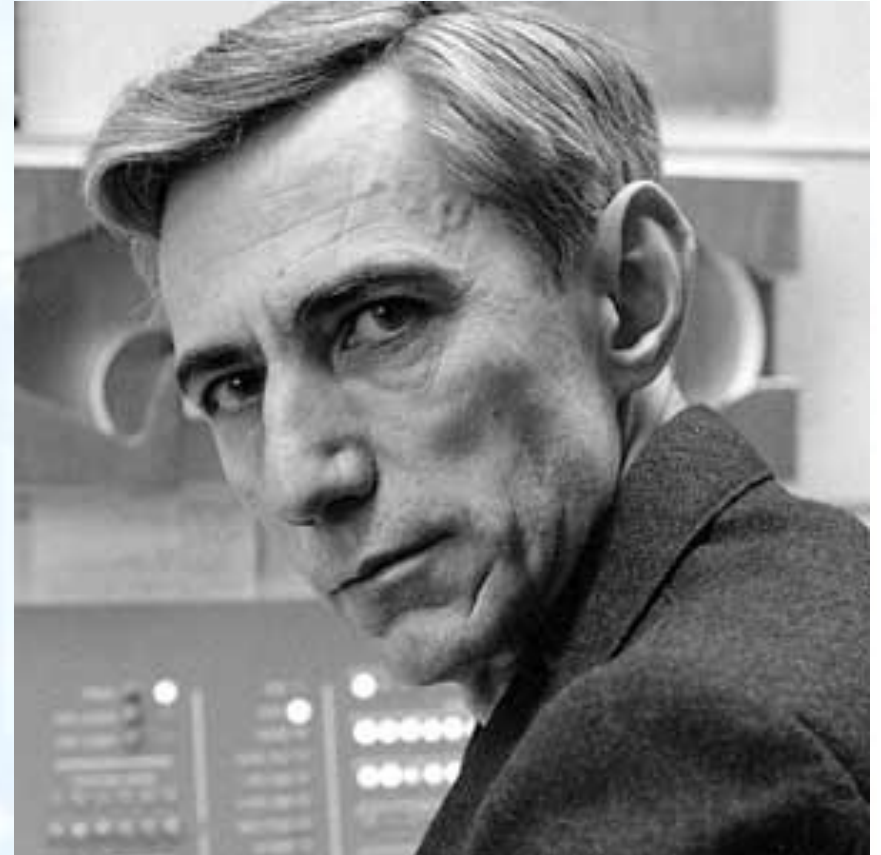
Что такое информация? Оставляя в стороне вопрос о содержании этого понятия, Шеннон показал, что это измеримая величина: количество информации, содержащейся в данном сообщении, есть функция вероятности, что из всех возможных сообщений будет выбрано данное. Он назвал общий потенциал информации в системе сообщений как ее “энтропию”. В термодинамике это понятие означает степень случайности (или, если угодно, “перемешанности”) системы. (Однажды Шеннон сказал, что понятием энтропии ему посоветовал воспользоваться математик Джон фон Нейман, указавший, что, т. к. никто не знает, что это такое, у Шеннона всегда будет преимущество в спорах, касающихся его теории.)

Шеннон определил основную единицу количества информации, названную потом битом, как сообщение, представляющее один из двух вариантов: например, “орел” — “решка”, или “да” — “нет”. Бит можно представить как или 0, или как присутствие или отсутствие тока в цепи.

На этом математическом фундаменте Шеннон затем показал, что любой канал связи имеет свою максимальную пропускную способность для надежной передачи информации. В действительности он доказал, что, хотя можно приблизиться к этому максимуму за счет искусного кодирования, достичь его невозможно.

