

О логике и логической машине.

ЧТО МЫ ЗНАЕМ О ЛОГИКЕ.....	2
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ	3
МЕТАТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И КОНЦЕПЦИИ ЛОГИКИ.....	5
СОСТАВЛЯЮЩИЕ ЛОГИКИ.....	9
ЗАКОНЫ ЛОГИКИ.	9
ЛОГИЧЕСКИЕ ПРАВИЛА.....	13
ЛОГИЧЕСКАЯ ОПЕРАЦИЯ.....	16
АКСИОМА.	27
ПОНЯТИЕ.	28
СУДЖЕНИЕ.	31
СИЛЛОГИЗМ.	36
РАССУЖДЕНИЕ. УМОЗАКЛЮЧЕНИЕ.	38
ВЫСКАЗЫВАНИЕ.	40
НАДО РАЗОБРАТЬСЯ.....	40
ЛОГИКИ, СКОЛЬКО ИХ?.....	43
КЛАССИЧЕСКАЯ ЛОГИКА.	43
НЕКЛАССИЧЕСКИЕ ЛОГИКИ.....	44
ФОРМАЛЬНАЯ ЛОГИКА.....	45
НЕФОРМАЛЬНАЯ ЛОГИКА.	45
ТРАНСЦЕНДЕНТАЛЬНАЯ ЛОГИКА.....	45
ВЕРОЯТНОСТНАЯ ЛОГИКА	46
МНОГОЗНАЧНЫЕ ЛОГИКИ.	46
МОДАЛЬНАЯ ЛОГИКА.	46
ДЕОНТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА.....	46
ДИАЛЕКТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА.....	47
ЛОГИКА ВЫСКАЗЫВАНИЙ.....	49
СИМВОЛИЧЕСКАЯ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА.	49
ЛОГИКА ОТНОШЕНИЙ.	52
ЛОГИКА КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ.	52
ПОЧЕМУ ТАКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ?	53
О МЕХАНИЧЕСКОЙ ЛОГИКЕ И ЛОГИЧЕСКИХ МАШИНАХ.	54
НЕКОТОРЫЕ «ЗАБЫТЫЕ» ПОНЯТИЯ ЛОГИКИ.....	55
ЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.	67
ЛОГИЧНОСТЬ ЛОГИКИ.	71
О ЛОГИЧЕСКИХ МАШИНАХ.....	75
ОТ ЗАКАТА	76
О ПОНЯТИИ «ЛОГИЧЕСКАЯ МАШИНА».....	78
ИСТОРИЯ ЛОГИЧЕСКИХ МАШИН.	79
ЛОГИЧЕСКАЯ МАШИНА КЛЕТКИ.	88
КЛЕТОЧНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ.....	105
ПУТИ ТРАНСПОРТА БЕЛКОВ В КЛЕТКЕ.....	108
КЛЕТОЧНАЯ МАШИНА.	112
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.	114
ЛИТЕРАТУРА.....	115

Что мы знаем о логике...

Начиная собирать материалы по логике в различных источниках, я и предположить не мог, что я найду. Пытаясь разобраться в логике, как науке, имеющей тысячелетнюю историю, я сосредоточился на основных составляющих и направлениях логики.

Оказалось, что древняя логика, это поле постоянных военных действий различных теорий, школ и мнений. По многим основным вопросам логики мнения разных специалистов иногда полярны по взглядам и пониманию. Конечно, это удивляет и настороживает.

Но еще больше настороживает постепенная потеря самостоятельности логики. Главная составная часть логики, система понятий, когда-то составляющая основу философии, почти забыта. Она ушла из философии, но и в логике не удержалась.

Если сегодня взять любой учебник по логике, например, [24-28, 30], то мы видим примерно один и тот же объем материала. Видимо, только этот материал сегодня отнесен к логике, которую изучают как студенты, так и специалисты.

Логика, как часть философии, почти не изучается. В ходу только математическая логика. Логика стала начинаться с математики, хотя должно быть наоборот. Потому, что это математика – часть логики. Но мы забыли об этом.

Поразительно, все основные философские построения сделаны на основе логики, да и законы философии сформулированы логикой, а сейчас логика не только ушла из философии, но и почти лишилась большинства понятий, составлявших основу логики.

Сегодня почти все знают, что такое логическое умножение и сложение, а что такое логическое деление? Или как умножить понятие на понятие? А ведь это должна быть нормальная логическая операция. Импликация, как логическая операция очень сильно сместила понятия логического условия, лежащего в основе этой операции.

Что такое классификация, ограничение, определение?

Это логические операции. Как ни странно...

Еще несколько лет назад, когда я только начал потихоньку заглядывать в логику, не математическую, а науку размышлять, то сразу наткнулся на некоторые противоречия. Тогда я, как дилетант, просто констатировал это как мое непонимание чего-то важного и прошел мимо, к следующему изучаемому вопросу. Но нестыковки и противоречия накапливались. Это заставляло внимательнее вчитываться в материалы по логике.

С большим трудом нашел в логике обобщение и ... не нашел его противоположности - детализации или сходного по смыслу понятия. Классификация имеет хоть и близкий, но несколько другой смысл. Операция ограничения, хоть и заявлена, как противоположность обобщения, фактически имеет другое направление действия.

Где в логике причина и следствие? Они обязаны быть здесь, а не в философии или математике. Условие, как логическое понятие, вроде бы есть, а логики условий – нет. События есть, а логики такой нет. Даже операций с событиями нет. Мы говорим, что все должно быть логически обоснованно, а даже понятия обоснования в современной логике найти сложно.

Видимо, когда-то всё это в логике было. Но, с постоянным стремлением к формализации и упрощению логических понятий для их использования как кирпичиков в построениях логики, сложно формализуемые понятия из логики ушли в другие системы знаний с соответствующим изменением смысла, например, в ту же философию.

Математика вообще оставила в своей, математической логике только малую часть логических понятий. Так проще. Потому, что главной в математической логике стала математика. Она и стала диктовать условия и формулировать понятия.

Я не ставил своей целью систематизировать информацию по логике и дать полную картину по её современному состоянию. У меня на это ни знаний, ни времени...

Скорее, собранная информация отражает мое желание показать логику, как науку, имеющую самостоятельный путь развития, не зависящий от навязанной ей односторонней математической направленности, не очень оправданной во многих случаях.

С другой стороны, мне пришлось сразу же разбираться в разных точках зрения по, казалось бы, уже классическим понятиям.

Далее я предлагаю вниманию читателей конспект по результатам моих поисков. Он собран из материалов, найденных в Интернете. О логике, её направлениях, основах, теориях...

Начнем с определения понятия логики.

Определение понятия ...

Логика (др.-греч. λογική — раздел философии, «наука о правильном мышлении», «искусство рассуждения» от λόγος — «речь», «рассуждение», «мысль») — наука о формах, методах и законах интеллектуальной познавательной деятельности, формализуемых с помощью логического языка. Поскольку это знание получено разумом, логика также определяется как наука о формах и законах правильного мышления. Поскольку мышление оформляется в языке в виде рассуждения, частными случаями которого являются доказательство и опровержение, логика иногда определяется как наука о способах рассуждения или наука о способах доказательств и опровержений. Логика как наука изучает способы достижения истины в процессе познания опосредованным путём, не из чувственного опыта, а из знаний, полученных ранее, поэтому её также можно определить как науку о способах получения выводного знания.

Одна из главных задач логики — определить, как прийти к выводу из предпосылок (правильное рассуждение) и получить истинное знание о предмете размышления, чтобы глубже разобраться в нюансах изучаемого предмета мысли и его соотношениях с другими аспектами рассматриваемого явления.

Вполне корректное определение. Немного смущает «наука о способах получения выводного знания», это можно отнести к увлечению программированием или просто компьютерными науками авторов этого определения логики. Но, как оказалось, «выводное знание» фигурирует не только в этом определении, это уже самостоятельное понятие.

Вот нашлось и нужное уточнение понятия **логики**:

Название науки логики происходит от греческого слова logos, что означает речь, мысль, разум. Сферой логики является интеллектуальная познавательная деятельность или процесс мышления. С учетом этого можно дать следующее определение науки логики: логика есть наука о законах, формах и приемах мышления, осуществляемого с помощью языка.

Исходя из этого определения, мы приходим к более четкому пониманию логики. В этом уточнении мы находим один из поворотных моментов в развитии логики. Язык общения людей становится одним из важнейших инструментов логики. Развитие языка определяет и развитие логики. Слова стали определять развитие логики, как науки о мышлении.

Вот еще одно определение:

Логика (др.-гр. λογική «наука о рассуждении», «искусство рассуждения» от λόγος — «речь», «рассуждение»).

1. Наука о формах, методах и законах интеллектуальной познавательной деятельности, формализуемых с помощью логического языка.
2. Наука о достижении истины в процессе познания с помощью выводного знания — знания, полученного опосредованным путём, посредством не чувственного опыта, а из знаний, полученных ранее; знания, полученного разумом.
3. Наука о мышлении
4. Научная дисциплина, изучающая способы доказательств и опровержений.

Выводное знание, полученное с помощью применения законов логики и методов логического мышления, — цель любого логического действия, нацеленного на достижение истины и применение полученного знания для более глубокого познания явлений и событий окружающего мира.

Одна из главных задач логики — определить, как прийти к выводу из предпосылок (правильное рассуждение) и получить истинное знание о предмете размышления, чтобы глубже разобраться в нюансах изучаемого предмета мысли и его соотношениях с другими аспектами рассматриваемого явления.

Логика служит базовым инструментом почти любой науки.

Слово «логика» используется также в значениях «внутренняя закономерность, присущая тем или иным явлениям» или «правильный, разумный ход рассуждений»^[1]

Да, «выводное знание» присутствует и здесь. И еще..., читая эти определения логики, хотелось бы обратить внимание читателей на [правила определения понятий](#).

Понятна сложность формирования такого сложного понятия как логика. Старой логики, искусства рассуждения, уже почти нет, а новой, такой общей, как науки о мышлении, еще нет. Есть формальная, математическая, которая в эту формулировку никак не укладывается, но занимает основное положение. Вот она, эта логика и занимает положение «науки о достижении истины в процессе познания с помощью выводного знания ... посредством не чувственного опыта, а из знаний, полученных ранее...».

Далее добавим, что:

Основная цель (функция) логики всегда оставалась неизменной: **исследование того, как из одних утверждений можно выводить другие**. При этом предполагается, что вывод зависит только от способа связи входящих в него утверждений и их строения, а не от их конкретного содержания. Изучая, «что из чего следует», логика выявляет наиболее общие или, как говорят, формальные условия правильного мышления^[1].

А вот как говорит о логике Иммануил [Кант](#)²:

Границы же логики совершенно точно определяются тем, что она есть наука, обстоятельно излагающая и строго доказывающая одни только формальные правила всякого мышления (безразлично, априорное оно или эмпирическое, безразлично, каково его происхождение и предмет ...).

И..., следуя этому определению, разрабатывает [трансцендентальную логику](#).

На это определение Канта мы обратим самое пристальное внимание. Формальные правила всякого мышления... Философского, математического, человеческого... и машинного, в конце концов.... Почему бы и нет?

Кант считает необходимым дополнить формальную логику более глубокой логической концепцией, позволяющей решать новые, более сложные познавательные задачи. Обосновываемая им Т.Л. должна была, по его мысли, отвлекаться "не от всякого содержания познания", а определять "происхождение, объем и объективную значимость априорных знаний". Называя ее трансцендентальной, Кант имел в виду то, что она "имеет дело только с законами рассудка и разума... лишь постольку, поскольку она априори относится к предметам". Она не вникает во все конкретные, субъективные процессы познания, рассматривая лишь некоторые "чистые возможности", имеющие всеобщее и необходимое значение. Содержательный характер Т.Л. приобретает, согласно Канту, за счет ее тесной и постоянной связи с чувственностью, соединение которой с рассудком только и дает новое знание. Исследование происхождения знаний о предметах становится одной из главных задач Т.Л., которая и выясняет саму возможность применения априорного знания к предметам опыта. Свою Т.Л. Кант подразделил на аналитику и диалектику, из которых первая излагает элементы чистого рассудочного знания и принципы, без которых ни один предмет не может быть мыслим, а вторая - является критикой рассудка и разума в его сверхфизическом применении. [См. "Критика чистого разума" (Кант), Трансцендентальная аналитика, Трансцендентальная диалектика.] [Т. Г. Румянцева История философии. Энциклопедия](#).

Современное понимание функции эмоций в физиологии и психологии человека показывает, что Кант вполне объективен в оценке логики, как науки.

И все же, логика очень долго и мучительно уходит от человека, от его конкретного и эмоционального мышления к формальным законам и правилам, доказательству и обоснованию, не зависящим от конкретного человека. Она и сейчас не ушла от своего исходного эталона до конца. Логика, это все еще – «наука о правильном мышлении». Но уже есть и машинная логика, и формальная....

Ну вот, примерно разобрались, хотя бы в главном. В определении. Продолжим.

¹ <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42027080>

² Иммануил Кант (нем. Immanuel Kant [ɪ'ma:nue:l 'kant]; 22 апреля 1724, Кёнигсберг, Пруссия[1] — 12 февраля 1804, там же) — немецкий философ, родоначальник немецкой классической философии, стоящий на грани эпох Просвещения и Романтизма. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=43579510>

Метатеоретические проблемы и концепции логики.

Здесь мы снова отметим серьезные проблемы логики, как самостоятельной науки. Все метатеоретические проблемы логики касаются в основном ... математики.

С концепциями³ дело обстоит не лучше.

Метатеоретические проблемы логики⁴

- Непротиворечивость формализованных теорий
- Полнота формализованных теорий
- Разрешимость формализованных теорий
- Независимость аксиом формализованных теорий
- Определимость
- Сравнительный анализ логических теорий

Концепции логики

Концепции логики различаются между собой прежде всего по способам решения метатеоретических проблем логики, связанных с основаниями математики:

- Психологизм
- Логицизм
- Формализм (математика)
- Интуиционизм
- Конструктивная математика
- Консерватизм (логика)

Мы говорим о концептуальных направлениях. Об основах.

Смотрим:

Психологизм.

Психологизм — тенденция в философии и гуманитарном знании к объяснению духовных явлений и идеальных сущностей работой индивидуального или коллективного сознания. Наиболее известны психологистические системы в логике и математике.

Логический психологизм представляет собой точку зрения в логике (или философию логики), согласно которой логические и математические законы укоренены в психологических фактах или законах, происходят из них или объясняются ими. Психологизм в философию математики — это точка зрения, согласно которой понятия и/или истины укоренены в психологических фактах или законах, происходят из них или объясняются ими.

Логицизм

Логицизм — одно из основных направлений математики, ставящее целью обосновать математику путем сведения ее исходных понятий к понятиям логики.

Мысль о сведении математики к логике высказывалась Лейбницием в конце 17 в. Практическое осуществление логицистического тезиса было предпринято в конце 19 — начале 20 вв. в работах Фреге, Уайтхеда и Рассела. Взгляд на математику как на часть логики обусловлен тем, что любую математическую теорему в

³ Концепция, или концепт, (от дат. *conceptio* — понимание, система) — генеральный замысел, руководящая идея. Концепция определяет стратегию действий. Также концепция — система взглядов на явления в мире, в природе, в обществе^[1]. Концепция — это определённый способ понимания (трактовки, восприятия) какого-либо предмета, явления или процесса; основная точка зрения на предмет, руководящая идея для его систематического освещения, комплекс взглядов, связанных между собою и вытекающих один из другого, система путей решения выбранной задачи. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=43077980>

⁴ Металогика — изучение метатеории логики. В то время, как логика представляет собой исследование способов применения логических систем для рассуждения, доказательств и опровержений, металогика исследует свойства самих логических систем.

К области исследований металогики относятся: формальные языки, формальные системы и их интерпретации. Изучение интерпретации формальных систем есть раздел математической логики, известный как теория моделей, изучение дедуктивного аппарата формальной системы является разделом теории доказательств.

Отдельные вопросы металогики были известны со времени Аристотеля, однако только с появлением формальных языков в конце XIX в. и начале XX в. исследование основ логики стало процветающим направлением. В настоящее время металогика и метаматематика часто рассматриваются в качестве синонимов и в академическом образовании изучаются в рамках математической логики. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=33182747>

аксиоматической системе можно рассматривать как некоторое утверждение о логическом следовании. Остается только все встречающиеся в таких утверждениях константы определить через логические термины.

Формализм.

Формализм — один из подходов к философии математики, пытающийся свести проблему оснований математики к изучению формальных систем. Наряду с логицизмом и интуиционизмом считался в XX веке одним из направлений фундаментализма в философии математики.

Интуиционизм

Интуиционизм — система философских и математических идей и методов, связанных с пониманием математики как совокупности «интуитивно убедительных» умственных построений. С точки зрения интуиционизма, основным критерием истинности математического суждения является интуитивная убедительность возможности проведения мысленного эксперимента, связываемого с этим суждением. Поэтому в интуиционистской математике отвергается теоретико-множественный подход к определению математических понятий, а также некоторые способы рассуждения, принятые в классической логике.

Интуиционистская математика является достаточно разработанным направлением, которое достигло многих существенных результатов, в том числе и в таких областях, как теория меры, функциональный анализ, топология, теория дифференциальных уравнений.

Конструктивная математика

Конструктивная математика — абстрактная наука о конструктивных процессах, человеческой способности осуществлять их, и об их результатах — конструктивных объектах.

... Понимание существования объекта как потенциальной осуществимости приводит к тому, что логические законы, действующие в конструктивной математике, оказываются отличными от классических. В частности, теряет универсальную применимость закон исключённого третьего. Действительно, формула $(A \vee (\neg A))$ при конструктивном понимании выражает суждение

«среди формул A и $\neg A$ потенциально осуществима верная»,

однако классический вывод дизъюнкции $(A \vee (\neg A))$ не даёт никакого способа построить её верный член. Аналогичным образом, логическое опровержение предположения, что любой конструктивный объект рассматриваемого вида обладает некоторым свойством T — считающееся в теоретико-множественной математике достаточным основанием признать «существующим» объект со свойством $(\neg T)$ — не может само по себе служить поводом для признания объекта со свойством $(\neg T)$ потенциально осуществимым. Следует заметить, однако, что за такого рода логическими опровержениями всё же признаётся определённая эвристическая ценность (так как они, хотя и не дают никакого способа построения искомого объекта, всё же указывают на осмысленность попыток такого построения). Конструктивные объекты, для которых удалось в рамках классической логики доказать их «существование», принято называть квазиосуществимыми.

Конструктивная логика.

Конструктивная логика — одно из направлений современной логики, изучающее рассуждения о конструктивных объектах и процессах. Конструктивные объекты представляют собой или отдельные, ясно отличаемые друг от друга знаки, или последовательности таких знаков, получаемые посредством некоторого конструктивного процесса, протекающего по четким дискретным правилам. Примером конструктивного объекта могут служить легко отождествляемые и различаемые буквы к.-л. алфавита; конструктивный процесс — построение из них слов по однозначно определенным правилам. В конструктивном процессе используется абстракция потенциальной осуществимости, позволяющая отвлекаться от реальных конструктивных возможностей человека, связанных с ограниченностью его деятельности в пространстве и времени.

...Ограничение рассуждений конструктивными объектами и процессами ведет к отказу от закона исключенного третьего в применении к бесконечным множествам. Отвечаются также закон снятия двойного отрицания (см.: Закон двойного отрицания), закон Клавия, некоторые варианты косвенного доказательства и др.

Термином «К. л.» иногда обозначается интуиционистская логика. Чаще под К. л. понимается логическая теория, совпадающая по классу доказуемых формул с интуиционистской логикой, но не обращающаяся к представлению об «изначальной интуиции» и использующая при задании смысла логических операций понятие алгоритма и некоторые особые положения о конструктивных процессах (А. А. Марков, Н. А. Шанин и др.).

Последний абзац здесь говорит больше чем весь предыдущий текст. Почему концепцию называют логикой не знаю, видимо, так удобнее...

Консерватизм

Сначала нашлись только общие определения:

Консерватизм (франц. *conservatisme*, от лат. *conservo* — охраняю, сохраняю), приверженность ко всему устаревшему, отжившему, косному; враждебность и противодействие прогрессу, всему новому, передовому в общественной жизни, науке, технике, искусстве.

Консерватизм (фр. *conservatisme*, от лат. *conservo* — сохраняю) — идеологическая приверженность традиционным ценностям и порядкам, социальным или религиозным доктринаам. В политике — направление, отстаивающее ценность государственного и общественного порядка, неприятия «радикальных» реформ и экстремизма. Во внешней политике — ставка на укрепление безопасности, применение военной силы, поддержку традиционных союзников, во внешнеэкономических отношениях — протекционизм.

В консерватизме главной ценностью принимается сохранение традиций общества, его институтов, верований и даже «предрассудков».

Вот, почти логическое понимание:

Консерватизм как способ мышления тяготеет к конкретному мышлению: консервативный реформизм занимается отдельными деталями, заменой одних единичных факторов др. единичными факторами («улучшением») и не стремится к изменению системы как целого с целью устранения неудобных фактов.

... Методологически консервативная критика мышления, основанного на идеи естественного права, включала следующие основные моменты: консерваторы заменили разум, на который постоянно ссылались их оппоненты, такими понятиями, как «история», «жизнь», «нация»; дедуктивным наклонностям оппонентов консерваторы противопоставили идею иррационального характера действительности; в ответ на либеральный постулат сущностного сходства индивидов консерваторы выдвинули проблему их радикального различия; либеральному убеждению, что все политические и социальные инновации имеют универсальное применение, консерваторы противопоставили понятие общественного организма.

Механицизм.

Это надо бы упомянуть, как еще одно концептуальное направление, прежде всего, философии:

Механицизм — существовавшие в прошлом метод познания и миропонимание, рассматривающие мир как механизм. В более широком смысле механицизм есть метод сведёния сложных явлений к их физическим причинам; противопоставлялся витализму.

Благодаря успехам физики в XVI-XVIII векам возникло желание перенести физическое миропонимание на другие науки. В качестве единственного метода подлинной науки рассматривалась математика, понимаемая (ввиду её тогдашнего уровня) в основном механистически.

МЕХАНИЦИЗМ (от греч. *mechane*, *machine* — орудие, машина) — теория, в соответствии с которой все явления полностью объяснимы на основе механических принципов; идея, что каждое явление представляет собой результат существования материи, находящейся в движении, и может быть объяснено на основе законов этого движения; теория универсального объяснения посредством действующей причины, противопоставляемой конечной причине, или цели; доктрина, гласящая, что природа, подобно машине, является таким целым, функционирование которого автоматически обеспечивается его частями. В космологии М. впервые был провозглашен Левкиппом и Демокритом, заявлявшими, что природа объяснима с помощью атомов, находящихся в движении, и пустоты. М. поддерживался Г. Галилеем и др. учеными 17 в. Согласно Р. Декарту, сущность материи состоит в протяженности, и все физические явления объяснимы через законы механики. М. в биологии представляет собой утверждение, что любые организмы могут быть полностью объяснены на основе механических принципов; противоположностью М. здесь является витализм.

Там же:

МЕХАНИЦИЗМ — метод познания, основанный на признании механической формы движения материи единственno объективной. В своем конкретном применении механицизм выступает как крайняя форма редукционизма. Для него характерны отрицание качественной специфики более сложных материальных образований, сведение сложного к простым элементам, целого — к сумме его частей. Выдвигая на первый план механические формы движения, механицизм переносит понятия механики в область физики, химии и биологии и в духе механики трактует такие философские категории, как причинность, взаимосвязь и др.

Когда о механизме так критично высказывается ученый 19 века, то это выглядит вполне убедительно, а когда мы читаем это в 21 веке, то убедительность критичного отношения как-то ослабевает. И даже наоборот, возникает понимание того, что именно так и надо подходить к познанию...

Вот определение, вроде бы подтверждающее эту точку зрения:

МЕХАНИЦИЗМ — миропонимание, основанное на убеждении в том, что явление любого уровня сложности может быть описано на языке математической механики, которая рассматривается как универсальный родовой язык науки; или, что то же, — любое научное описание, в принципе, редуцируемо к механическому, обеспечивающему высшую меру точности, строгости и полноты. Как становление М., так и его преодоление в новейшее время связаны с развитием математической физики. На первом этапе (17 в.) на основе введения в описание переменной величины и возникновения аналитической геометрии обнаруживается аналогия между физическими процессами в картезианской геометродинамике и детерминизмом машины, движение любой части которой детерминировано положением и движением др., связанных с данной, частей. Характерное качество такой машиноподобной системы — то, что всякое ее состояние есть следствие предыдущего состояния и причина последующего. Механизм машины распространяется в качестве методологического эвристического принципа, дающего адекватное объяснение; на биологические и психические процессы и даже на сознание.

Автора этого определения можно понять. Принято критиковать, а на достигнутом уровне технического развития это уже почти невозможно. Компьютер поменял отношение к механизму, даже философское...

Да, «... качество ... системы — то, что всякое её состояние есть следствие предыдущего состояния и причина последующего...», теперь мы это знаем точно. Это о компьютере.

Сегодняшнее развитие техники сдвинуло отношение к механизму с критической иронии к утверждению его уже как главного пути в познании истины. На основе математики. По крайней мере, логика находится на этом направлении своего развития. Здесь её метатеоретические проблемы, которые требуют решения, для этого направления разрабатываются и основные концепции развития. Как-то незаметно спутались логика и математика в один клубок общих проблем, уже и не разобрать, где — что...

Составляющие логики.

Теперь попробуем разобраться, с инструментами логики.

Логика, с давно выработанными законами, системой понятий, отработанным перечнем действий, со средних веков была и есть самостоятельная и вполне точная наука. Хотя, можно предположить, что специалисты по математической логике думают наоборот. Для них логика только превращается в точную науку, основанную на строгих математических законах. Посмотрите, как странно переплелись логика и математика в логических законах...

Законы логики.

Как и любая наука, логика начинается с законов. С основы построения системы логического мышления. Вот что нашлось:

- [Закон тождества](#)
- [Закон исключённого третьего](#)
- [Закон противоречия](#)
- [Закон достаточного основания](#)
- [Законы де Моргана](#)
- [Законы дедуктивных умозаключений](#)
- [Закон Клавия](#)
- [Законы деления](#)

Закон тождества.

Закон тождества — закон логики, согласно которому в процессе рассуждения каждое осмысленное выражение (понятие, суждение) должно употребляться в одном и том же смысле. Предпосылкой его выполнимости является возможность различения и отождествления тех объектов, о которых идёт речь в данном рассуждении.^[1] Мысль о предмете должна иметь определённое, устойчивое содержание, сколько бы раз она ни повторялась. Важнейшее свойство мышления — его определенность — выражается данным логическим законом^{[2][3][4][5]}.

Впервые^[3] закон тождества сформулирован Аристотелем в трактате «Метафизика» следующим образом:

«...иметь не одно значение — значит не иметь ни одного значения; если же у слов нет (определенных) значений, тогда утрачена всякая возможность рассуждать друг с другом, а в действительности — и с самим собой; ибо невозможно ничего мыслить, если не мыслить (каждый раз) что-нибудь одно» — Аристотель, "Метафизика"^[6]

Закон исключённого третьего.

Закон исключённого третьего (лат. *tertium non datur*, то есть «третьего не дано») — закон классической логики, состоящий в том, что из двух высказываний — «A» или «не A» — одно обязательно является истинным, то есть два суждения, одно из которых является отрицанием другого, не могут быть одновременно ложными (либо истинными), одно из них необходимо истинно, а другое ложно. **Закон исключённого третьего** является одним из основополагающих принципов «классической математики».

С «интуиционистской» (и, в частности, «конструктивистской») точки зрения, установление истинности высказывания вида «A или не A» означает либо а) установление истинности A, либо б) установление истинности его отрицания $\neg A$. Поскольку, вообще говоря, не существует общего метода, позволяющего для любого высказывания за конечное число шагов установить его истинность или истинность его отрицания, закон исключённого третьего не должен применяться в рамках интуиционистского и конструктивного направлений в математике как аксиома.

Закон непротиворечия (противоречия)

Закон непротиворечия (закон противоречия) — закон логики, который гласит, что два несовместимых (противоречащих либо противоположных) суждения не могут быть одновременно истинными. По крайней мере одно из них необходимо ложно.^[1]

Математическая запись

$$\neg(P \wedge \neg P) = 1,$$

где \wedge — знак конъюнкции, \neg — знак отрицания.

Закон противоречия является фундаментальным логическим законом, на котором построена вся современная математика. Он является тавтологией классической логики, а также большинства неклассических

логик, в том числе интуиционистской логики. Все же, существуют нетривиальные логические системы, в которых он не соблюдается, например логика Клини.

Закон противоречия говорит о том, что если одно суждение что-то утверждает, а другое то же самое отрицает об одном и том же объекте, в одно и то же время и в одном и том же отношении, то они не могут быть одновременно истинными.

Законы де Моргана

Законы де Моргана (правила де Моргана) — логические правила, связывающие пары дуальных логических операторов при помощи логического отрицания.

Законы де Моргана -общее название логических законов, связывающих с помощью отрицания конъюнкцию ("и") и дизъюнкцию ("или"). Названы именем англ. логика XIX в. А. де Моргана.

Один из этих законов можно выразить так: отрицание конъюнкции эквивалентно дизъюнкции отрицаний. Напр.: "Неверно, что завтра будет холодно и завтра будет дождливо, тогда и только тогда, когда завтра не будет холодно или завтра не будет дождливо".

Другой закон: отрицание дизъюнкции эквивалентно конъюнкции отрицаний. Напр.: "Неверно, что ученик знает арифметику или знает геометрию, тогда и только тогда, когда он не знает ни арифметики, ни геометрии".

... На основе этих законов, используя отрицание, связку "и" можно определить через "или", и наоборот: "р и q" означает "Неверно, что не-р или не-q", "р или q" означает "Неверно, что не-р и не-q".

Напр., "Идет дождь и идет снег" означает "Неверно, что нет дождя или нет снега"; "Сегодня холодно или сырьо" означает "Неверно, что сегодня не холодно и не сырьо".

Вот об этом интересная цитата:

«Противоречащая противоположность дизъюнктивного суждения — конъюнктивное суждение, составленное из противоречащих противоположностей частей дизъюнктивного суждения (*The contradictory opposite of a disjunctive proposition is a conjunctive proposition composed of the contradictories of the parts of the disjunctive proposition*)» (Уильям Оккам, *Summa Logicae*).

Мы понимаем, что разговор идет о математической логике, точнее о теоремах алгебры логики.

Закон достаточного основания

Закон достаточного основания — закон логики, который формулируется следующим образом: всякое положение для того, чтобы считаться вполне достоверным, должно быть доказанным, т. е. должны быть известны достаточные основания, в силу которых оно считается истинным.^{[1][2][3][4]} Допустим, что учащийся, слушая рассказ учителя, встречается с рядом неизвестных ему положений. Например, он узнаёт, что древние египтяне имели совершенные музыкальные инструменты, что некоторые ультразвуки убивают простейшие живые организмы, что если в Средней Азии произойдёт землетрясение, то образовавшиеся при этом волны достигнут Москвы через несколько минут. Учащийся вправе сомневаться в истинности этих положений до тех пор, пока они не будут доказаны, объяснены, обоснованы. Как только они будут доказаны, как только будут приведены достаточные основания, подтверждающие их истинность, сомневаться в них уже нельзя. Другими словами: всякое доказанное положение непременно истинно.^[1]

Закон достаточного основания направлен против нелогичного мышления, принимающего на веру ничем не обоснованные суждения, против всякого рода предрассудков и суеверий; он выражает то фундаментальное свойство логической мысли, которое называют обоснованностью или доказанностью. Запрещая принимать что-либо только на веру, этот закон выступает надежной преградой для любого интеллектуального мошенничества. Он является одним из главных принципов науки (в отличие от псевдонауки)^[3].

Закон Клавия.

Закон Клавия — логический закон, характеризующий связь импликации («если, то») и отрицания. Его можно передать так: если из отрицания некоторого высказывания вытекает само это высказывание, то оно является истинным. Или короче: высказывание, вытекающее из своего собственного отрицания, истинно. Иначе говоря: если необходимым условием ложности некоторого высказывания является его истинность, то это высказывание истинно. Напр., если условием того, чтобы машина не работала, является ее работа, то машина работает. Закон назван именем Клавия — ученого иезуита, жившего в XVI в., одного из создателей григорианского календаря. Клавий обратил внимание на этот закон в своем комментарии к «Началам» Евклида. Одну из своих теорем Евклид доказал из допущения, что она является ложной. С использованием символики логической (р — некоторое высказывание; \rightarrow - условная связь, «если, то»; \sim - отрицание, «неверно, что») З. К. представляется формулой: $(\sim p \rightarrow p) \rightarrow p$, если не-р имплицирует р, то верно р. З. К. лежит в основе рекомендации, касающейся доказательства: если хочешь доказать А, выводи А из допущения, что верным является не-А.

Законы дедуктивных умозаключений

Дедукция (лат. *deductio* — выведение) — метод мышления, при котором частное положение логическим путем выводится из общего, вывод по правилам логики; цепь умозаключений (рассуждений), звенья которой (высказывания) связаны отношением логического следования.

Началом (посылками) дедукции являются аксиомы, постулаты или просто гипотезы, имеющие характер общих утверждений («общее»), а концом — следствия из посылок, теоремы («частное»). Если посылки дедукции истинны, то истинны и ее следствия. Дедукция — основное средство доказательства. Противоположно индукции.

Тогда придется тут же рассмотреть и индуктивную логику или то, что чаще называют индукцией.

Индуктивное умозаключение.

Индукция (лат. *inductio* — наведение) — процесс логического вывода на основе перехода от частного положения к общему. Индуктивное умозаключение связывает частные предпосылки с заключением не строго через законы логики, а скорее через некоторые фактические, психологические или математические представления.¹¹

Объективным основанием индуктивного умозаключения является всеобщая связь явлений в природе.

Различают полную индукцию — метод доказательства, при котором утверждение доказывается для конечного числа частных случаев, исчерпывающих все возможности, и неполную индукцию — наблюдения за отдельными частными случаями наводят на гипотезу, которая, конечно, нуждается в доказательстве. Также для доказательств используется метод математической индукции.

... Аристотель указал на особенности индуктивного умозаключения (Аналит. I, кн. 2 § 23, Анал. II, кн. 1 § 23; кн. 2 § 19 etc.). Он определяет его как восхождение от частного к общему. Он отличал полную индукцию от неполной, указал на роль индукции при образовании первых принципов, но не выяснил основы неполной индукции и её права. Он рассматривал её как способ умозаключения, противоположный силлогизму. Силлогизм, по мнению Аристотеля, указывает посредством среднего понятия на принадлежность высшего понятия третьему, а индукция третьим понятием показывает принадлежность высшего среднему.

... Сущность учения Бэкона сводится к тому, что при постепенном обобщении нужно придерживаться известных правил, то есть нужно сделать три обзора всех известных случаев проявления известного свойства у разных предметов: обзор положительных случаев, обзор отрицательных (то есть обзор предметов, сходных с первыми, в которых, однако, исследуемое свойство отсутствует) и обзор случаев, в которых исследуемое свойство проявляется в различных степенях, и отсюда делать уже обобщение («Nov. Org.» LI, aph. 13). По методу Бэкона нельзя сделать нового заключения, не подводя исследуемый предмет под общие суждения, то есть не прибегая к силлогизму.

... Аристотель, Бэкон и Милль представляют собой главные моменты развития учения об И.;

Тут мы видим вполне ощутимые военные действия ...

Надо отметить основное:

Задача логики состоит в том, чтобы указать границы, за пределами которых индуктивный вывод перестаёт быть правомерным, а также вспомогательные приёмы, которыми пользуется исследователь при образовании эмпирических обобщений и законов. Несомненно, что опыт (в смысле эксперимента) и наблюдение служат могущественными орудиями при исследовании фактов, доставляя материал, благодаря которому исследователь может сделать гипотетическое предположение, соответствующее объяснить факты.

Таким же орудием служит и всякое сравнение и аналогия, указывающие на общие черты в явлениях, общность же явлений заставляет предположить, что мы имеем дело и с общими причинами; таким образом, существование явлений, на которое указывает аналогия, само по себе ещё не заключает в себе объяснения явления, но доставляет указание, где следует искать объяснения. Главное отношение явлений, которое имеет в виду И., — отношение причинной связи, которая, подобно самому индуктивному выводу, поконится на тождестве, либо сумме условий, называемая причиной, если она дана в полноте, и есть не что иное, как вызванное причиной следствие. Правомерность индуктивного заключения не подлежит сомнению; однако логика должна строго установить условия, при которых индуктивное заключение может считаться правильным; отсутствие отрицательных инстанций ещё не доказывает правильности заключения. Необходимо, чтобы индуктивное заключение основывалось на возможно большем количестве случаев, чтобы эти случаи были по возможности разнообразны, чтобы они служили типическими представителями всей группы явлений, которых касается заключение, и т. д.