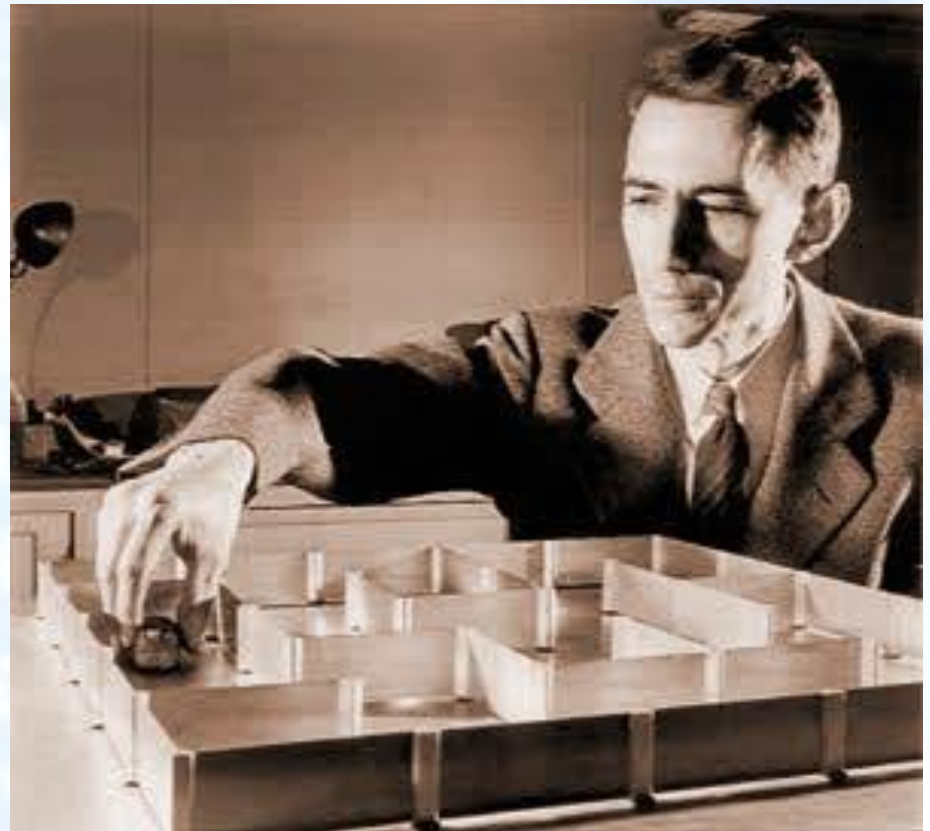


Клод Элвуд Шеннон (1916 - 2001)





Клод Элвуд Шеннон (1916 - 2001)