При всём том индуктивные заключения легко ведут к ошибкам, из которых самые обычные происходят от множественности причин и от смешения временного порядка с причинным. В индуктивном исследовании мы всегда имеем дело со следствиями, к которым должно подыскать причины; находка их называется объяснением явления, но известное следствие может быть вызвано целым рядом различных причин; талантливость

индуктивного исследователя в том и заключается, что он постепенно из множества логических возможностей выбирает лишь ту, которая реально возможна.

Ну что же, жестко, но вполне критично и объективно...

Законы деления (дихотомия)

Законы деления (дихотомия⁵) логики созданы для классификации и систематизации разных понятий.

Основные принципы деления:

- деление должно быть соразмерным;
- деление на каждом его этапе должно производиться по одному основанию;
- члены деления должны исключать друг друга, то есть не должны пересекаться;
- деление не должно быть скачкообразным.

Наиболее типичными ошибками при делении объема понятия являются следующие:

- неполное деление объема понятия;
- слишком обширное деление;
- скачок в делении — логическая ошибка, вызванная нарушением правила «деление должно быть непрерывным».

Без комментариев...

Но, как оказалось, этими законами логика не ограничивается.

Продолжим. Материалы взяты [здесь](#):

ЗАКОН КОСВЕННОГО ДОКАЗАТЕЛЬСТВА

Закон косвенного доказательства позволяет заключить об истинности какого-то высказывания на основании того, что отрицание этого высказывания влечет противоречие. Например: «Если из того, что 17 не является простым числом, вытекает как то, что оно делится на число, отличное от самого себя и единицы, так и то, что оно не делится на такое число, то 17 есть простое число».

Символически закон косвенного доказательства записывается так:

$$(\sim A \rightarrow B) \& (\sim A \rightarrow \sim B) \rightarrow A,$$

если (если не- A , то B) и (если не- A , то не- B), то A .

Законом косвенного доказательства обычно называется формула:

$$(\sim A \rightarrow (B \& \sim B)) \rightarrow A,$$

если (если не- A , то B и не- B), то A . К примеру: «Если из того, что 10 не является четным числом, вытекает, что оно делится и не делится на 2, то 10 – четное число».

ЗАКОН ПРИВЕДЕНИЯ К АБСУРДУ

Редукция к абсурду (приведение к нелепости) – это рассуждение, показывающее ошибочность какого-то положения путем выведения из него абсурда, т.е. логического противоречия. Если из высказывания A выводится как высказывание B , так и его отрицание, то верным является отрицание A . Например, из высказывания «Треугольник – это окружность» вытекает с одной стороны то, что треугольник имеет углы (быть треугольником значит иметь три угла), с другой, что у него нет углов (поскольку он окружность); следовательно, верным является не исходное высказывание, а его отрицание «Треугольник не является окружностью».

Закон приведения к абсурду представляется формулой:

$$(A \rightarrow B) \& (A \rightarrow \sim B) \rightarrow \sim A,$$

если (если A , то B) и (если A , то не- B), то не- A

Приведение к нелепости, замечает математик Д. Пойа, имеет некоторое сходство с иронией, любимым приёмом сатирика: ирония принимает определённую точку зрения, подчёркивает её и затем настолько её утирает, что в конце концов приводит к явному абсурду.

Частный закон приведения к абсурду представляется формулой:

$$(A \rightarrow \sim A) \rightarrow \sim A,$$

если (если A , то не- A), то не- A . Например, из положения «Всякое правило имеет исключения», которое само является правилом, вытекает высказывание «Есть правила, не имеющие исключений»» значит, последнее высказывание истинно.

⁵ **Дихотомия** ([греч.](#) διχοτομία: δίχη, «надвое» + τομή, «деление») — раздвоенность, последовательное деление на две части, не связанные между собой. Дихотомическое деление в [математике](#), [философии](#), [логике](#) и [лингвистике](#) является способом образования взаимоисключающих подразделов одного понятия или термина и служит для образования классификации элементов. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=43349533>

ЗАКОНЫ КОНТРАПОЗИЦИИ

Законы контрапозиции говорят о перемене позиций высказываний с помощью отрицания: из условного высказывания «если есть первое, то есть второе» вытекает «если нет второго, то нет и первого», и наоборот.

Символически:

$$(A \rightarrow B) \rightarrow (\sim B \rightarrow \sim A),$$

если дело обстоит так, что если A , то B , то если не— B , то не— A ;

$$(\sim B \rightarrow \sim A) \rightarrow (A \rightarrow B),$$

если дело обстоит так, что если не— B , то не— A , то если A , то B .

К примеру: из высказывания «Если есть следствие, то есть и причина» следует высказывание «Если нет причины, нет и следствия», и из второго высказывания вытекает первое.

К законам контрапозиции обычно относят также законы:

$$(A \rightarrow \sim B) \rightarrow (B \rightarrow \sim A),$$

если дело обстоит так, что если A , то не— B , то если B , то не— A . Например, «Если квадрат не является треугольником, то треугольник не квадрат»;

$$(\sim A \rightarrow B) \rightarrow (\sim B \rightarrow A),$$

если верно, что если не— A , то B , то если не— B то A . К примеру: «Если не являющееся очевидным сомнительно, то не являющееся сомнительным очевидно».

Контрапозиция подобна рокировке в шахматной игре. И подобно тому, как редкая партия проходит без рокировки, так и редкое наше рассуждение обходится без контрапозиции.

ЗАКОН ДВОЙНОГО ОТРИЦАНИЯ

Этим именем называется закон логики, позволяющий отбрасывать двойное отрицание. Этот закон можно сформулировать так: **отрицание отрицания даёт утверждение**, или: **повторенное дважды отрицание даёт утверждение**. Например: «Если неверно, что Вселенная не является бесконечной, то она бесконечна».

Закон двойного отрицания был известен ещё в античности. В частности, древнегреческие философы Зенон Элейский и Горгий излагали его следующим образом: если из отрицания какого-либо высказывания следует противоречие, то имеет место двойное отрицание исходного высказывания, то есть оно само.

В символической форме закон записывается так:

$$\sim \sim A \rightarrow A,$$

если неверно, что не— A , то верно A .

Другой закон логики, говорящий о возможности не снимать, а вводить два отрицания, принято называть **обратным законом двойного отрицания: утверждение влечёт своё двойное отрицание**. Например: «Если Шекспир писал сонеты, то неверно, что он не писал сонеты».

Символически:

$$A \rightarrow \sim \sim A$$

если A , то неверно что не— A .

Объединение этих законов даёт так называемый **полный закон двойного отрицания**:

$$\sim \sim A \leftrightarrow A,$$

неверно, что не— A , если и только если верно A .

Логические правила

Эти правила логики со средневековыми названиями оказываются вполне современными и сегодня рассматриваются как логические законы, но мы все же разделили их.

Материал взят [здесь](#):

Слово «модус» в логике означает разновидность некоторой общей формы рассуждения.

МОДУС ПОНЕНС

«Модус поненс» – термин средневековой логики, обозначающий определённое правило вывода и соответствующий ему логический закон.

Правило вывода модус поненс, обычно называемое *правилом отделения* или *гипотетическим силлогизмом*, позволяет от утверждения условного высказывания и утверждения его основания (антецедента) перейти к утверждению следствия (консеквента) этого

$$\frac{\text{Если } A, \text{ то } B; A}{B}$$

Здесь «если A , то B » и « A » – посылки, « B » – заключение; горизонтальная черта стоит вместо слова «следовательно». Другая запись:

Если A , то B . A . Следовательно, B .

Благодаря этому правилу от посылки «если A , то B », используя посылку « A », мы как бы отделяем заключение « B ».

Например:

Если у человека грипп, он болен.

У человека грипп.

Человек болен.

Это правило постоянно используется в наших рассуждениях. Впервые оно было сформулировано, насколько можно судить, учеником Аристотеля Теофрастом ещё в III в. до н.э.

Соответствующий правилу отделения логический закон формулируется так:

$(A \rightarrow B) \& A \rightarrow B$,

если верно, что если A , то B , и A , то верно B . Например: «Если при дожде трава растёт быстрее и идёт дождь, то трава растёт быстрее».

Рассуждение по правилу модус понёс идёт от утверждения основания истинного условного высказывания к утверждению его следствия. Это логически корректное движение мысли иногда путается со сходным, но логически неправильным её движением от утверждения следствия истинного условного высказывания к утверждению его основания.

Например, правильным является умозаключение:

Если висмут – металл, он проводит электрический ток.

Висмут – металл.

Висмут проводит электрический ток.

Но внешне сходное с ним умозаключение:

Если висмут – металл, он проводит электрический ток.

Висмут проводит электрический ток.

Висмут металл.

логически некорректно.

Рассуждая по последней схеме, можно от истинных посылок прийти к ложному заключению.

Например:

Если человек собирает марки, он коллекционер.

Человек – коллекционер.

Человек собирает марки.

Далеко не все коллекционеры собирают именно марки; из того, что человек коллекционер, нельзя заключать, что он собирает как раз марки. Истинность посылок не гарантирует истинности заключения.

Против смешения правила модус поненс с указанной неправильной схемой предостерегает совет: от подтверждения основания к подтверждению следствия заключать можно, от подтверждения следствия к подтверждению основания – нет.

МОДУС ТОЛЛЕНС

Так средневековые логики называли следующую схему рассуждения:

Если A , то B ; неверно B .

Неверно A .

Другая запись:

Если A , то B . Не- B . Следовательно, не- A .

Эта схема часто называется *принципом фальсификации*: если из какого-то утверждения вытекает следствие, оказывающееся ложным, это означает, что и само утверждение ложно. Посредством схемы от утверждения условного высказывания и отрицания его следствия осуществляется переход к отрицанию основания данного высказывания. Например:

Если гелий – металл, он электропроводен.

Гелий неэлектропроводен.

Гелий – не металл.

МОДУС ПОНЕНДО ТОЛЛЕНС

Этим именем средневековые логики обозначали следующие схемы рассуждения:

Либо A , либо B ; A Либо A , либо B ; B
Неверно B Неверно A

Другая запись:

Либо A , либо B . A . Следовательно, не- B .

Либо A , либо B . B . Следовательно, не- A .

Посредством этих схем от утверждения двух взаимоисключающих альтернатив и установления того, какая из них имеет место, осуществляется переход к отрицанию второй альтернативы: либо первое, либо второе, но не оба вместе; есть первое; значит, нет второго. Например:

Достоевский родился либо в Москве, либо в Петербурге.

Он родился в Москве.

Неверно, что Достоевский родился в Петербурге.

Дизъюнкция, входящая в данную схему, является исключающей, она означает: истинно первое или истинно второе, но не оба вместе. Такое же рассуждение, но с неисключающей дизъюнкцией (первое или второе, но возможно, что и первое, и второе), логически неправильно.

От истинных посылок оно может вести к ложному заключению:

На Южном полюсе был Амундсен или был Скотт.

На Южном полюсе был Амундсен.

Неверно, что там был Скотт.

Обе посылки истинны: и Амундсен, и Скотт достигли Южного полюса, заключение же ложно, Правильным является умозаключение:

На Южном полюсе первым был Амундсен или Скотт.

На этом полюсе первым был Амундсен.

Неверно, что там первым был Скотт.

МОДУС ТОЛЛЕНДО ПОНЕС

Этим термином средневековые логики обозначали *разделительно-категорическое умозаключение*: первое или второе; не первое; значит, второе. Первая посылка умозаключения – разделительное (дизъюнктивное) высказывание, вторая – категорическое высказывание, отрицающее один из членов дизъюнкции; заключением является другой её член:

$$\frac{A \text{ или } B, \text{ неверно } A}{B}$$

Или:

$$\frac{A \text{ или } B, \text{ неверно } B}{A}$$

Другая форма записи:

$A \text{ или } B$. Не- A Следовательно, B .

$A \text{ или } B$. Не- B . Следовательно, A .

Например:

Множество является конечным или оно бесконечно.

Множество не является конечным.

Множество бесконечно.

Иногда эту схему рассуждения именуют *дизъюнктивным силлогизмом*.

С использованием логической символики умозаключение формулируется так:

$$\frac{A \vee B, \sim A}{B}$$

Или:

$$\frac{A \vee B, \sim B}{A}$$

В современной логике модус толлендо поненс называется также *правилом удаления дизъюнкции*. Ему соответствует логический закон:

$(A \vee B) \& \sim A \rightarrow B$,

если A или B и $\sim A$, то B .

Логическая операция.

В Википедии находим:

В логике логическими операциями⁶ называют действия, вследствие которых порождаются новые понятия, возможно с использованием уже существующих. В более узком, формализованном смысле, понятие логической операции используется в математической логике и программировании.

Первую часть формулировки надо взять в рамочку и повесить на стенку, для памяти. Вот это – из логики. Вторая часть к логике отношения не имеет.

Потому, это мы выделим отдельно. По той же причине, это логические операции «от логики»:

Логические операции: определение, классификация, доказательство, опровержение и др. — нередко применяются каждым человеком в его мыслительной деятельности неосознанно и с погрешностями.

Далее будем уже внимательно присматриваться:

Логические операции с понятиями — такие мыслительные действия, результатом которых является изменение содержания или объёма понятий, а также образование новых понятий.

К операциям, которые связаны преимущественно с изменением содержания понятий, относятся:

- отрицание;
- ограничение;
- общение;
- деление.

Вот эти операции снова можно отнести к логике, как самостоятельной науке. И «деление» тут – дихотомия, а не деление «на части». Так надо понимать...

Всё, что дальше – математика:

К операциям, которые связаны преимущественно с объёмами понятий, относятся:

- сложение;
- умножение;
- вычитание.

Данные операции могут быть записаны математически с помощью теории множеств.

Переход же к математической логике связан с понятием суждений и установлением операций над ними с целью получения сложных суждений.

Логическая операция (логический оператор, логическая связка, пропозициональная связка) — операция над высказываниями, позволяющая составлять новые высказывания путем соединения более простых^[1].

В качестве основных обычно называют конъюнкцию (\wedge или &), дизъюнкцию (\vee), импликацию (\rightarrow), отрицание (\neg). В смысле классической логики логические связки могут быть определены через алгебру логики. В асинхронной секвенциальной логике определена логико-динамическая связка в виде операции веньюнкции (\angle).

Теперь посмотрим логические операции:

Определение.

Определение, дефиниция (лат. *definitio* — предел, граница) — логическая процедура придания строго фиксированного смысла терминам языка^[1]. Термин, над которым проводится операция дефиниции, называется дефинитом.

Вот еще одно мнение:

Определение - это логическая операция, раскрывающая содержание понятия посредством его отождествления с другим понятием, содержание и объем которого известны.

⁶ <http://ru.wikipedia.org/?oldid=39255371>

В определении выделяют два основных элемента: *определяемое (definiendum)* и *определяющее (definiens)* понятия.

Правила определения и типичные ошибки

1. **Определение должно быть соразмерным**, т. е. по объему определяемое и определяющее понятия должны быть равны (тождественны).

Типичные ошибки, связанные с нарушением этого правила, следующие:

- Слишком *широкое* определение, когда определяющее понятие по объему оказывается шире, чем определяемое понятие, например, "Гравитация - это взаимодействие двух материальных тел", "Лампа - источник света". В данных определениях определяющие понятия значительно шире по объему, чем определяемые, ибо взаимодействие материальных тел включает в себя не только гравитацию, но и электромагнитные взаимодействия, ядерные взаимодействия, соударения; а источники света - помимо лампы - вообще трудно перечислить из-за их многочисленности, это и электрические фонари, свечи и спички, Солнце и звезды...
 - Слишком *узкое* определение, когда определяющее понятие по объему меньше, чем определяемое понятие, например, "Треугольник есть плоская геометрическая фигура с тремя равными сторонами", это определение исключает из числа треугольников разносторонние треугольники.
 - В одном отношении слишком широкое, а в другом - слишком узкое определение, например, "Бочка есть сосуд для хранения жидкостей". С одной стороны, это слишком широкое определение, так как сосудом для хранения жидкостей может быть и банка, и ведро и т. п.; с другой стороны, это определение является слишком узким, так как бочка пригодна не только для хранения жидкостей, но и твердых тел.
2. **Недопустимость "порочного круга" в определении.** Понятия, входящие в определяющую часть, сами должны определяться без помощи определяемого понятия. Здесь мы впервые встречаемся с "порочным кругом", который проникает во многие логические операции. Например, в определении "Вращение есть движение вокруг своей оси" будет допущена ошибка круга, если понятие "ось" само определяется через понятие "вращение": ось - это прямая, вокруг которой происходит вращение. Частным случаем этой ошибки является тавтология - повторение в определяющей части самого определяемого понятия, например: "Сканер есть прибор, осуществляющий сканирование", "Фильтрование - процесс разделения с помощью фильтра".
 3. **Определение должно быть четким и ясным**, т. е. смысл, содержание всех понятий, входящих в определяющую часть, должен быть ясен и их объемы должны быть достаточно четко ограничены. Требование кажется весьма простым, однако его не всегда легко выполнить, ибо слова нашего естественного языка часто имеют весьма расплывчатые значения и мы порой склонны принимать за определения метафоры, сравнения и иные риторические фигуры. Например, не являются определениями следующие утверждения: "Быстро - мать успеха", "Пехота - царица полей", "Хлеб - всему голова" и т. п., ибо хотя они, может быть, и острумы, однако не раскрывают содержания определяемых понятий.
 4. **Желательно, чтобы определение не было отрицательным.** Определение должно нести информацию, отрицательные же определения содержат ничтожно малую информацию.

Приемы, сходные с определением

Когда трудно или невозможно дать определение мы прибегаем к другим способам разъяснения смысла понятий:

1. **Описание** состоит в перечислении внешних черт предмета с целью нестрогого отличия его от сходных с ним предметов. Описание, как правило, дает чувственно-наглядный образ предмета, включающий как его существенные, так и несущественные черты. В романе "Мастер и Маргарита" М. А. Булгаков так описывает Воланда: "...Ни на какую ногу описываемый не хромал и росту был не маленкого и не громадного, а просто высокого. Что касается зубов, то с левой стороны у него были платиновые коронки, а с правой - золотые... Художественная литература полна таких описаний.
2. **Характеристика** дает перечисление лишь наиболее важных в том или ином отношении признаков предметов и явлений. Почти всем нам знакомы характеристики или рекомендации, выдаваемые школой или учреждением, в которых мы учились или работали. В художественной литературе вместо длинных описаний мы часто встречаем краткие характеристики персонажей, обрисовывающие их одной-двумя чертами.
3. **Сравнение** указывает на сходство предметов, порой неожиданное, и позволяет лучше понять или по-новому осветить их черты и свойства. Этот прием особенно часто используется в поэзии.

В последнем пункте, как мне кажется, автор несколько неточен. Сравнение имеет более высокий статус в иерархии логических действий, чем описание и характеристика. Сравнивая предметы или понятия, мы находим характеристики, создаем описание смысла исследуемых понятий, формируем предпосылки для более четкого определения.

Классификация.

Классификация (классифицирование) (от лат. *classis*- разряд и *facere*-делать) — особый случай применения логической операции деления объема понятия, представляющий собой некоторую совокупность делений (деление некоторого класса на виды, деление этих видов и т.д.). Классификация предназначена для постоянного использования в какой-либо науке или области практической деятельности (например, классификация животных и растений). Обычно в качестве основания деления в классификации выбирают признаки, существенные для данных предметов. В этом случае классификация (называемая естественной) выявляет существенные сходства и различия между предметами и имеет познавательное значение. В других случаях, когда цель классификации состоит лишь в систематизации предметов, в качестве основания выбираются признаки, удобные для этой цели, но несущественные для самих предметов (например, алфавитные каталоги). Такие классификации называют искусственными. Наиболее ценными являются классификации, основанные на познании законов связи между видами, перехода от одного вида к другому в процессе развития (такова, например, классификация химических элементов, созданная Менделеевым). Классификация по существенным признакам называется типологией; она основана на понятии типа, как единицы расчленения изучаемой реальности, конкретной идеальной модели исторически развивающихся объектов (биологические, языковые и т.п. типологии). Всякая классификация является результатом некоторого огрубления действительных граней между видами, ибо они всегда условны и относительны. С развитием знаний происходит уточнение и изменение классификаций.

Доказательство.

Вот это уже чисто логический метод определения истины. Тут будем внимательны.

Сначала дадим наиболее общее определение:

Доказательства вообще — Доказательство (*Demonstratio*) есть выведение истинности какого-либо положения (на основании силлогистических законов) из других положений. Доказывать можно лишь положения (понятия могут быть определяемы, факты — объясняемы и показываемы), и притом не все. Некоторые положения, обладающие самоочевидностью — аксиомы - не могут быть доказаны, а сами служат основанием всякого возможного Д. Иногда характер аксиомы приписывают положениям, которые не обладают самоочевидностью, но пользуются всеобщим признанием (напр. нравственные правила) и потому служат основой Д., хотя с точки зрения логической такое расширение понятия аксиомы недопустимо. Основанием для Д. может служить, кроме аксиом, еще и определение (напр. в юридических науках). Каждый волен дать определение понятия какое ему угодно, лишь бы оно не заключало в себе противоречия, и из него выводить следствия, которые должны считаться доказанными, если вывод сделан логически правильно, истинными же — лишь в той мере, в какой истинно определение, из которого они выведены. Факты сами по себе не могут служить основанием Д. (как, напр., учит Владиславлев в своей логике), а лишь инстанциями, из которых составляется довод в пользу того или иного положения. ...

Теперь сосредоточимся на доказательстве, как методе:

Доказательство — это логическая операция обоснования на истинности утверждения с помощью фактов и других истинных связанных с ним суждений. Познание отдельных фактов, предметов, их свойств происходит посредством форм чувственного познания (ощущений и восприятий) и высказывания вспомогательных суждений и утверждений. Мы видим, что этот дом ещё не достроен, ощущаем вкус горького лекарства и так далее. Эти истины и факты не подлежат особому доказательству, они очевидны. Во многих случаях, например на лекции, в сочинении, в научной работе, в докладе, на защите диссертации и во многих других, приходится доказывать, обосновывать высказанные суждения и утверждения. Доказательность и обоснованность важное качество правильного мышления взрослых людей.

Теория доказательства и опровержения является в современных условиях средством формирования научно обоснованных и юридически грамотных убеждений и утверждений.

Доказательство — это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Доказательство связано с убеждением, но не тождественно ему: доказательства должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны, например, на религиозной вере в догматы церкви, на предрассудках, на неосведомлённости людей в вопросах экономики и политики, на видимости доказательности, основанной на различного рода софизмах.

Вот тут надо бы остановиться и разобраться. Эти два определения доказательства явно направлены в разные стороны и противоречат друг другу. В то же время они даны в одном материале и должны дополнять друг друга. Видимо,... дополняют.

Продолжим там же:

... Доказательства по форме делятся на **прямые** и **(косвенные)**.

Прямое доказательство идет от рассмотрения аргументов к доказательству утверждаемого тезиса, то есть истинность доказательства непосредственно обосновывается аргументами. Широко используется прямое доказательство в статистических отчетах, в различного рода документах, в постановлениях.

Непрямое (Косвенное) доказательство — это доказательство, в котором истинность выдвинутого тезиса обосновывается путём доказательства ложности утверждаемого антитезиса. Оно применяется тогда, когда нет аргументов для прямого доказательства. *Антитезис может быть выражен в одной из двух форм:*

- если тезис обозначить буквой а, то его отрицание (а) будет антитезисом, то есть противоречащим тезису суждением;
- антитезисом для тезиса а в суждении а ... в ... с служат суждения в и с.

В зависимости от этого различия в структуре антитезиса *косвенные доказательства делятся на два вида – апагогическое (доказательство от «противного») и разделительное доказательство (методом исключения)*. Первое осуществляется путем установления ложности противоречащего тезису суждения. Этот метод часто используется в математике. Во втором антитезис является одним из членов разделительного суждения, в котором должны быть обязательно перечислены все возможные альтернативы, например: Преступление совершил либо А, либо Б, либо С. Доказано, что не совершили преступление ни А, ни Б. Следовательно преступление совершил С. Истинность тезиса устанавливается путем последовательного доказательства ложности всех членов разделительного суждения кроме одного.

Таким образом, методы доказательства, применяемые в логике, очень ограничены, но, видимо, вполне достаточны.

Опровержение.

Опровержение — *рассуждение*, направленное против тезиса с целью установления факта его ложности (иногда недоказанности).

Существует несколько приёмов опровержения. Если верным является отрицание тезиса, то вопрос об истинности утверждения отпадает. Распространённым способом является также «опровержение фактом»: вполне достаточно показать одного альбиноса, чтобы дать опровержение того, что "альбиносы не существуют".

Более сложный логический способ опровержения — вывод следствий, которые противоречат истине. Если одно следствие из утверждения ложно, то и само утверждение является ложным.

Ещё один способ — доказательство следствий отрицания тезиса, так как утверждение и его отрицание не могут быть одновременно истинными (впрочем, это допустимо, лишь если действует Закон исключённого третьего).

Опровержение также используется в эвристике. В научной эвристике при выдвижении гипотезы или теории происходит последующая их проверка опытом. Если они опровергаются эмпирическими данными, это показывает ограниченность их применения или ошибочность.

ОПРОВЕРЖЕНИЕ (лат. *refutatio*) — логическая операция, устанавливающая ложность или сомнительность какого-либо тезиса. Опровержение некоторого утверждения является вместе с тем опровержением любого его доказательства, однако опровержение доказательства тезиса не есть свидетельство его ложности. Тезис может быть истинным, а доказательство — ошибочным. Существует несколько способов опровержения тезиса. Наиболее распространенный из них — это опровержение фактами. Др. способ состоит в установлении противоречивости вытекающих из тезиса следствий. Опровержение доказательства показывает, что тезис логически не вытекает из представленных аргументов. Наконец, истинность антитезиса является доказательством ложности выдвинутого тезиса.

Установление эквивалентности.

Эквивалентность сегодня, это понятие сначала математическое, а потом — логическое. И потому, начинать придется с математики.

Я постарался показать отношение к эквивалентности объективно.

Материал дан по Википедии.

Эквивалентия (или **эквивалентность**) — двуместная логическая операция. Обычно обозначается символом \equiv или \leftrightarrow . Задаётся следующей таблицей истинности:

A	B	$A \equiv B$
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Таким образом, высказывание $A \equiv B$ означает « A то же самое, что B », « A эквивалентно B », « A тогда и только тогда, когда B ».

Не надо путать **эквиваленцию** — логическую операцию с эквивалентностью — **бинарным отношением**.

Как мы поняли, в математической логике все логические отношения объектов имеют общее название — **бинарное отношение**:

В математике **бинарным отношением** называется подмножество декартова произведения двух множеств. В частности, бинарным отношением на множестве называется непустое множество упорядоченных пар элементов этого множества.

Бинарные отношения могут обладать различными свойствами, такими как:

Рефлексивность: $\forall x \in M(xRx)$.

Антирефлексивность (иррефлексивность): $\forall x \in M \neg(xRx)$.

Симметричность: $\forall x, y \in M(xRy \rightarrow yRx)$.

Антисимметричность: $\forall x, y \in M(xRy \wedge yRx \Rightarrow x = y)$.

Транзитивность: $\forall x, y, z \in M(xRy \wedge yRz \Rightarrow xRz)$.

Асимметричность: $\forall x, y \in M(xRy \rightarrow \neg(yRx))$. Асимметричность эквивалентна одновременной антирефлексивности и антисимметричности отношения.

Некоторые виды отношений.

1. Рефлексивные отношения

Рефлексивное транзитивное отношение называется отношением квазипорядка.

Рефлексивное симметричное транзитивное отношение называется отношением эквивалентности.

Рефлексивное антисимметричное транзитивное отношение называется отношением (частичного) порядка⁷.

Примеры рефлексивных отношений

отношения эквивалентности:

1. отношение равенства $=$
2. отношение сравнимости по модулю
3. отношение параллельности прямых и плоскостей
4. отношение подобия геометрических фигур;

отношения нестрогого порядка:

1. отношение нестрогого неравенства \leq
2. отношение нестрогого подмножества \subseteq
3. отношение делимости :

2. Антирефлексивные отношения.

Антирефлексивное антисимметричное транзитивное отношение называется отношением строгого порядка.

Полное антисимметричное транзитивное отношение называется отношением линейного порядка.

Антирефлексивное асимметричное отношение называется отношением доминирования.

Примеры антирефлексивных отношений:

1. отношение неравенства \neq
2. отношения строгого порядка:
 - отношение строгого неравенства $<$
 - отношение строгого подмножества \subset
 - отношение перпендикулярности прямых (или ортогональности ненулевых векторов) в геометрии.

Теперь, отношения эквивалентности отдельно:

Отношение эквивалентности (\sim) на множестве X — это бинарное отношение, для которого выполнены следующие условия:

1. Рефлексивность: $a \sim a$ для любого a в X ,
2. Симметричность: если $a \sim b$, то $b \sim a$,
3. Транзитивность: если $a \sim b$ и $b \sim c$, то $a \sim c$.

Запись вида « $a \sim b$ » читается как « a эквивалентно b ».

Классом эквивалентности $C(a)$ элемента a называется подмножество элементов, эквивалентных a . Из вышеприведённого определения немедленно следует, что, если $b \in C(a)$, то $C(a) = C(b)$.

⁷ Отношение порядка <http://ru.wikipedia.org/?oldid=39802183>

- Множество всех классов эквивалентности обозначается X / \sim .
- Для класса эквивалентности элемента a используются следующие обозначения: $[a]$, a / \sim , \bar{a} .
- Множество классов эквивалентности по отношению \sim является разбиением множества.

Примеры отношений эквивалентности

- Равенство (\equiv), тривиальное отношение эквивалентности на любом множестве, в частности, вещественных чисел.
- Сравнение по модулю, ($a \equiv b \pmod{n}$).

В Евклидовой геометрии

- Отношение конгруэнтности⁸ (\cong).
- Отношение подобия (\sim).
- Отношение параллельности прямых (\parallel).
- Эквивалентность функций в математическом анализе:

Говорят, что функция $f(x)$ эквивалентна функции $g(x)$ при $x \rightarrow x_0$ если она допускает представление вида $f(x) = \alpha(x)g(x)$, где $\alpha(x) \rightarrow 1$ при $x \rightarrow x_0$. В этом случае пишут $f(x) \sim g(x)$, напоминая при необходимости, что речь идет о сравнении функций при $x \rightarrow x_0$. Если $g(x) \neq 0$ при $x \neq x_0$, эквивалентность функций $f(x)$ и $g(x)$ при $x \rightarrow x_0$, очевидно, равносильна соотношению $\lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x)}{g(x)} = 1$.

Немного разобрались... или окончательно запутались? Логика сложна в понимании, в том числе и математическая. Если эквивалентность – бинарное отношение⁹, т.е. произведение двух множеств в виде - «истина» или «ложь», то получается, что эквивалентность складывается из эквиваленций:

Логические выражения X и Y эквивалентны в том и только в том случае, когда эквиваленция истинна при всех значениях логических переменных.

Так говорит Википедия.

Но, продолжим...

Отношение толерантности — ослабленная форма эквивалентности.

Отношением толерантности¹⁰ (или просто толерантностью) на множестве X называется бинарное отношение, удовлетворяющее свойствам рефлексивности и симметричности, но не обязательно являющееся транзитивным. Таким образом, отношение эквивалентности является частным случаем толерантности.

В отличие от отношения эквивалентности, дающего разбиение множества элементов, на котором оно определено, на непересекающиеся подмножества, отношение толерантности даёт покрытие этого множества. Отношение толерантности используется, например, также при классификациях информации в базах знаний.¹¹

...На содержательном уровне толерантность означает следующее. Любой объект неразличим сам с собой (свойство рефлексивности), а сходство двух объектов не зависит от того, в каком порядке они сравниваются

⁸ Конгруэнтность (лат. *congruens*, род. падеж *congruentis* — «соразмерный», «соответствующий») — отношение эквивалентности на множестве геометрических фигур (отрезков, углов и т. д.). Вводится либо аксиоматически, как например в системе аксиом Гильберта (здесь конгруэнтность, геометрическое равенство применимо, например, к отрезкам, углам или треугольникам, и обозначается инфиксным символом \cong), либо на основе какой-либо группы преобразований, чаще всего движений. Две фигуры называются конгруэнтными, или равными, если существует изометрия плоскости, которая переводит одну в другую. Например, в евклидовой геометрии две фигуры называются конгруэнтными, если одна из них может быть переведена в другую сдвигом, вращением и зеркальным отображением (или их композицией). <http://ru.wikipedia.org/?oldid=41072774>

⁹ Простейшим и наиболее широко применяемым примером такой алгебраической системы является множество B , состоящее всего из двух элементов: $B = \{ \text{Ложь}, \text{Истина} \}$. Как правило, в математических выражениях Ложь отождествляется с логическим нулём, а Истина — с логической единицей, а операции отрицания (НЕ), конъюнкции (И) и дизъюнкции (ИЛИ) определяются в привычном нам понимании. Легко показать, что на данном множестве B можно задать четыре унарные и шестнадцать бинарных отношений и все они могут быть получены через суперпозицию трёх выбранных операций. Опираясь на этот математический инструментарий, логика высказываний изучает высказывания и предикаты. Также вводятся дополнительные операции, такие как эквивалентность \leftrightarrow («тогда и только тогда, когда»), импликация \rightarrow («следовательно»), сложение по модулю два \oplus («исключающее или»), штрих Шеффера \mid , стрелка Пирса \downarrow и другие. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42797170>

¹⁰ Статья «Отношение толерантности» // Толковый словарь по искусственному интеллекту.
Отношение толерантности // The-Academy.ru

(свойство симметричности). Однако, если один объект сходен с другим, а этот другой — с третьим, то это вовсе не значит, что все три объекта схожи между собой (таким образом, свойство транзитивности может не выполняться).

Отношение толерантности часто используется для описания отношения сходства между реальными объектами, отношений знакомства или дружбы между людьми. Во всех этих случаях свойство транзитивности не предполагается обязательно быть выполненным. В самом деле, Иванов может быть знаком с Петровым, Петров — с Сидоровым, но при этом Иванов и Сидоров могут быть не знакомы между собой.

Толерантным также будет и отношение на множестве слов, при котором оно задаётся как наличие хотя бы одной общей буквы. В этом случае, например, в отношении находятся пересекающиеся слова кроссворда.^[21]

Да, уже совсем непонятно, где кончается математика и начинается логика. Для эквивалентности, во всяком случае...

Сравнение

Вот еще одна логическая операция, которая вроде бы «осталась» в философии, почему-то есть в логике, и, тем более, в математике...

Сравнение — многозначный термин.

- **Сравнение** — процесс количественного или качественного сопоставления разных свойств (сходств, отличий, преимуществ и недостатков) двух объектов.
- **Сравнение** — выяснение, какой из двух объектов лучше в целом («интегральное сопоставление»).
- **Сравнение** (разг.) — утверждение, что данные объекты равны или подобны, приравнивание, уподобление.
- **Сравнение** в ряде социальных наук (психологии, социологии и др.) и в философии — познавательная операция, лежащая в основе суждений о сходстве или различии объектов. С помощью сравнения выявляются качественные и количественные характеристики предметов,^[11] явлений и процессов.
- **Сравнение** в математике. Сравнение формализовано в математике с помощью понятия «отношение».

Над двумя числами можно произвести:

- сравнение на равенство, то есть выяснить равны ли числа;
 - сравнение на неравенство, то есть выяснить, какое из чисел больше.
 - **Сравнение по модулю натурального числа** (сравнение по модулю) в теории чисел — понятие, на котором основана модулярная арифметика, применяющаяся во многих областях науки.
-
- **Сравнение** в стилистике и литературе — фигура речи, в которой происходит уподобление одного предмета или явления другому по какому-либо общему для них признаку.

Сравнение в ряде социальных наук (психологии, социологии и др.) и в философии — 1) научно-философский метод, направленный на способ познания единичного, особенного и всеобщего; играет роль в познании движения и изменения вещей, а также в раскрытии причин отдельных явлений; **является способом классификации и систематизации** предметов и явлений, **необходимой составляющей любого умозаключения**, одним из средств доказательства^[12] 2) предмет исследования конкретных дисциплин (в логике, лингвистике, психологии, социологии и др.). Так, в логике, **сравнение - это установление сходства и различий объектов и явлений действительности**^[2]. В лингвистике, сравнение (компаративность) — это, факт языка — в большинстве случаев — синтаксическая или стилистическая категория, а в более общем смысле — определённое, сформированное в конкретной культуре языковое средство, в котором отразились, в ходе исторического развития, некоторые результаты познавательной деятельности людей^{[3][4]}. В психологии, **сравнение - это одна из ключевых операций осуществляемых человеком при познании окружающего мира, себя самого и других людей, а также в ситуациях решения разнообразных, в частности, когнитивно-коммуникативных задач, находящаяся в зависимости от условий** (контекста), в котором она совершается, которая не может быть понята, вне единства процесса, в ходе которого она осуществляется, результата, к которому приводит и субъекта, который её осуществляет.^[5]

Сравнение лежит в основе любого оценочного суждения; рассматривается в качестве условия процессов субъективного измерения, эмпирического обобщения, категоризации и идентификации объектов и явлений; служит средством формирования представлений человека, элементарных понятий, системы знаний; играет важную роль в мнемических процессах; является одной из важных составляющих процесса познавательного развития.^[6]

Сравнение может рассматриваться как познавательная операция, лежащая в основе суждений о сходстве или различии объектов. С помощью сравнения выявляются качественные и количественные характеристики предметов,^[7] явлений и процессов.