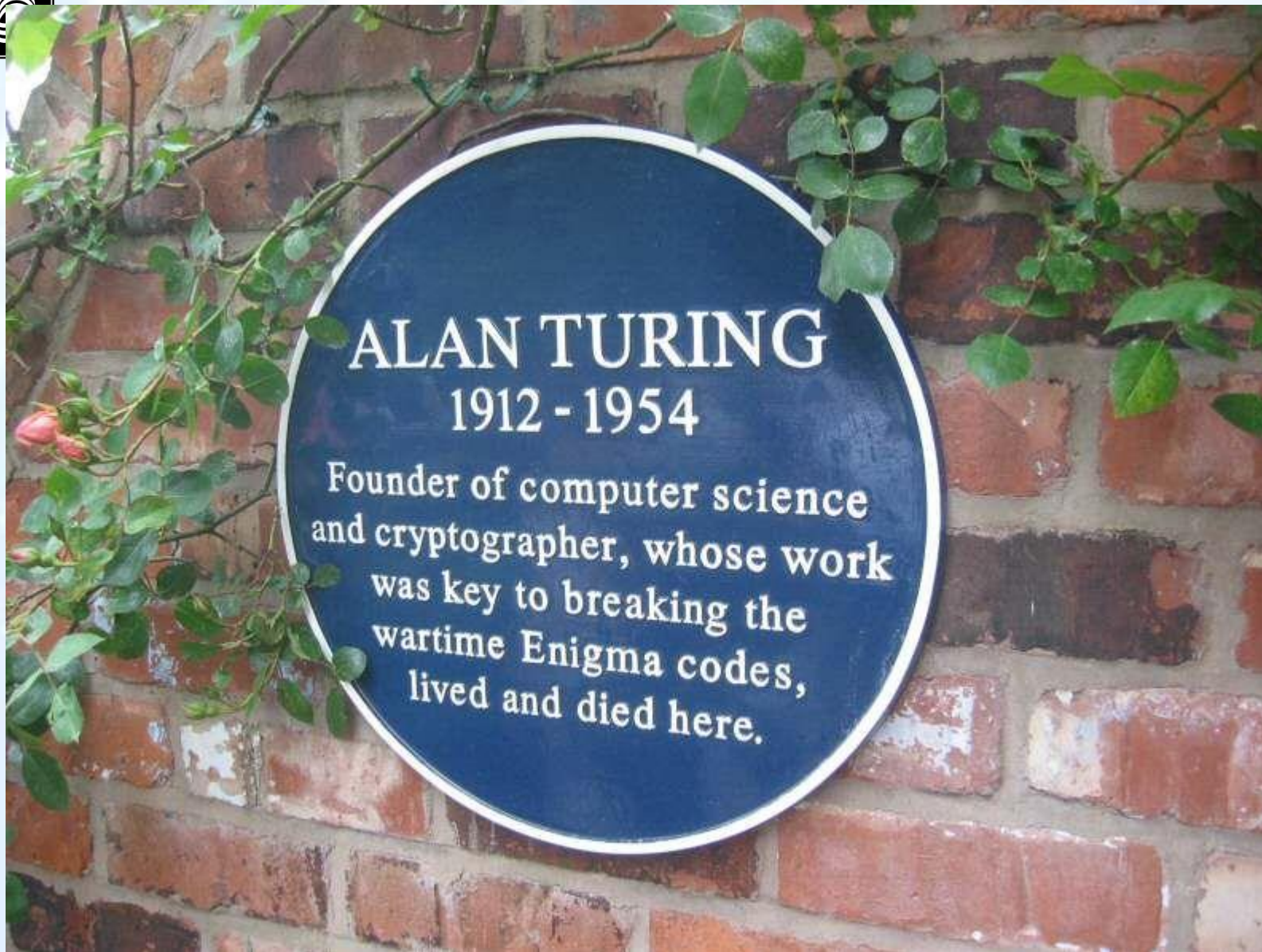


Мышь Шеннона живёт в металлическом лабиринте со множеством запутанных ходов и тупиков. Лабиринт сделан так, что при неправильном ходе электрический ток как бы "отпугивает" мышь, и она возвращается в поисках правильного хода, пока, наконец, не достигнет противоположного конца лабиринта. Если Вы после первого прохода мышью лабиринта, вновь вернете её в исходное положение, она уверенно пойдёт по единственно правильному пути. До некоторой степени мышь Шеннона аналогична телефонным искателям АТС, которые сразу же после набора номера осуществляют нужное соединение.



Клод Элвуд Шеннон (1916 - 2001)

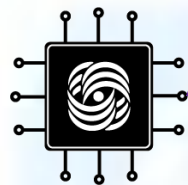




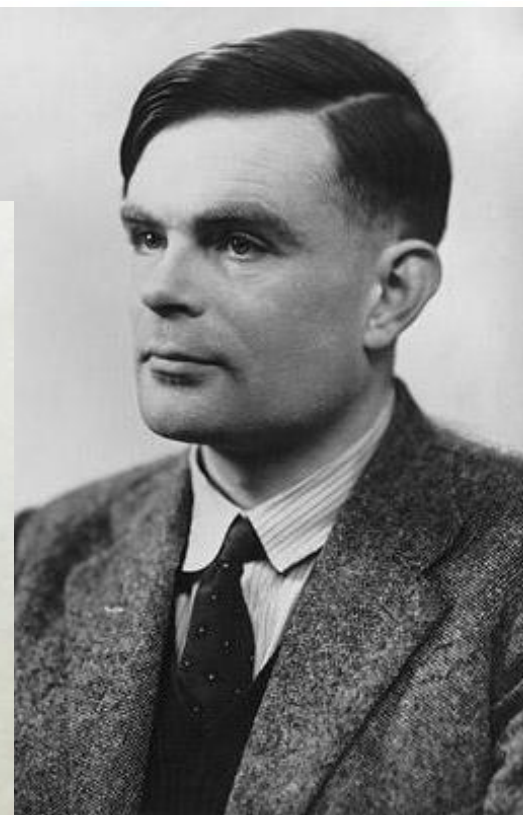
ALAN TURING

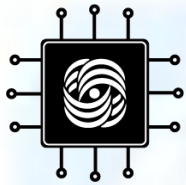
1912 - 1954

Founder of computer science
and cryptographer, whose work
was key to breaking the
wartime Enigma codes,
lived and died here.