Сравнение в программировании — общее название ряда операций над парами значений одного типа, реализующих математические отношения равенства и порядка. В языках высокого уровня такие операции, чаще всего, возвращают булево значение («истина» или «ложь»). По-разному рассматривается сравнение скалярных (числовых) объектов, указателей, и объектов сложных типов данных.

Логические операторы реализуют следующие математические операции сравнения:

- Проверка на равенство или ($=$) и неравенство (\neq);
- Проверка на строгое неравенство ($<$ и $>$);
- Проверка на нестрогое неравенство (\leq и \geq).

... Даже если аргументы сравнения не представляют собой числовые данные, их сравнение всё равно может быть реализовано, ...

- *Сравнение указателей* — сравнение значений указателей. Равенство указателей означает, что две переменных указывают на один и тот же объект данных (участок памяти).
- *Сравнение содержимого* — сравнение объектов с точки зрения логики на основе знания их содержимого. Например, сравнение строк.

В некоторых языках в качестве эквивалентных также могут рассматриваться значения близкие по смысловой нагрузке, хотя и имеющие разные типы, например, пустая строка, пустой массив, число 0, нулевой (null) указатель, ложь — имеют смысл пустоты, отрицания.

Метод сравнения и механизм его реализации объективен и независим. Например, от нас, и нашей субъективной оценки.

Сравнение позволяет объективно оценить одно качество или свойство двух объектов сравнения. И определить их сходство и различия в отношении этого качества.

Это дает нам в руки важный инструмент этого действия – эквивалент сравнения. Что и на основе чего сравниваем?

И очень важный вывод: Сравнение может быть абсолютным и относительным.

Этот вывод определяется появлением эквивалента сравнения.

Чтобы понять, в чем сходство и различие, надо взять ... что-то и сравнить с ... чем-то. И искать ... что-то. Но, вначале мы должны понять, что именно мы хотим найти и где. И для чего. Если сформулировать это более конкретно, то, необходимо указать *цель, объекты, и систему критериев отбора определителей для нахождения сходств и различий по данному качеству*.

Можно начинать сравнивать. Можно. Начинать, но ..., с чего? И чем все это закончится? Когда сравним.

Кстати, а что значит – сравнить?

Сравнить, это значит – измерить выбранный определитель объекта, и провести операцию наложения результата измерения на сопоставленный ему результат измерения определителя другого объекта для обнаружения действительных отклонений между проведенными измерениями. Узнать направление полученного отклонения. И связать результаты с объектом. А потом, запомнить все это. Объекты, сопоставленные определители, измерения, отклонение, как результат наложения, его направление и связь с объектом...

Это зависит от определителей и методов измерения. И еще от способа сравнения результатов. Но, это мы можем сказать, когда знаем, как и что делать.

Вот тут и выявляются уточнения в формулировании задачи сравнения.

Если мы сравниваем образные параметры – например, форму объекта, то и результат получаем в виде образа.

Сравнить два образа по относительным векторным геометрическим точкам пространства, это задача сложная, но вполне разрешимая. Для человека.

Для клетки такое определение невозможно. Но она вполне четко решает примерно схожую по сложности задачу на уровне молекул химических соединений при их дезактивации. Нам без специальных средств это вряд ли удастся. Вот и сравнили...

Отрицание.

Отрицание в логике — унарная операция над суждениями, результатом которой является суждение (в известном смысле) «противоположное» исходному. Обозначается знаком \neg перед или чертой над суждением. Синоним: **логическое "НЕ"**.

... Как в классической, так и в интуиционистской логике «двойное отрицание» $\neg\neg A$ является следствием суждения A , то есть имеет место тавтология: $A \rightarrow \neg\neg A$.

Обратное утверждение $\neg\neg A \rightarrow A$ верно в классической логике (закон двойного отрицания), но не имеет места в интуиционистской. То есть, отрицание отрицания искомого утверждения не может служить интуиционистским доказательством, в отличие от классической логики. Это различие двух логических систем обычно полагается главным.

Конъюнкция.

Конъюнкция (от лат. conjunctio союз, связь) — логическая операция, по своему применению максимально приближённая к союзу «и». Синонимы: **логическое "И"**, **логическое умножение**, иногда просто **"И"**.

Конъюнкция может быть бинарной операцией, то есть, иметь два операнда, тернарной операцией, т.е. иметь три операнда или n-арной операцией, т.е. иметь n операндов.

Дизъюнкция.

Дизъюнкция — (лат. *disjunctio* - разобщение) логическая операция, по своему применению максимально приближённая к союзу «или» в смысле «или то, или это, или оба сразу». Синонимы: **логическое «ИЛИ»**, **включающее «ИЛИ»**, **логическое сложение**, иногда просто **«ИЛИ»**.

Дизъюнкция может быть бинарной операцией, то есть, иметь два операнда, тернарной операцией, то есть иметь три операнда или n-арной операцией, то есть иметь n операндов.

Импликация.

Импликация (лат. *implicatio* - связь) — бинарная логическая связка, по своему применению приближенная к союзам «если... то...».

Импликация записывается как посылка \Rightarrow следствие; применяются также стрелки другой формы и направленные в другую сторону (остриё всегда указывает на следствие).

Суждение, выражаемое импликацией, выражается также следующими способами:

- Постулата является условием, достаточным для выполнения следствия;
- Следствие является условием, необходимым для истинности посылки.

Ограничение.

Ограничением понятия - называется логическая операция, состоящая в прибавлении к содержанию понятия нового признака, наличие которого в содержании понятия служит его объём. При этом исходное понятие будет родовым, а в результате его ограничения получается видовое понятие. Например, «движение ссудного капитала» - «международный кредит».

Пределом для операции ограничения понятия является единичное понятие, объём которого состоит из одного единственного предмета.

Противоположность данной логической операции является обобщение понятия.

Это первое, что система управления должна определить на основе внешней информации. С этого все и начинается. С граничных условий. Тут еще есть, а тут - уже нет. Тут можно, а там – нельзя.

Граница должна четко определяться. И отделять один логический объект от другого, хотя бы даже на самом нижнем, пока единственно возможном, уровне определения. *На уровне абсолютной противоположности: Есть определитель или его нет.*[1]

Противоположностью по отношению к обобщению понятия является уточнение или детализация или конкретизация понятия, а ограничение относится к объему определения понятия, а не к самому понятию...

Мы пытаемся лингвистическое и логическое понимание совместить с математическим. И, похоже, не очень получается.

Деление понятий.

Деление понятий — это логическая операция, посредством которой объем делимого понятия распределяется по объемам новых понятий, каждое из которых представляет частный случай исходного понятия. Например, расчеты делятся на наличные и безналичные. Понятия разделяются исходя из существенного признака,

который может изменяться по определенному принципу или правилу (например, образование из понятия «торговый баланс» новых понятий, в которых фиксируется то или иное соотношение ввоза и вывоза товаров).

Структура деления:

- Делимое понятие — понятие, в объеме которого необходимо выделить новые понятия.
- Основание деления — признак, по которому будет производиться деление.
- Члены деления — понятия, полученные в результате деления.

Чтобы деление было правильным, необходимо выполнять ряд условий.

- Первое условие состоит в том, чтобы каждое конкретное деление производилось по одному и тому же, общему для новых понятий, основанию (признаку). Например, неверно делить людей на предпринимателей, государственных служащих и красивых мужчин. Если будет нарушено это условие, то произойдет перекрецивание объемов понятий, которые появятся в результате деления.
- Второе условие состоит в том, чтобы деление было соразмерным, то есть чтобы объем делимого понятия был в точности равен сумме объемов членов деления (например, рынок делится на внутренний и внешний). Нарушение этого правила ведет к ошибкам двух видов:
 - неполное деление, когда перечисляются не все виды данного родового понятия;
 - избыточное деление, с лишними членами деления (например, когда сделки делятся на односторонние, многосторонние и недействительные; или пошлины делятся на таможенные, вывозные, ввозные и импортные).
- Третье условие состоит в том, чтобы члены деления исключали друг друга, то есть не имели общих элементов, были соподчиненными понятиями. Например, неверно деление документов на секретные, служебные и поддельные. Это следствие смешения различных оснований деления.
- Четвертое условие — состоит в том, чтобы деление было непрерывным. Нельзя делать скачки в делении. Не верно, если мы скажем: «Торговля делится на оптовую, государственную и частную розничную». Правильным будет разделить торговлю на оптовую и розничную, а затем уже, например, розничную торговлю разделить на государственную и частную.

Деление, свободное от ошибок, — дело нелегкое. Оно осуществимо, если признак, по которому производится распределение рода на виды, точен и отчетлив, а все возможные изменения признаков легко обозримы и могут быть установлены исчерпывающим образом.

С практической точки зрения наиболее существенными можно считать следующие виды делений.

1. Деление понятия по видоизменению признака
2. Дихотомия
3. Классификация
4. Типология

Обобщение.

Обобщение понятий — логическая операция, посредством которой в результате исключения видового признака получается другое понятие более широкого объема, но менее конкретного содержания; форма приращения знания путем мысленного перехода от частного к общему в некоторой модели мира, что обычно соответствует и переходу на более высокую ступень абстракции^[1].

Нам надо бы напомнить, что:

Индукция (лат. *inductio* — наведение) — процесс логического вывода на основе перехода от частного положения к общему. Индуктивное умозаключение связывает частные предпосылки с заключением не строго через законы логики, а скорее через некоторые фактические, психологические или математические представления.^[1]

Объективным основанием индуктивного умозаключения является всеобщая связь явлений в природе.

Различают полную индукцию — метод доказательства, при котором утверждение доказывается для конечного числа частных случаев, исчерпывающих все возможности, и неполную индукцию — наблюдения за отдельными частными случаями наводят на гипотезу, которая, конечно, нуждается в доказательстве. Также для доказательств используется метод математической индукции.

Неполнная индукция — метод обобщения признаков некоторых элементов для всего множества, в который они входят. Неполная индукция не является доказательной с точки зрения формальной логики, может привести к ошибочным заключениям. Вместе с тем, неполная индукция является основным способом получения новых знаний. Доказательная сила неполной индукции ограничена, заключение носит вероятностный характер, требует приведения дополнительного доказательства.

Материал взят из [1]. Как мы уже говорили, это вторая сторона формализации понимания. Обратная детализации по качествам. На основе *сходства*, или *унификации* качественного признака. Группирование объектов в одно множество с целью его идентификации, как *единичного объекта* сложного состава.

По этой причине в формируемое множество могут попадать совершенно разные понятия и объекты. Их объединяет *качественный признак*, определяющий сходство или унификацию понимания основы данного множества.

Обобщение является основным механизмом уравнивания в процессе установления эквивалентности объектов сравнения на основе соединения их в одно множество на основе объединяющего качества.

В механистической логике это основной путь логического обоснования эквивалентности сравниваемых логических объектов (действий, качеств) и установления между ними логической связи. Получаемые логические связи служат основой для создания образа объекта в памяти системы. Да и самой памяти...

Детализация

Детализация, как форма логического обоснования, применима к поиску и усилению различий сравниваемых объектов, действий и качеств с целью получения максимальной точности в оценке отличий в рамках локальной логической системы.

Собственно, весь процесс сравнения построен на получении максимального количества сходства и различий одного и того же качества сравниваемых объектов.

В этом смысле есть некоторое сходство детализации с *ограничением и классификацией*, логическими операциями, показанными выше. Но, сравните, *классификация* исходно имеет несколько значений, непонятно, какое мы можем применить здесь?

Ограничение в логическом понимании так изменило смысл, что перестало быть «границей» между чем-то и чем-то, перестало «ограничивать». Надо бы вернуть ограничению его исходный смысл...

Необходимость логического действия *детализации свойств и качеств* вытекает из обоснования *индивидуальности*¹¹ любого *единичного объекта*. Это тем более важно, если объектов – много. Их просто необходимо *различать*. На основе *любого* найденного различия в качествах. От большого и, может быть, очевидного для нас, но не для простейшей логической системы управления. Она не понимает очевидности. Для неё это просто отличие, добавляющее в образ индивидуальности для конкретного исследуемого объекта еще один аргумент логического обоснования этого.

Детализация позволяет получить логический путь уточнения и индивидуализации построения ассоциативных связей для образа конкретного логического объекта в памяти.

С другой стороны, детализация служит основой для построения последующего пути обобщения качеств объекта, для фиксации его в системе классификации групповых свойств, как обобщающих факторов построения основных ступеней иерархии логических понятий системы управления.

По этой причине детализация представляет собой достаточно сложную систему действий и понятий.

Копирование.

Это единственный общий метод первичного накопления, передачи и применения информации самообучающихся логических систем. Таких, как клетка.

Копирование – получение противоположности с эталона или образца. Подробнее о противоположности мы узнаем чуть позже.

¹¹ **Индивидуальность** (от [лат. *individuum*](#) — неделимое, особь) — совокупность характерных особенностей и свойств, отличающих одного индивида от другого; своеобразие [психики](#) и личности индивида, неповторимость, уникальность. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=40033042>

Для начала копирования необходимо иметь свой доступный для копирования *образец*. И технологию. Точный порядок действий. А также – цель. Что и для чего...

Механизм копирования отработан на уровне клетки. Например, копирование ДНК. Это программа жесткого копирования, она выполняется в шаговом режиме, по частям. Контроль качества не предусмотрен, и потому - только строго по технологии.

Конечно, очень желательно при этом обладать умением сравнения копии с образцом для получения достоверного результата. И тем более желательно проверить полученную копию на пригодность.

Ошибки, и тут, конечно случаются. От них, в конечном итоге, все разнообразие Живого. С другой стороны, при такой технологии ошибки маловероятны. Общий уровень надежности такого способа копирования позволяет поддерживать отдельный вид миллионы лет.

Если внимательно приглядеться к этой технологии копирования, можно заметить, что процесс «прямого шагового копирования по образцу» имеет очень интересную технологическую особенность. Общая технология включает в себя не одну операцию копирования, а две. *Две одинаковые операции копирования – получение копии через противоположность образца*.

Сначала с образца снимается его противоположная временная копия, затем такая же копия, но уже постоянная снимается с временной. Например, это ДНК, иРНК итРНК.

Такой способ в полном объеме применен в фотографии. Получение готовой копии на листе бумаги идет через получение негатива на временной копии – пленке. Две операции, в общем случае совершенно одинаковые. Сначала, с объекта съемки на пленке получают его противоположность – негатив. Затем, с пленки на бумаге получают уже противоположность негатива – позитив. И получается прямая копия изображения объекта.

Копирование через противоположность – простой и очень эффективный способ копирования.

И еще один вид копирования – *создание функциональных противоположностей копий*. Копия должна уничтожить оригинал. Для чего? Кушать хочется, и защищаться надо, а может и нападать..., тоже. Вариантов хватает.

Особое место в вариантах функционального копирования занимает копирование по информационным эталонам. Здесь главным вариантом копирования является синтез белков из аминокислот по информации триплетов ДНК. Это цепочка процесса синтеза: ДНК, РНК, белок.

Общность получения прямой копии через противоположность очевидна.

Задача копирования с таким вариантом разнообразием простой быть не может.

Аксиома.

Аксиома (др.-греч. ἀξίωμα — утверждение, положение), **постулат** — утверждение, принимаемое истинным без доказательств, и которое в последующем служит «фундаментом» для построения доказательств в рамках какой-либо теории, дисциплины и т. д.

Аксиоматизация теории — явное указание конечного или счтного, рекурсивно перечислимого (как, например, в аксиоматике Пеано) набора аксиом и правил вывода. После того как даны названия изучаемым объектам и их основным отношениям, а также аксиомы, которым эти отношения должны подчиняться, всё дальнейшее изложение должно основываться исключительно лишь на этих аксиомах, не опираясь на обычное конкретное значение этих объектов и их отношений. Утверждения на основе аксиом называются теоремами. С формальной точки зрения, сами аксиомы также входят в число теорем.

Примеры различных, но равносильных наборов аксиом можно встретить в математической логике и Евклидовской геометрии.

Набор аксиом называется непротиворечивым, если из аксиом набора, пользуясь правилами логики, нельзя прийти к противоречию, то есть доказать одновременно и некое утверждение и его отрицание. Аксиомы являются своего рода «точками отсчета» для построения теорий в любой науке, при этом сами они не доказываются, а выводятся непосредственно из эмпирического наблюдения (опыта) или обосновываются в более глубокой теории.

Последний абзац в данном определении очень важен. Он выводит аксиому из под монополии математики. Аксиомы, это «точки отсчета» в любой науке.

Но посмотрим с другой стороны, математической, со стороны формализма¹²:

Формально-аксиоматические теории, построенные на основе классической логики, имеет смысл рассматривать лишь при отсутствии в них противоречий, поскольку в противном случае «доказанным» оказывается любое суждение теории. Если в такой формальной системе удаётся доказать логическую ложь то она находится противоречивой и «выбраковывается», что обесценивает любые доказанные в рамках данной системы теоремы. Разумеется, математиков волновал вопрос, можно ли каким-то образом доказать непротиворечивость теории. К досаде формалистов, было показано, что вопрос о противоречивости теории не имеет адекватного разрешения внутри любой из употребительных в математике формальных систем.

Математика вносит в логику свои механизмы. И свои проблемы. С одной стороны математика формализуют и упрощают процесс отражения своими средствами, а с другой – ставит вопрос о математической непротиворечивости аксиом логики. Аксиомы и должны быть базой логического доказательства. Вот на этом и закончим.

Понятие.

Начнем с формулировки учебника [28]:

Понятие - простейшая логическая форма мысли, отражающая предметы и явления в их общих существенных признаках.

Признаком называют все то, в чем предметы могут быть сходны между собой, или чем они друг от друга отличаются. Например, ворона летает и муха летает, способность летать - это тот признак, относительно которого ворона и муха похожи, и по этому признаку они отличаются от коровы, которая летать не может.

Вот интересное мнение:

В процессе познания мира человек опирается на данные своих ощущений, однако его разум обладает способностью усматривать (?) в конкретных вещах и процессах; так мы приходим к возникновению понятий, которые выступают абстракциями реальных предметов и событий. Следует отметить принципиально понятийный характер нашего мышления, ибо понятие есть: 1) итог мыслительного процесса, 2) начало дальнейшего процесса мышления, когда, прибегая к операциям и законам логики, мы можем сделать выводы без обращения к конкретным вещам.

Теперь заглянем в Википедию:

Понятие — отображённое в мышлении единство существенных свойств, связей и отношений предметов или явлений; мысль или система мыслей, выделяющая и обобщающая предметы некоторого класса по определённым общим и в совокупности специфических для них признаков.

Понятие есть результат применения категории к восприятию. Отсюда понятие в его отвлеченности противостоит конкретности восприятия. Также понятие противостоит слову, которое можно трактовать как знак понятия^[1].

Понятия суть «сокращения, в которых мы охватываем, сообразно их общим свойствам, множество различных чувственно воспринимаемых вещей» (Ф. Энгельс)^[2], а также нечувственных объектов, таких как другие понятия. Понятие не только выделяет общее, но и расчленяет предметы, их свойства и отношения, классифицируя последние в соответствии с их различиями. Так, понятие «человек» отражает и существенно общее (то, что свойственно всем людям), и отличие любого человека от всего прочего.

В русских философских словарях XVIII века (см. Антиох Кантемир и Григорий Теплов) термин понятие сближался с идеей.

Уточняем понимание по другому источнику:

Понятие – это форма мышления; это мысль о предмете, выражающая его существенные признаки.

Следовательно, основой образования понятий служат выявленные (абстрагированные) признаки предметов, выраженные в обобщенном виде, т.е. без указания на конкретные черты того предмета, в котором мы усмотрели общее, что свойственно множеству предметов.

¹² <http://ru.wikipedia.org/?oldid=34403462>

Предметом мысли может быть любая вещь, явление, процесс реальной действительности, а также представление об этих предметах, образы нашей фантазии и проч.

Мысли о свойствах и отношениях предметов называются признаками. Признаки предмета, т.о., определяют признаки самого понятия. Признаки могут быть определены также как черты сходства или различия предметов. Сходные признаки называются общими – в них выражается тождество предметов в определенном отношении. Признаки, которыми предметы отличаются друг от друга, называются отличительными.

И далее об образовании понятий:

Образование понятий связано с определенными действиями мышления, которые позволяют установить общие признаки у предметов, выделив в них существенные и несущественные признаки, создать из выделенных существенных признаков определенное единство.

Эти методы следующие:

- **анализ**, т.е. мысленное расчленение содержания предмета на составляющие его свойства, признаки;
- **сравнение**, т.е. установление сходства и различия между предметами;
- **синтез** – мысленное соединение признаков, свойств предмета, отражаемых содержанием понятия;
- **абстрагирование** – выделение единства признаков, составляющих содержание понятия, из всей совокупности признаков предметов;
- **общение**. Этот метод предполагает связь с абстрагированием (отвлечением) и по сути является единым двусторонним процессом.

И снова уточнение:

Содержание понятия составляют все его элементы, которые могут быть выделены в качестве отдельных понятий. **Объем** понятия есть все другие понятия, для которых оно служит признаком, главной их частью. Первое можно обозначить символом А, тогда второе будет выглядеть как Аа, Ав, Ас, Ад... Если наш символ А (содержание), допустим, означает понятие «государство», то другие символы (Аа, Ав, Ас...) (объем) будут означать «рабовладельческое государство», «феодальное государство», «буржуазное государство», «тоталитарное государство», «демократическое государство» и т.д. Нетрудно заметить, что А выступает подчиняющим (родовым), а Аа, Ав, Ас... - подчиненными понятиями.

Из сказанного следует, что если признается наличие объема понятия А, то это значит, что должно признаваться наличие понятий, для каждого из которых оно является частью содержания. Отсутствие их означает отсутствие и самого понятия А, так как понятий без объема не бывает. Это можно понять так, что каждому понятию всегда соответствует реальный предмет.

... Каково же отношение между объемом и содержанием понятия? Из приведенных выше рассуждений мы можем заключить, что если содержание понятия А находится в содержании понятия В, то В находится в объеме понятия А. И наоборот, если понятие В содержитя в объеме понятия А, то последнее составляет часть содержания первого. Содержание и объем понятия, таким образом, находятся в обратном отношении.

Закон обратного отношения между объемом и содержанием понятий имеет силу только для тех понятий, одно из которых является родовым (подчиняющим), а другое видовым (подчиненным).

Из другого источника уточняем:

Закон обратного отношения между объёмом и содержанием понятия : если первое понятие шире второго по объёму, то оно беднее его по содержанию; если же первое понятие уже второго по объему, то оно богаче его по содержанию. Закон говорит о том, что объемы и содержания понятий находятся в тесной обратной взаимозависимости.

Определение понятия.

Надо бы добавить:

Чтобы успешно оперировать понятиями, человек должен прежде всего уяснить их содержание. Оно не обнаруживается непосредственно в выражающем его слове. Установить содержание понятия, или раскрыть его возможно посредством **определения** (definitio).

Определить понятие – значит раскрыть существенные признаки его содержания. Это, однако, будет означать и установление существенных признаков самого предмета мысли, материального или идеального. Значит, прежде всего необходимо изучить сам предмет мысли, его свойства и отношения, и определение понятия будет итогом познавательного процесса. Но так как сам предмет не является застывшим в своем существовании, он изменяется во времени, то будет меняться и наше знание о предмете. Поэтому с течением времени содержание понятия может измениться.

Во всяком определении различают **определеняемое** понятие и **определяющее**, посредством которого данное понятие определяется. Содержание определяемого понятия включает общие и отличительные признаки; если они носят характер родо-видовых признаков, тогда применяется типичный формально-логический способ определения *через ближайший род и видовое отличие*. При этом перечисляются не все признаки определяемого понятия, а только родовой и видовые признаки.

Ах, да, [вот еще что](#):

Как уже было сказано, во всяком сложном понятии содержание состоит из одной главной части и из одной или многих частей, которые называются побочными. Например, «тело, образованное вращением круга вокруг одного из своих диаметров» главной частью является «тело», а побочной – «образованное вращением круга вокруг одного из своих диаметров». Если удалить из содержания понятия побочную часть, то ее логическая связь с главной частью будет устранена. В результате получится два понятия: **абстрактное** понятие x , т.е. то, которое отвлечено, и **конкретное** понятие A – то, от которого отвлечено другое. По отношению к самим выделяемым признакам удаление последних из содержания сложного понятия называется **отвлечением**, или абстрагированием, а по отношению к оставшейся части понятия – **обобщением**. Оставшаяся часть после отвлечения от понятия каких-либо признаков представляет собой **конкретное понятие**. При последовательном отвлечении от понятия A за каждого раз соответственно будет осуществляться переход ко все более общим понятиям A_1 , A_2 , A_3 . Например, отвлекая от понятия «человек» признаки «быть способным к ощущению», «быть одушевленным», мы получим соответственно понятия «животное», «организм». Пределом обобщения понятий являются философские категории «бытие», «сознание», «причинность», «необходимость», «случайность», «количество», «качество» и т.д. В рамках одной науки пределом обобщения являются категории этой науки.

Противоположной обобщению логической операции является **ограничение**. Если отвлечение в качестве следствия имеет уменьшение содержания понятия, то ограничение снова вводит в содержание понятия те признаки, которые были отняты у него в результате отвлечения. От общего понятия A мы переходим через ограничение постепенно к понятиям A_1 , A_2 , A_3 и т.д. От понятия «плоская геометрическая фигура» путем прибавления соответствующих признаков мы переходим к понятиям «четырехсторонняя фигура», «параллелограмм», «квадрат». Пределом ограничения являются понятия об отдельных предметах, индивидуумах, содержание которых уже не может быть увеличено путем прибавления каких-либо признаков.

Правила определения понятий в логике.

Правила определения понятий в логике. Соблюдение данных правил является обязательным во избежание совершения логических ошибок. Эти правила следующие:

1. **Определение должно быть соразмерным**, т.е. объем определяемого понятия должен совпадать с объемом определяющего, они должны быть равнозначащими понятиями. Эта соразмерность легко проверяется через перестановку мест членов определительного суждения. Приведем примеры. «Наука о законах и формах правильного мышления есть логика». Если переставить местами это логическое уравнение, то можно обнаружить тождество, как и в первом случае. Иное дело, когда мы прибегнем к таким примерам: «Молодой человек, обладающий дипломом, есть специалист». Если переставить местами определяемое и определяющее, то можно заметить, что понятие «специалист» шире понятия «молодой человек с дипломом». Значит, в этом случае данное правило нарушено.

2. **Нельзя допускать круга в определении**, т.е. когда определяющее само разъясняется через определяемое понятие. Нарушение этого правила ведет к логической ошибке – **тавтологии**. Вот некоторые примеры тавтологии: «Преступник – это человек, совершивший преступление»; «Сравнительная аналогия» (из газеты «Телегород», № 21, 2003). Здесь видно, что определяющее понятие повторяет сказанное в определяемом, не раскрывая его значения. Во избежание этой ошибки нужно помнить, что определяемое и определяющее понятия равны по объему, но не тождественны по своему содержанию, представляют самостоятельные понятия.

3. **Определение не должно быть только отрицательным**. Ведь целью определения является ответ на вопрос: чем является данный предмет, отраженный в понятии. Для этого необходимо выявить и перечислить в утвердительной форме его существенные признаки. Отрицательное определение отмечает лишь отсутствующие признаки, т.е. указывает, чем не является данный предмет. Однако негативный момент в составе определяющего понятия иногда необходим, он более четко выделяет предмет нашей мысли. Например, понятие «невидимый мир» не дает позитивного представления об этом мире, но подчеркивает сам предмет, который отображен в понятии.

4. **Определение должно быть кратким, точным и ясным.** Слишком многословное определение выходит за рамки своего назначения и грозит превратиться в простое описание. В определении надо избегать двусмысленных, расплывчатых терминов, которые можно толковать по-разному. Нечеткое определение ведет к непониманию предмета, к смутным представлениям и путанице.

Точность определения предполагает его однозначность на протяжении всего рассуждения (выступления перед аудиторией, письменного текста, процесса и вывода). Этого требует логический закон тождества. В практике нередко возникает необходимость изменить определение, но при этом обязательно должна быть сделана специальная оговорка. Ясность определения зависит от его краткости и точности.

Теперь осталось в соответствии с этими правилами дать определение понятия, например, «снег».

Что-то не очень получается. Вернее, совсем не получается.

О формировании понятий.

Формирование понятий (образование понятий) — усвоение или выработка человеком новых для него понятий на основе опыта.

Формирование понятий — это переход от единичных вещей и явлений, данных в чувственном опыте, к обобщению этого опыта в понятиях, фиксирующих существенные признаки этих вещей и явлений. Вещи даны в ощущениях и восприятиях, понятиями же оперирует мышление; вещи чувственны, а понятия представляют собой нечувственные сущности, доступные лишь разуму. Как заполняется этот по видимости непреодолимый разрыв между единичным и всеобщим, таким образом возникновение понятий, столь отличных по своей природе от вещей, вообще возможно и как именно протекает этот процесс, каковы его механизмы, — всё это составляет одну из сложнейших проблем теории познания.

Формирование понятий изучается философией и психологией. Если философия занимается общетеоретическими вопросами — объяснением связи между единичным и всеобщим, то психология сосредоточивает внимание на вопросе о том, как именно происходит выявление признаков, составляющих некоторое понятие (класс), и правил, связывающих эти признаки.

Суждение.

Суждение в Википедии:

Суждение — форма мышления, в которой что-либо утверждается или отрицается о предмете, его свойствах или отношениях между предметами. Виды суждений и отношения между ними изучаются в философской логике.

В формальной и математической логике суждениям соответствуют высказывания.

Раскроем понимание суждения по другому источнику:

Мысль, выраженная в форме понятия, сама по себе ещё не есть процесс мышления. Для инициализации мыслительного процесса необходима элементарная логическая форма, какой является **суждение**. В суждении выражается отношение между двумя и более понятиями; устанавливается такое отношение, мы и осуществляляем элементарный мыслительный акт.

Такая форма мышления посредством которой, сочетая понятия, что-либо утверждают или отрицают о реальных вещах и явлениях, называют суждением.

Если понятия отражают совокупность существенных признаков предмета, то суждения отражают отдельные отношения между предметами и их признаками. Причём, эти отношения выражаются путём утверждения или отрицания. Таким образом, суждение придаёт человеческой мысли законченную форму.

Суждения как форма мышления в языке закрепляется и передаётся другим людям с помощью предложения. Например, понятие «Киев» принимаем форму предложения, когда мы утверждаем что его как «Киев – столица Украины»; это и есть мысль, выраженная в форме логического суждения.

Суждение – это такая логическая форма, которая может быть истинной или ложной; установление того или другого и являются задачей логики.

Но, мне кажется, очень неплохо сказано здесь [29]:

Суждение - это форма мышления, в которой утверждается или отрицается связь между предметом и его признаком или отношение между предметами.

Любое суждение может быть расценено как истинное (соответствующее действительности) или ложное

Языковой формой суждения является повествовательное предложение (косвенно суждение содержит и риторический вопрос, поскольку он по смыслу является утверждением или отрицанием). Предложения в других грамматических формах (собственно вопросительные, побудительные и т.д.) непосредственно суждениями не являются, поскольку ничего не утверждают и не отрицают.

Полная структура **простого суждения** включает четыре элемента:

- **субъект (S)** - понятие, отражающее сам предмет мысли, то, о чём что-то говорится;

- **предикат (P)** - понятие, отражающее то, что именно говорится о предмете (его свойство или соотношение с другими объектами);
- **связка** (в языковой форме выражается словами "есть/не есть", "суть/не суть, "является/не является" и т.п., либо вообще только подразумевается). Отражает наличие /отсутствие определенной связи субъекта и предиката;
- **квантор (всеобщности (\forall))** - "все", "каждый", "ни один... не" ("все ... не") и т. п.; **существования (\exists)** - "некоторые", "многие", "часть" и т. п.; **единственности существования ($\exists!$)** - "этот", "данный" и т. п.), отражающий количественную характеристику суждения.

Символическая структура простого суждения выражается формулой: $(K)S-P$, где $\langle K \rangle$ - некоторый квантор, а $\langle - \rangle$ - связка (если квантор отсутствует в явном виде, то суждение формально неопределено по количеству, хотя эту характеристику обычно можно установить по смыслу).

Далее мы смотрим материал снова по Википедии:

Простые суждения — суждения, составными частями которых являются понятия. Простое суждение можно разложить только на понятия.

Сложные суждения — суждения, составными частями которых являются простые суждения или их сочетания. Сложное суждение может рассматриваться как образование из нескольких исходных суждений, соединенных в рамках данного сложного суждения логическими союзами (связками). От того, при помощи какого союза связываются простые суждения, зависит логическая особенность сложного суждения.

Состав простого суждения

Простое (атрибутивное) суждение — это суждение о принадлежности предметам свойств (атрибутов), а также суждения об отсутствии у предметов каких-либо свойств. В атрибутивном суждении могут быть выделены термины суждения — субъект, предикат, связка, квантор.

Субъект суждения — это мысль о каком-то предмете, понятие о предмете суждения (логическое подлежащее).

Предикат суждения — мысль об известной части содержания предмета, которое рассматривается в суждении (логическое сказуемое).

Логическая связка — мысль об отношении между предметом и выделенной частью его содержания (иногда только подразумевается).

Квантор — указывает, относится ли суждение ко всему объёму понятия, выражающего субъект, или только к его части: «некоторые», «все» и т. п. Квантор — общее название для логических операций, ограничивающих область истинности какого-либо предиката.

Состав сложного суждения

Сложные суждения состоят из ряда простых («Человек не стремится к тому, во что не верит, и любой энтузиазм, не подкрепляясь реальными достижениями, постепенно угасает»), каждое из которых в математической логике обозначается латинскими буквами (A, B, C, D... a, b, c, d...). В зависимости от способа образования различают конъюнктивные, дизъюнктивные, импликационные, эквивалентные и отрицательные суждения.

Дизъюнктивные суждения образуются с помощью разделительных (дизъюнктивных) логических связок (аналогичных союзу «или»). Подобно простым разделительным суждениям, они бывают:

нестрогими (нестрогоя дизъюнкция), члены которой допускают совместное сосуществование («то ли..., то ли...»). Записывается как $a \vee b$;

строгими (строгая дизъюнкция), члены которой исключают друг друга (либо одно, либо другое). Записывается как $a \vee\! b$.

Импликационные суждения образуются с помощью импликации, (эквивалентно союзу «если ..., то»). Записывается как $a \rightarrow b$ или $a b$. В естественном языке союз «если ..., то» иногда является синонимом союза «а» («Погода изменилась и, если вчера было пасмурно, то сегодня не одной тучи») и, в таком случае, означает конъюнкцию.

Вот по этому вопросу интересный материал немного с другой стороны:

Импликативное суждение по-русски называется условное суждение.

Условным называется суждение, полученное из любых двух других суждений посредством логического союза «если..., то». В условном суждении «Если A, то B» составляющая A называется основанием или антecedентом¹³, а составляющая B – следствием или консеквентом¹⁴.

¹³ **Антecedент** (лат. antecedent) — в буквальном смысле «предшествующее».

Логический союз «Если..., то» не следует путать с грамматическим союзом. Обычно этот союз выражает причинную или иную какую – либо связь следования методу А и В. Логический же союз «если..., то», как и все вышеописанные союзы, может следить любые суждения и не требует содержательной связи между ними.

Условное суждение «Если А, то В» является **функцией истинности** составляющих А и В и **его истинность или ложность зависит не от их смысла, а лишь от их истинности или ложности**. Существует следующая семантическая зависимость: **условное суждение ложно, тогда, когда его основание истинно, а следует ложно, и истинно во всех остальных случаях**.

Это видно из таблицы:

A	B	Если A, то B
Истинно	Истинно	Истинно
Истинно	Ложно	Ложно
Ложно	Истинно	Истинно
Ложно	Ложно	Ложно

Таким образом получается, что **импликантивное суждение истинно, если истинны антecedент и консеквент, независимо от их содержания**. Например, с логической точки зрения будет истинным такое суждение: «если дважды два четыре, то снег бел», хотя по содержанию оно бессмысленно. Истинными с точки зрения содержания логики оказывается все условные суждения с ложным антecedентом, например такие: «Если дважды два четыре, то снег бел» и «Если дважды два равно пяти, то снег чёрен», что с точки зрения содержания не имеет смысла. **Ложно с логической точки зрения условное суждение в одном случае: когда антecedент истинный, а консеквент ложный**. Например: «Если дважды два равно четырём, то снег чёрен» является ложным. Это соответствует содержательному представлению о том, что **условное суждение не может быть истинным, если при истинном основании обнаруживается, что у него ложное следствие**.

Я выделил наиболее важные части текста.

Читаем и стараемся понять, каким образом можно вычислить значение функции, если неизвестна исходная истинность или ложность составляющих А и В?