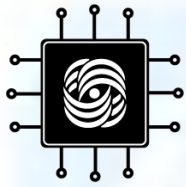
Алан Тьюринг





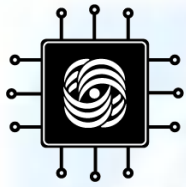
Основные результаты

- Тезис Чёрча-Тьюринга
- Машина Тьюринга
- Криптография
- Тест Тьюринга
- Колоссус

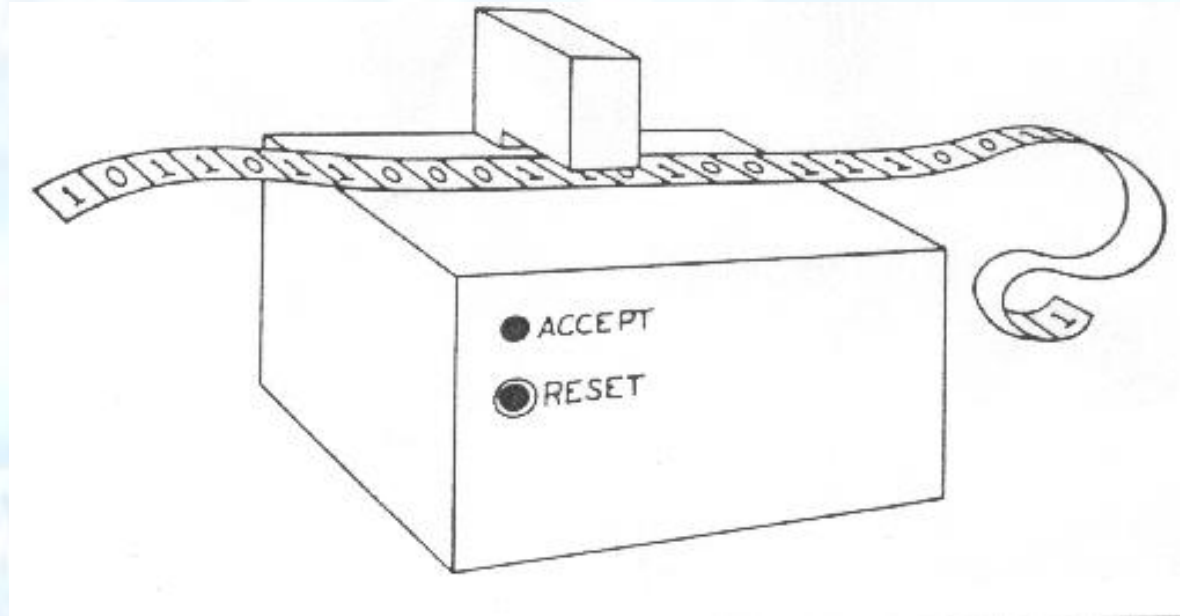


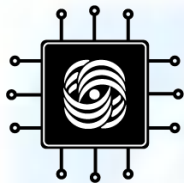
Тезис Чёрча-Тьюринга

- Любая функция, которая может быть вычислена физическим устройством, может быть вычислена машиной Тьюринга



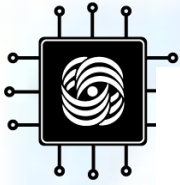
Машина Тьюринга (1)