Вот это и является самым слабым местом всей логики. К этому мы еще вернемся...

Но, продолжим по основному вопросу, составу сложного суждения:

Конъюнктивные суждения образуются с помощью логических связок сочетания или **конъюнкции** (эквивалентно запятой или союзам «и», «а», «но», «да», «хотя», «который», «зато» и другим). Записывается как $a \wedge b$.

Эквивалентные суждения указывают на **тождественность** частей суждения друг другу (проводят между ними знак равенства). Помимо определений, поясняющих какой-либо термин, могут быть представлены суждениями, соединенными союзами «если только», «необходимо», «достаточно» (например: «Чтобы число делилось на 3, достаточно, чтобы сумма цифр, его составляющих, делилась на 3»). Записывается как $a \equiv b$, $a \leftrightarrow b$, ab (у разных математиков по-разному, хотя математический знак тождества всё-таки \equiv).

Отрицательные суждения строятся с помощью связок **отрицания** «не». Записываются либо как $a \sim b$, либо как $a b$ (при внутреннем отрицании типа «машина не роскошь»), а также с помощью черты над всем суждением при внешнем отрицании (опровержении): «не верно, что ...» ($\neg a$).

Классификация простых суждений

По качеству

Утвердительные — S есть P. Пример: «Люди пристрастны к самим себе».

Отрицательные — S не есть P. Пример: «Люди не поддаются лести».

По объёму

Общие — суждения, которые справедливы относительно всего **объёма понятия** (Все S есть P). Пример: «Все растения живут».

На языке старых философов, особенно у логиков Кантовской школы, в их учении о суждениях, заключениях и доказательствах антecedент означает отчасти логическое подлежащее в его отношении к сказуемому, отчасти причину в отношении к следствию. Антecedентом называются вообще предшествовавшие события, поскольку они помогают уяснению настоящего. В этом смысле говорят, например, об антecedенте какого-нибудь лица, желая этим выразить, что прежний его образ действий дает основания ожидать от него того-то или другого^[1]. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42261621>

^[1] Консеквент (лат. consequent) — в буквальном смысле «следствие», «вывод», «результат».

На языке старых философов, особенно у логиков Кантовской школы, в их учении о суждениях, заключениях и доказательствах консеквент означает в его отношении к сказуемому следствие в отношении к причине. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42261688>

Частные — суждения, которые справедливы относительно части объема понятия (Некоторые S суть P). Пример: «Некоторые растения суть хвойные».

По отношению

Категорические — суждения, в которых сказуемое утверждается относительно субъекта без ограничений во времени, в пространстве или обстоятельствах; безусловное суждение (S есть P). Пример: «Все люди смертны».

Условные — суждения, в которых сказуемое ограничивает отношение каким-либо условием (Если A есть B, то C есть D). Пример: «Если дождь пойдет, то почва будет мокрая». Для условных суждений:

Основание — это (предыдущее) суждение, которое содержит условие.

Следствие — это (последующее) суждение, которое содержит следствие.



A - общеутвердительные
E - общеотрицательные
I - частноутвердительные
O - частноотрицательные

Логический квадрат, описывающий отношения между категорическими суждениями

По отношению между подлежащим и сказуемым

Субъект и предикат суждения могут быть *распределены* (индекс «+») или *не распределены* (индекс «-»).

Распределено — когда в суждении подлежащее (S) или сказуемое (P) берется в полном объеме.

Не распределено — когда в суждении подлежащее (S) или сказуемое (P) берется не в полном объеме.

Суждения А (обще-утвердительные суждения) Распределяет свое подлежащее (S), но не распределяет свое сказуемое (P)

Объем подлежащего (S) меньше объема сказуемого (P)

Прим.: «Все рыбы суть позвоночные»

Объемы подлежащего и сказуемого совпадают

Прим.: «Все квадраты суть параллелограммы с равными сторонами и равными углами»

Суждения Е (обще-отрицательные суждения) Распределяет как подлежащее (S), так и сказуемое (P)

В этом суждении мы отрицаем всякое совпадение между подлежащим и сказуемым

Прим.: «Ни одно насекомое не есть позвоночное»

Суждения I (частно-утвердительные суждения) Ни подлежащие (S), ни сказуемые (P) не распределены

Часть класса подлежащего входит в класс сказуемого.

Прим.: «Некоторые книги полезны»

Прим.: «Некоторые животные суть Позвоночные»

Суждения О (частно-отрицательные суждения) Распределяет свое сказуемое (P), но не распределяет свое подлежащее (S). В этих суждениях мы обращаем внимание на то, что есть несовпадающего между ними (заштрихованная область)

Прим.: «Некоторые животные не суть позвоночные (S)»

Прим.: «Некоторые змеи не имеют ядовитых зубов (S)»

Общая классификация:

общеутвердительные (А) — одновременно общие и утвердительные («*Все S₊ суть P₊*»)

частноутвердительное (И) — частное и утвердительное («*Некоторые S₊ суть P₊*») Прим: «Некоторые люди имеют черный цвет кожи»

общеотрицательное (Е) — общее и отрицательные («*Ни один S₊ не суть P₊*») Прим: «Ни один человек не всеведущ»

частноотрицательное (О) — частное и отрицательное («*Некоторые S₋ не суть P₊*») Прим: «Некоторые люди не имеют черного цвета кожи»

таблица распределения подлежащего и сказуемого

		Подлежащее (S)	Сказуемое (P)
о-у	A	распределено	нераспределено
о-о	E	распределено	распределено
ч-у	I	нераспределено	нераспределено
ч-о	O	нераспределено	распределено

Другие

Разделительные -

- 1) S есть или A, или B, или C
- 2) или A, или B, или C есть P когда в суждении остается место неопределенности

Условно-разделительные суждения -

Если A есть B, то C есть D или E есть F

если есть A, то есть a, или b, или с Прим: « Если кто желает получить высшее образование, то он должен учиться или в университете, или в институте, или в академии»

Суждения тождества — понятия субъекта и предиката имеют один и тот же объём. Пример: «Всякий равносторонний треугольник есть равноугольный треугольник».

Суждения подчинения — понятие с менее широким объёмом подчиняется понятию с более широким объёмом. Пример: «Собака есть домашнее животное».

Суждения отношения — именно пространства, времени, отношения. Пример: «Дом находится на улице».

Экзистенциальные суждения или *суждения существования* — это такие суждения, которые приписывают только лишь существование.

Аналитические суждения — суждения, в которых мы относительно субъекта высказываем нечто такое, что в нём уже содержится.

Синтетические суждения — суждения, расширяющие познание. В них не раскрывается содержание подлежащего, а присоединяется нечто новое.

Модальность суждений

Разрабатывая теорию высказывания, швейцарский лингвист Шарль Балли¹⁵ отметил, что в высказывании можно выделить два элемента: основное содержание и индивидуальную оценку излагаемых фактов. Балли позаимствовал термины диктум (лат. *dictum* — слово, выражение) и модус (лат. *modus* — способ) из схоластики и использовал их для обозначения объективной и субъективной части суждения.

Модальности

Модальные понятия, или *модальности*¹⁶ — понятия, выражающие контекстную рамку суждения: время суждения, место суждения, знание о суждении, отношение говорящего к суждению.

Вот еще одно определение, из философии:

Модальность (лат. *modus* — способ, вид) — способ, вид бытия или события; категории модальности: возможность, действительность, необходимость; модальный — обусловленный обстоятельствами; модальный анализ — исследование модальности; используется в логике, психологии, лингвистике, программировании, музыке и др.

На стыке философии и психологии модальность чаще всего означает: элемент некоего конечного множества, или экземпляр некоего класса. Так, можно встретить выражения «модальности внутреннего опыта» (визуальная, аудиальная и тактильная).

модальность... ничего не прибавляет к содержанию суждения... а касается только значения связки по отношению к мышлению вообще^[11]

Михаил Эпштейн предложил делить модальности на три вида:

- бытийные или онтические
- познавательные или эпистемические
- чистые или потенционные^[2]

Модальности разделяются:

- *Алетические* (от древнегр. *alethinos* — истинный).
- *Деонтические* (древнегр. *deon*, *deontos* — должное, необходимое). Логику деонтических модальностей разработал финский философ Георг фон Вригт^[17].

¹⁵ <http://ru.wikipedia.org/?oldid=41042388>

¹⁶ Модальность (от ср.лат. *modalis* — модальный, лат. *modus* — мера, способ) — семантическая категория, выражающая отношение говорящего к содержанию его высказывания, целевую установку речи, отношение содержания высказывания к действительности. Модальность является языковой универсалитетом, принадлежит к числу основных категорий естественного языка. Понятие модальность пришло из классической формальной логики, откуда лингвистика заимствовала и другие понятия. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=41042388>

¹⁷ Георг Хенрик фон Вригт ([фин.](#) Georg Henrik von Wright, 14 июня 1916 — 16 июня 2003) — выдающийся финский философ и логик. С 1968 по 1970 возглавлял Академию Наук Финляндии. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=34343080>

- *Аксиологические* (древнегр. *axios* — ценность). Аксиологическую логику разработал русский философ А.А. Ивин¹⁸.
- *Эпистемические* (древнегр. *episteme* — знание). Эпистемическую логику разработал Яакко Хинтика¹⁹.
- *Временные.*
- *Пространственные.*

В зависимости от модальности выделяются следующие основные виды суждений:

Суждения возможности — «*S, вероятно, есть P*» (*возможность*). Пример: «Возможно падение метеорита на Землю».

Ассерторические — «*S есть P*» (*действительность*). Пример: «Киев стоит на Днепре».

Аподиктические — «*S необходимо должно быть P*» (*необходимость*). Пример: «Две прямые линии не могут замыкать пространства».

Силлогизм.

Определение силлогизма. Мы рассмотрели непосредственные умозаключения, теперь перейдём к рассмотрению посредственных умозаключений и из них прежде всего рассмотрим дедуктивные умозаключения. Дедуктивные «умозаключения принимают формы **силлогизма**. Силлогизм есть такая форма умозаключения, в которой из двух суждений необходимо вытекает третье, причём одно из двух данных суждений является общее-утвердительным или общее-отрицательным. Силлогизм, таким образом, представляет собой умозаключение от общего. Полученное суждение ни в коем случае не будет более общим, чем суждения, из которых оно выводится.

СИЛЛОГИЗМ - (греч.), форма дедуктивного умозаключения, в которой из двух высказываний (*посылок*) субъектно-предикатной структуры следует новое высказывание (*заключение*) той же логич. структуры. Обычно С. наз. категорич. С., СИЛЛОГИЗМ (от греч. *sillogismos*) — опосредованное умозаключение **силлогистики**.

СИЛЛОГИСТИКА (от греч. — *выводящий умозаключение; дедуктивный*), теория дедуктивного вывода, оперирующая высказываниями субъектно-предикатной структуры: *S есть P* (*где S — логич. подлежащее, или субъект, P — логич. сказуемое, или предикат*). В С. выясняются общие условия, при которых из одного, двух или более высказываний — посылок указанной структуры — с необходимостью следует некоторое новое высказывание — заключение, а также условия, при которых такое следование не имеет места. В случае следования заключения лишь из одной посылки имеется непосредств. силлогистич. вывод; в случае следования заключения из двух посылок — собственно силлогизм; в случае следования заключения из многих досылок — полисиллогизм, или сорит. Традиционно одна из осн. задач С. состояла в выяснении того, какие модусы каждой из четырёх фигур силлогизма являются правильными умозаключениями, а какие неправильными. В связи с этим были сформулированы как общие правила силлогизма, так и специальные правила фигур, а также предложены графич. интерпретации силлогистич. умозаключений, служащие средством наглядного их обоснования или опровержения.

СИЛЛОГИСТИКА (от греч. *syllogisticos* — рассчитываю, считаю) — логическая теория дедуктивных рассуждений, в которой исследуются логические связи между категорическими атрибутивными высказываниями. С. была построена Аристотелем.

Простой категорический силлогизм (греч. *συλλογισμός*) — рассуждение мысли, состоящее из трёх простых атрибутивных высказываний: двух посылок и одного заключения. Постановки силлогизма разделяются на большую (которая содержит предикат заключения) и меньшую (которая содержит субъект заключения). По

¹⁸ **Александр Архипович Ивин** (2 января 1939, с. Покровское Ростовской области) — специалист в области логики, философии науки, теории аргументации, философии истории. Окончил философский факультет МГУ (1965), аспирантуру ИФ АН СССР (1968). Преподавал на философском факультете МГУ, в Московском историко-архивном институте; в 1979—1985 — с.н.с. ИНИОН. С 1985 работает в ИФ АН СССР (ныне РАН), ведущий научный сотрудник. Официальный представитель в России Европейской ассоциации аналитической философии^{[1][2]}(англ. European Society for Analytic Philosophy, ESAP) (1991—1996).

Ивин в 1968 изложил первую логическую теорию абсолютных оценок (логику понятий «хорошо», «безразлично», «плохо»), на ее основе построил логику утилитарных оценок («является ценным для достижения указанной цели»). В дальнейшем показал, что стандартная логика норм (*деонтическая логика*) может быть сведена к логике абсолютных оценок. Ввел общее понятие *ценности*, охватывающее ценности всех видов и идущее в параллель классическому определению истины: добро есть соответствие объекта высказанной о нем идеи, своему стандарту. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=38316229>

¹⁹ **Каарло Яакко Юхани Хинтика** (фин. *Kaarle Jaakko Juhani Hintikka*; 12 января 1929, Вантаа) — финский философ. Его считают экспертом в различных областях математической логики, теории игр, философии математики, эпистемологии, философии науки, метафизики, кроме того, в разных других философских специализациях и сопутствующих исторических вопросах, среди которых, теории Аристотеля, Рене Декарта и Людвига Витгенштейна. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=38958679>

положению среднего термина силлогизмы делятся на фигуры, а последние по логической форме посылок и заключения — на модусы.

Каким-то образом суждение пересекается с силлогизмом в части «рассуждения мысли». Силлогизм состоит из двух посылок и одного заключения. Это стандартная форма. Но, не будем торопиться с выводами. И продолжим о силлогизме...

Простой категорический силлогизм (ПКС) - это дедуктивное умозаключение, в котором из двух категорических суждений выводится новое категорическое суждение.[29]

Структура простого категорического силлогизма

В силлогизм входит ровно три термина:

S — меньший термин: субъект заключения (входит также в меньшую посылку);

P — больший термин: предикат заключения (входит также в большую посылку);

M — средний термин: входит в обе посылки, но не входит в заключение.

Подлежащие S (субъект) — то, относительно чего мы высказываем (делится на два вида):

1. Определенное: Единичное, Частное, Множественное

- Единичные [суждения] — в которых подлежащее является индивидуальным понятием. Прим: «Ньютон открыл закон тяготения»
- Частное суждение — в котором подлежащим суждения является понятие, взятое в части своего объема. Прим: «Некоторые S суть P»
- Множественное суждение — это те, в которых несколько подлежащих классовых понятий. Прим: «насекомые, пауки, раки есть членистоногие»

2. Неопределенное. Прим: «светает», «больно» и т. п.

Сказуемое P (предикат) — то, что мы высказываем (2 вида суждений):

- Повествовательные — это суждение относительно событий, состояний, процессов или деятельности скоропроходящих. Прим: «Роза в саду цветет».
- Описательные — когда одному или многим предметам приписывается какое-нибудь свойство. Субъектом всегда является определенная вещь. Прим: «Огонь горяч», «снег бел».

Отношение между подлежащим и сказуемым:

1. Суждения тождества — понятия субъекта и предиката имеют один и тот же объем. Прим: «всякий равносторонний треугольник есть равноугольный треугольник»
2. Суждения подчинения — понятия с менее широким объемом подчиняется понятию с более широким объемом. Прим: «Собака есть домашнее животное»
3. Суждения отношения — именно пространства, времени, отношения. Прим: «Дом находится на улице»

При определении отношения между подлежащим и сказуемым важна четкая формализация терминов, поскольку бездомная собака хоть и не является домашней с точки зрения проживания в доме, все равно относится к классу домашних животных с точки зрения принадлежности по социально-биологическому признаку. То есть следует понимать, что «домашнее животное» по социально-биологической классификации в отдельных случаях может быть «недомашним животным» с точки зрения места обитания, то есть с социально-бытовой точки зрения.

Обратим внимание на появление суждения. Суждение здесь имеет понимание предложения, выражающего законченную мысль. И мы говорим о частях предложения.

Классификация простых атрибутивных высказываний по качеству и количеству

По качеству и количеству различают четыре вида простых атрибутивных высказываний:

- A — от лат. affirmo — Общие («Все люди смертны»)
- I — от лат. affirmo — Частноутвердительные («Некоторые люди — студенты»)
- E — от лат. nego — Общеотрицательные («Ни один из китов не рыба»)
- O — от лат. nego — Частноотрицательные («Некоторые люди не являются студентами»)

Примечание. Для условного буквенного обозначения высказываний используются гласные из латинских слов affirmo (я утверждаю, говорю - да) и nego (я отрицаю, говорю - нет).

Единичные высказывания (такие, в которых субъект является единичным термином) приравниваются к общим.

А здесь в качестве базового понятия используется уже высказывание.

Распределенность терминов в простых атрибутивных высказываниях

Субъект всегда распределен в общем высказывании и никогда не распределен в частном высказывании.

Предикат всегда распределен в отрицательных суждениях, в утвердительных он распределен тогда, когда по объему $P \leq S$.

В качестве предиката, в некоторых случаях, может выступать субъект.

Теперь мы видим и высказывание и суждение. Автор четко разделяет их. Понять бы – как?

Правила простого категорического силлогизма

- Средний термин должен быть распределён хотя бы в одной из посылок.
- Термин, не распределённый в посылке, не должен быть распределён в заключении.
- Число отрицательных посылок должно быть равно числу отрицательных заключений.
- В каждом силлогизме должно быть только три термина.

Фигуры и модусы

Фигурами силлогизма называются формы силлогизма, отличающиеся расположением среднего термина в посылках:

	Фигура 1	Фигура 2	Фигура 3	Фигура 4
Большая посылка:	M—P	P—M	M—P	P—M
Меньшая посылка:	S—M	S—M	M—S	M—S
Заключение:	S—P	S—P	S—P	S—P

Каждой фигуре отвечают модусы — формы силлогизма, различающиеся количеством и качеством посылок и заключения. Модусы изучались ещё средневековыми школами, и для правильных модусов каждой фигуры были придуманы mnemonicеские имена:

Фигура 1	Фигура 2	Фигура 3	Фигура 4
Barbara	Cesare	Darapti	Bramantip
Celarent	Camestres	Disamis	Camenes
Darii	Festino	Datisi	Dimaris
Ferio	Baroco	Felapton	Fesapo
		Bocardo	Fresison
		Ferison	

...Силлогизм преобладал в логике до XIX века и имел ограниченное приложение в частности из-за привязки к категорическому силлогизму. Заменой силлогизму служит более простая и мощная логика первого порядка, а также теория кванторов.