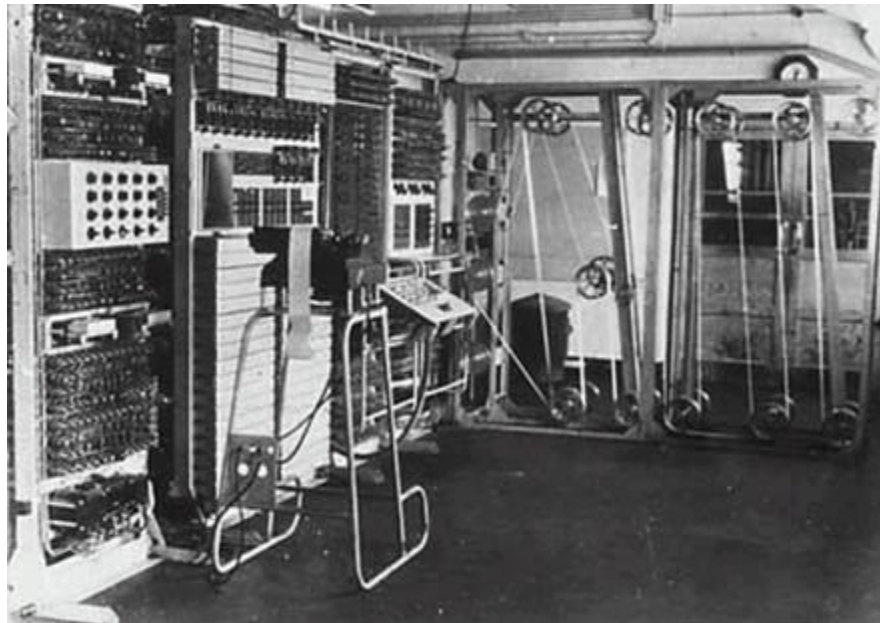
Криптография

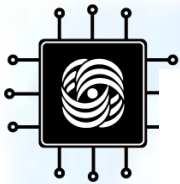
- Тьюринг помогал взломать код Энигмы
- Построен первый программируемый компьютер Колоссус
- Базировался:
 - на его концепции универсальной машины 1936
 - потенциальной скорости и надёжности электронных технологий
 - неэффективность разностных машин для различных логических процессов
- Шифр-код был расшифрован в 1943
- Все компьютеры были разрушены по приказу Черчилля



Collosus

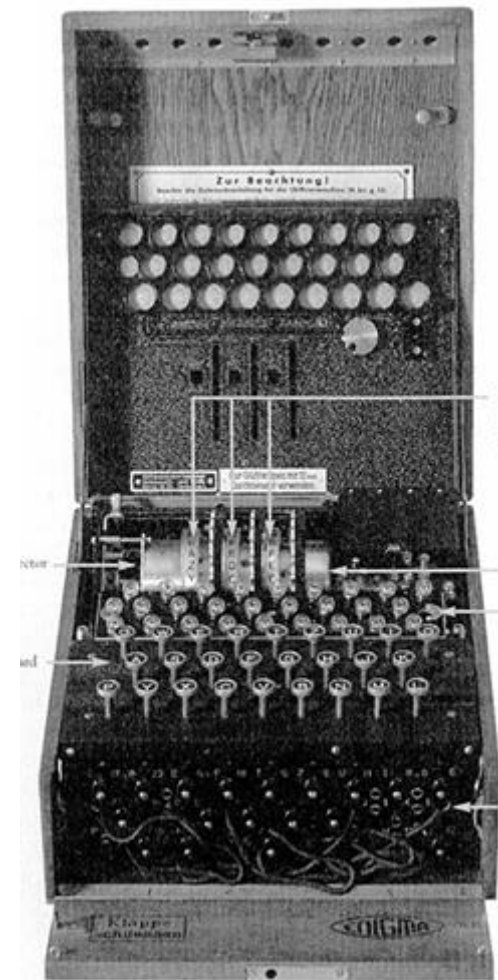
Под руководством выдающегося математика Алана Тьюринга была построена специализированная электронная вычислительная машина **Colossus**. Она насчитывала 2000 радиоламп и обрабатывала 25000 симв./с

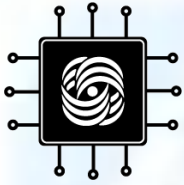




Enigma

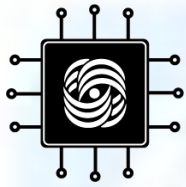
В местечке Блечли-Парк (Bletchley Park) под Лондоном была организована сверхсекретная криптоаналитическая лаборатория для расшифровки немецких военных шифров, используемых в шифровальной машине **Enigma**.





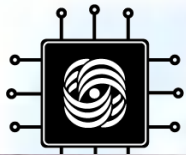
Тест Тьюринга

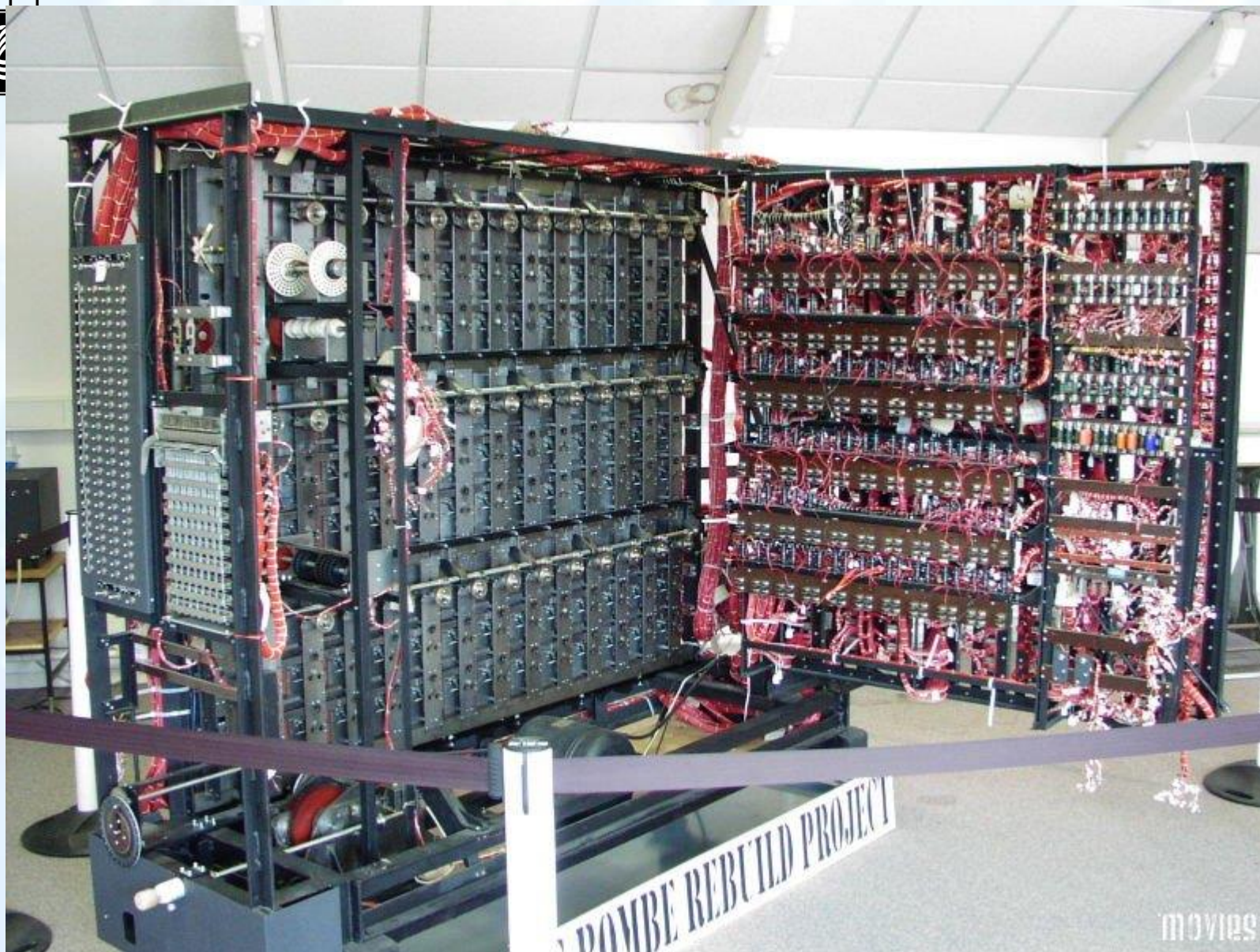
- Опубликован в 1950 году
- Человек обменивается сообщениями на естественном языке с двумя собеседниками (человек и компьютер)
- Если человек не может определить кто есть кто, то считается что компьютер прошёл тест
- Переписка должна производиться через контролируемые промежутки времени
- Тьюринг оценил что программы в 2000 году пройдут тест
- Пока не подошли даже близко



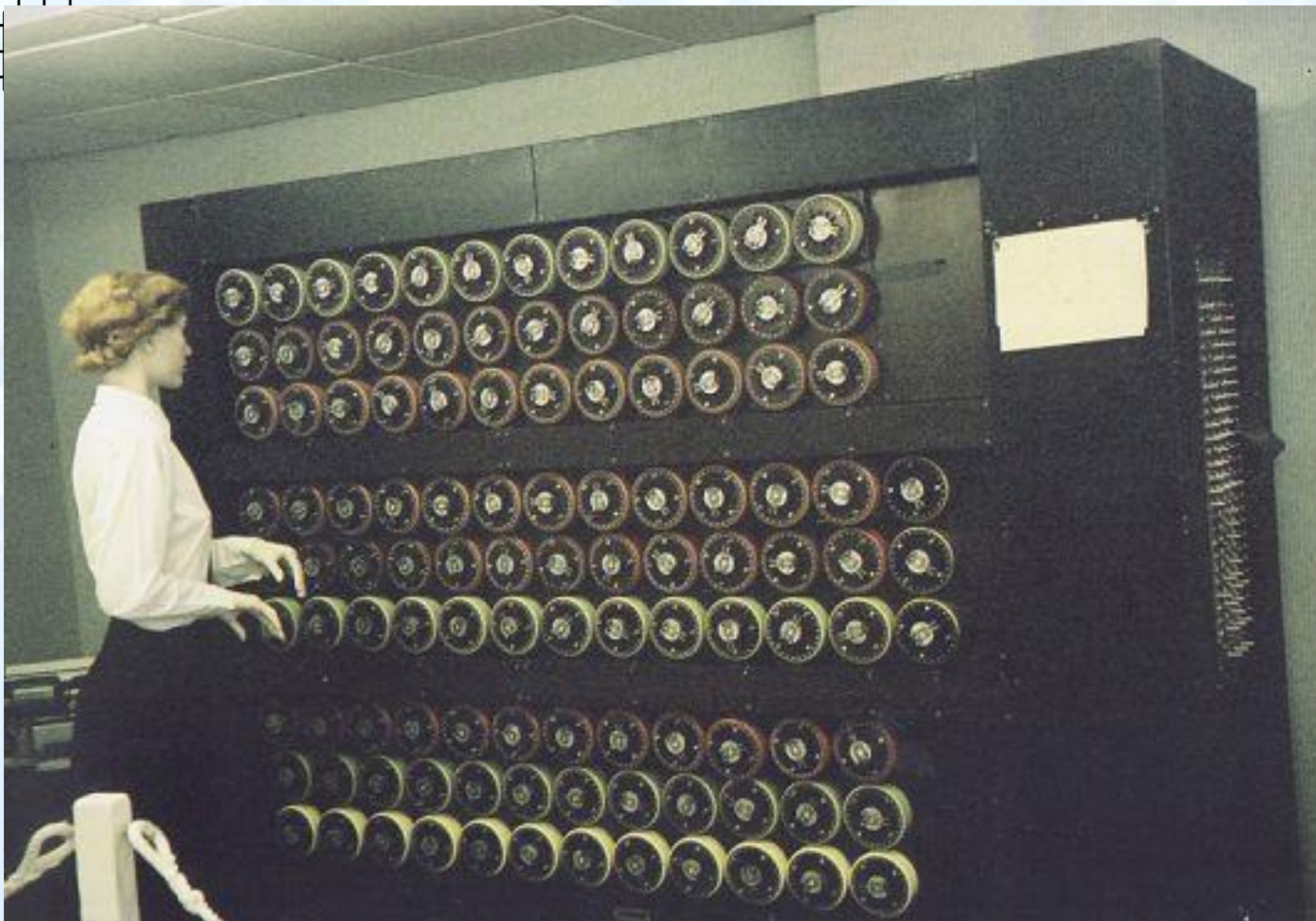
Другие важные результаты

- Проблема самоприменимости МТ
- Универсальная МТ
- Основатель направления ИИ

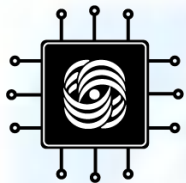




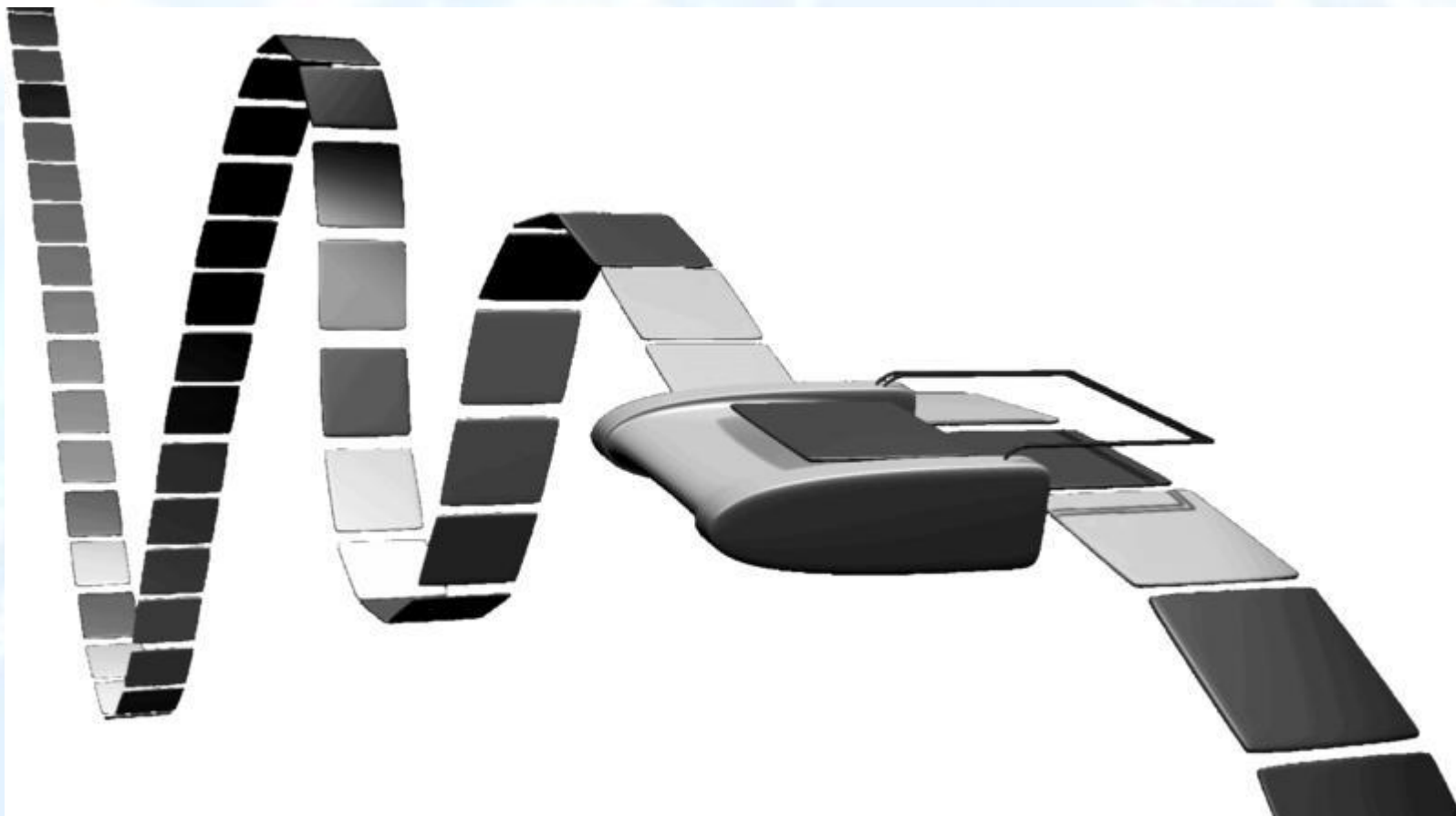
«Бомба»



«Бомба»



Машина Тьюринга

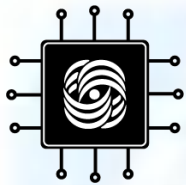


Тест Тьюринга



Судья (человек) переписывается на естественном языке с двумя собеседниками, один из которых — человек, другой — компьютер. Если судья не может надежно определить, кто есть кто, считается, что компьютер прошел тест. Предполагается, что каждый из собеседников стремится, чтобы человеком признали его. Чтобы сделать тест простым и универсальным, переписка сводится к обмену текстовыми сообщениями. Переписка должна производиться через контролируемые промежутки времени, чтобы судья не мог делать заключения исходя из скорости ответов. (Во времена Тьюринга компьютеры реагировали медленнее человека. Сейчас это правило необходимо, потому что они реагируют гораздо быстрее, чем человек.)





Спасибо за внимание!