Рассуждение. Умозаключение.

Теперь мы точно научимся рассуждать логично.

Рассуждение — ряд мыслей, суждений, умозаключений на какую-нибудь тему, изложенных в логически последовательной форме.

Рассуждение в логике

Рассуждение, в логике имеет двоякое значение — общее и специальное.

В общем значении рассуждением называется деятельность рассудка; иногда рассуждение является синонимом понятия мышления.

В специальном значении понятие рассуждение используется для обозначения анализа, умственного взвешивания доводов в пользу какого-либо положения, причём предполагается, что эти доводы излагаются связно и методично, так что могут служить достаточным основанием для вывода доказываемого положения.

Определение умозаключения.

Теперь мы рассмотрим умозаключение, или рассуждение, которое представляет собой наиболее совершенное логическое построение. Умозаключение получается из суждений, и именно таким образом, что и в двух или больше суждений с необходимостью выводится новое суждение. Это последнее обстоятельство, именно выведение **нового** суждения, особенно характерно для процесса умозаключения.

Итак, умозаключение есть вывод суждения из других суждений, которые в таком случае называются посылками или предпосылками (praemissae). Вообще умозаключение является результатом сопоставления ряда посылок. Но есть вид умозаключений, основывающихся на одной посылке; это так называемые умозаключения в несобственном смысле, или умозаключения непосредственные. Например, у меня есть суждение: «ни один металл не есть сложное тело»; имея такое суждение, я могу сделать вывод, что «ни одно сложное тело не есть металл». Это есть непосредственное умозаключение. Умозаключение это есть потому, что, допустив одно суждение, мы из него выводим другое.

В зависимости от числа посылок умозаключения делятся на две группы: 1) умозаключения в несобственном смысле, или непосредственные умозаключения; 2) умозаключения в собственном смысле. К этой последней группе относятся следующие виды умозаключений: 1) **индукция**, 2) **дедукция**, 3) **аналогия и т. п.**

Далее из материалов [29]:

Умозаключение - форма мышления, посредством которой из одного и более суждений выводится новое суждение.

Истинность и правильность мысли.

Истинность заключения обусловлена двумя факторами: во-первых, истинностью посылок, во-вторых, формальной правильностью связи между посылками - правильной формой соответствующего умозаключения.

Истинным является мышление, адекватно отражающее фрагмент действительности, а "правильным" называется мышление, не нарушающее правил и законов формальной логики.

Структура умозаключения

Любое умозаключение состоит из посылок и заключения или вывода из посылок.

Посылки - это исходные суждения, а заключение - новое суждение.

При выявлении логической формы умозаключения посылки и заключение принято записывать столбиком. Посылки отделяются от заключения горизонтальной чертой. Над ней записываются посылки, а под ней - заключение.

Традиционный древнегреческий силлогизм:

[посылка] Все люди - смертны.

[посылка] Все греки - люди.

[заключение] Следовательно, все греки смертны

Логическим основанием выведения нового суждения является смысловая связь посылок. Они состоят из суждений, состоящих из одинаковых терминов, т. е. связанных по содержанию. Если взять разные по содержанию суждения, то вывод из них невозможен. Например, из суждений "Все планеты - небесные тела" и "Ручка - канцелярский прибор" нельзя сделать заключение. Ни в действительности, ни логически они не связаны.

Если взять разные по содержанию суждения, то вывод из них невозможен. Например, из суждений "Все планеты - небесные тела" и "Ручка - канцелярский прибор" нельзя сделать заключение. Ни в действительности, ни логически они не связаны.

В зависимости от последовательности движения мысли и логической обоснованности выводного суждения умозаключения делятся на виды:

1. **дедуктивные:** от более общего знания к менее общему; заключение с логической необходимостью вытекает из посылок, оно ими обосновано полностью и однозначно;
2. **индуктивные:** от менее общего знания к более общему; заключение имеет чаще всего вероятностный характер;
3. **умозаключения по аналогии:** от частного знания к частному; заключение носит вероятностный характер.

Дедуктивные умозаключения дают чисто формальные выводы, т.е. по существу лишь раскрывают в новой форме информацию, изначально заложенную в посылках.

Индуктивные выводы и аналогии уступают дедукции в точности, но имеют преимущество в том, что только в них появляется принципиально новое знание.

Высказывание.

Логическое высказывание — упрощение термина «Суждение» из формальной логики, используется в математической логике. Высказыванием является повествовательное предложение, которое формализует некоторое выражение мысли. Это утверждение, которому всегда можно поставить в соответствие одно из двух логических значений: ложь (0, ложно, false) или истина (1, истинно, true). Логическое высказывание принято обозначать заглавными латинскими буквами.

Высказывательной формой называется логическое высказывание, в котором один из объектов заменён переменной. При подстановке вместо переменной какого-либо значения высказывательная форма превращается в высказывание. Пример: $A(x) = \text{«В городе } x \text{ идет дождь.»}$ A — высказывательная форма, x — объект.

Высказывание обычно имеет только одно логическое значение. Так, например, «Париж — столица Франции» — высказывание, а предложение «На улице идет дождь» высказыванием не является. Аналогично, « $5 > 3$ » — высказывание, а выражение « $2+3$ » — нет. Как правило, высказывания обозначают маленькими латинскими буквами.

Можно надеяться, что все сразу всё поняли...

Логическое высказывание, это из формальной логики, используется в математической логике в форме повествовательного предложения..., но высказывательной формой не является... и далее по тексту. У меня комментариев нет.

Надо разобраться...

Мы только чуть коснулись некоторых основных составных частей логики, даже не углубляясь в их конкретику. И сразу наткнулись на видимые противоречия.

Оказывается...

Из понятий составляются суждения. Из суждений формируются рассуждения (умозаключения) в форме силлогизмов (стандартных форм) где и выводятся новые суждения, как заключения.

Для этого нам и нужны законы, правила и операции.

Вот это — логика. Та, что вышла из философии..., та, которая — о «правильном мышлении», та, в которой язык общения является определяющим фактором.

Тогда, в какой логике: «ДА и НЕТ не говорите», «А и Б сидели на трубе...»?

Видимо, в другой, в формальной...

Зачем мы пытаемся понять, что такое - логика, её составляющие, их понимание с разных сторон? Чтобы понять, где кончается одна логика и начинается другая. И чем они различаются.

Но с разными логиками мы еще будем разбираться далее, а пока постараемся понять главное: Если начать устанавливать общность логических законов мышления для всего Живого, то мы сначала должны снизить уровень человеческой логики до общего животного уровня, а потом выделить отдельный человеческий уровень. И будет ли он выше остальных, еще неизвестно.

Это никак не входит в задачу философии обоснования человеческой логики. Человек - царь Природы, а не один из многих. Человеческая логика должна быть единственной и неповторимой. Такую логику человек создавал веками. И создал.

Но, теперь оказалось, что такая уникальная человеческая логика требует формализации, для выделения из неё автоматических, математических суждений и формул. Иначе наши машины не понимают. Мы уточняем, формализуем уникальное человеческое понятие до автоматического. Для всех. От человека до машины.

Правда, формализация, это, чаще всего и есть – обобщение, абстрагирование от частностей, приведение к общему пониманию.

Но, все обобщения и абстракции являются философскими инструментами познания. И потому, все основные понятия мы находим в философии. Странно?

Чтобы понять, почему основные понятия логики остались в философии, посмотрим определение философии:

Философия (φιλία — любовь, стремление, жажда + σοφία — мудрость → др.-греч. φιλόσοφος (дословно: любовь к мудрости)) — дисциплина, изучающая наиболее общие существенные характеристики и фундаментальные принципы реальности (бытия) и познания, бытия человека, отношения человека и мира^{[1][2][3]}. Философия обычно описывается как одна из форм мировоззрения^[4], одна из форм человеческой деятельности, особый способ познания^[2], теория^[5] или наука^[6].

...Философия включает в себя такие различные дисциплины, как логика, метафизика, онтология, эпистемология, эстетика, этика и др., ...

...Фундаментальным методом философии является построение умозаключений, оценивающих те или иные аргументы, касающиеся подобных вопросов. Между тем, точных границ и единой методологии философии не существует. Споры идут и по поводу того, что считать философией, и само определение философии различно в многочисленных философских школах.

Логика должна была развиваться как нормативная и методологическая база философии, она должна была формировать методики обоснования истинности или ложности конструкций из суждений в философском рассуждении. Так и было до определенного момента. Но, если фундаментальным в философии является логический метод доказательства, то такое доказательство уже сложно назвать только логическим.

Не трудно догадаться, что это и стало основой противоречия между логикой и философией в оценке «правильного мышления». По этой причине основные понятия системного мышления «потерялись» между логикой и философией.

Потому, что и та, и другая наука считает их своими, но закрепить это окончательно не может. Вполне объективно, между прочим. На полноправное использование понятий не хватает достаточных аргументов, в том числе и исторических. Философия родилась раньше, а логика, хоть и использовала эти понятия, ... но в составе философии... и для нужд философии. Вот эту запутанную ситуацию мы сегодня и видим.

Математизация логики еще более сдвигает системные ориентиры. Рассуждения, суждения и кванторы, силлогизмы,... теперь еще добавляются высказывания и логика первого порядка. Оказалось, что так приветствуемая логиками формализация логических понятий на основе законов математики привела логику к окончательному запутыванию системы взаимосвязей в этой науке. Математика вклинилась в сложившуюся систему понятий логики и разорвала прежде незыблемые связи, заменив их своими. При этом, не очень утруждая себя в объяснениях своих действий. Главное объяснение – это же очевидно... по правилам математики. А по правилам логики? Это уже не важно...

Формальная логика быстро выросла в самостоятельную науку и потеряла связь с логикой. Даже формальную.

Потому, что формальная логика стала математической. Потому, что цели и задачи математической логики никак не соприкасаются с понятием «мыслить». Математическая логика использует мощный математический аппарат, но почти не пользуется логическими методами и операциями.

С другой стороны, логика пытается использовать математическую объективность в доказательстве высказываний, но не может использовать это в своих логических умозаключениях, нацеленных на философские методы обоснования.

И можно констатировать, что логика и формальная логика, это уже практически разные логики...

Логические операции хорошо нам известны. И чисто математических операций в логике нет. Конъюнкция, дизъюнкция, отрицание и импликация вошли в математическую логику только потому, что оказались применимы и в рамках математического понимания. При этом им все же дали математический эквивалент. Умножение, сложение, инверсия...

Остальные операции в математическую логику не вошли. Почему? Нет математических аналогов понимания. И нормальные, давно известные логические операции выпали из современного общеизвестного понимания логики.

С другой стороны, мы уже говорили, что математизация вклинилась в логику и стала вносить корректизы. Так как этого требовала математическая логика. В концептуальной части остались только математические направления. Половина законов логики выражает только математические требования.

Как следствие из этого – математическая логика перестала понимать логику. Для математической логики причина и следствие ничего не значат.

Математическая логика не имеет такой исходной философии и имеет другую базу формализации, отличную от философской платформы человеческой логики.

Математика, это только часть человеческой логики. Она не может обобщить все логические понятия, имеющие, кроме математических, еще и другие аспекты понимания. Поэтому, исходя из понимания человечности происхождения логики, невозможно дать полные и четкие определения всех понятий только в рамках математической логики.

Программирование оказалось оборотной стороной математического подхода к логике. Оно, как раз требует логического подхода, а не только математического. И мы вынуждены каждый раз составлять наборы логических аксиом для построения очередного языка программирования только для того, чтобы излагать логические конструкции программы. Программирование потребовало возврата к логике и её правилам и законам, помимо математики.

Странно, но мы этого как бы - не видим, и продолжаем говорить только о математической логике в компьютерной технике. Спросите любого программиста, знает ли он логику, и вы услышите много интересного...

Логики, сколько их?

Переходим к тому, из чего сегодня состоит древняя логика. К её современным направлениям. Обо всем мы, конечно, не знаем. Только основные сведения из разных источников.

Но, собственно, основой будет, конечно же, история логики. Например, [здесь](#).

Вот есть такой список составляющих [логики](#):

Логика (от греч. λόγος — разум слово, мышление) — способность правильно, т.е. логически мыслить; в качестве «элементарной формальной логики» имеет дело с самыми общими свойствами, присущими всем понятиям; в настоящее время распадается на множество направлений:

- метафизическая логика (гегельянство);
- [диалектическая логика](#);
- [синкертная логика](#) (С. Федосин);
- психологическая логика ([Т. Липпс](#), [В. Вундт](#));
- теоретико-познавательная, или трансцендентальная, логика (неокантианство);
- семантическая логика ([Аристотель](#), [Кильпе](#), [номинализм](#));
- предметная логика ([Ремке](#), [Мейнинг](#), [Дриш](#));
- неосхоластическая логика;
- феноменологическая логика;
- логика как методология (неокантианство);
- [логистика](#) (находится в центре споров о логике).

К этому можно добавить еще немного:

... [Неформальная логика](#) (термин принят прежде всего в англоязычной литературе) — исследование аргументации в естественном языке. Одной из главных задач её является исследование логических ошибок. См. [Логическая семантика](#), [философская логика](#), [теория аргументации](#), [логический анализ языка](#).

Любой вывод, сделанный на естественном языке, обладает чисто формальным содержанием (смысл рассуждения может быть разделён на форму мысли и собственно содержание), если можно показать, что он является частным применением абстрактного универсального правила, которое отвлекается от всякого конкретного предмета, свойства или отношения. Именно этот вывод с чисто формальным содержанием называют логическим выводом и основным предметом логики.

Анализ вывода, который раскрывает это чисто формальное содержание, называется [формальной логикой](#).

[Символическая логика](#) изучает символические абстракции, которые фиксируют формальную структуру логического вывода.

Мы запомним, что основным предметом логики является формальный вывод. А анализ этого вывода — формальная логика. О ней чуть позже.

А пока посмотрим основные направления ... или логики.

Классическая логика.

[Классическая логика](#) — термин, используемый в [математической логике](#) по отношению к той или иной [логической системе](#), для указания того, что для данной логики справедливы все законы (классического) исчисления высказываний, в том числе [закон исключения третьего](#).

Логика классическая - раздел *современной* (математической, символической) логики, включающий классическую логику высказываний и классическую логику предикатов. Л.к. опирается на *двузначности принцип*, в соответствии с которым всякое высказывание является или истинным, или ложным.

У истоков Л.к. стоят, наряду со многими другими исследователями, Д. Буль (1815-1864), А. де Морган (1806-1871), Ч. Пирс (1839-1914). В их работах была постепенно реализована идея перенесения в логику тех методов, которые обычно применяются в математике. Последний шаг в математизации логики в прошлом веке был сделан Г. Фреге (1848-1925). Уже в этом веке важный вклад в развитие Л.к. внесли Б. Рассел (1872-1970), А. Уайтхед (1861-1947), Г. Гильберт (1862-1943) и др.

Л.к. ориентировалась главным образом на анализ математических рассуждений. С этим связаны многие ее особенности, нередко расценивающиеся теперь как недостатки. В частности, формальным аналогом *условного высказывания* в Л.к. является *импликация материальная*, для которой верны положения: истинное высказывание

имплицируется любым высказыванием, ложное высказывание имплицирует каждое высказывание и другие парадоксы импликации.

Неклассические логики.

Напомним:

Неклассическая логика соответственно есть логика, в которой один или несколько законов классической логики не выполняются. Самым известным примером неклассической логики есть интуиционистская логика (отказ от закона исключения третьего). Кроме того существуют некоммутативная логика (отказ от коммутативности конъюнкций и дизъюнкций), линейная логика (отказ от идемпотентности конъюнкций и дизъюнкций), немонотонная логика (отказ от монотонности отношения выводимости), квантовая логика (отказ от дистрибутивности), и огромное множество других.

Википедия говорит и более конкретно:

Логики с неклассическим пониманием следования

- Релевантная логика
- Паранепротиворечивая логика
- Немонотонные логики
- Динамическая логика
- Логики, отменяющие закон исключённого третьего
- Интуиционистская логика
- Конструктивная логика
- Логика квантовой механики (Квантовая логика)
- Логики, меняющие таблицы истинности
- Основная статья: Многозначные логики
- Многозначная логика
- Двузначная логика
- Трёхзначная логика
- Логики, расширяющие состав высказывания
- Логика вопросов
- Логика оценок
- Логика норм
- Модальная логика

Недедуктивные логические теории

- Индуктивная логика
- Вероятностная логика
- Логика решений
- Логика нечётких понятий (логика нечётких множеств, нечёткая логика)
- Аналогия (умозаключение по аналогии).

Другие неклассические логики

- Категориальная логика
- Комбинаторная логика — это логика, которая заменяет переменные функциями с целью прояснить такие интуитивные операции с переменными, как подстановка. Построенная на базе комбинаторной логики система арифметики содержит все частично рекурсивные функции и избегает гёделевской неполноты.
- Кондициональная логика (условная логика). Её предмет — истинность условных предложений (в частности, сослагательного наклонения). Логика контрафактических утверждений.

Получилось что-то очень разнообразное. Тут и математика, и логика, и философия с психологией вперемешку. Это нам на самостоятельное изучение в свободное время...

И все же, пройдемся по списку..., посмотрим, что найдется.

Формальная логика.

Вот это видимо, классика. Или уже и это не классика, не знаю.

Формальная логика²⁰ — конструирование и исследование правил преобразования высказываний, сохраняющих их истинностное значение безотносительно к содержанию входящих в эти высказывания понятий. В истории философии — отдельный раздел или направление логики конца XIX—начала XX века. Иногда путают с символической, или математической логикой.

Формальную логику мы посмотрим по материалам сайта [19]:

Современная формальная логика является очень разветвленной наукой и может быть разделена на части по различным основаниям. В зависимости от того, применяется ли математический аппарат (логические исчисления) или изучаются общие формы мысли без его применения, в ней выделяются две части: 1) общая (несимволическая) логика и 2) символическая (математическая) логика.

В свою очередь, общая логика подразделяется на два раздела по различию изучаемых объектов.

Первый раздел является учением об основных формах (элементах) мышления, без которых невозможно ни обыденное, ни научное мышление. К основным формам мышления относятся понятия, суждения и умозаключения. В этот раздел включается учение об основных формально-логических законах.

Второй раздел включает систематические формы, без которых невозможно научное мышление. Сюда входят определения, классификация, доказательства, логические методы, связанные с анализом данных опыта.

Математическая логика имеет много разветвлений. Она применяет табличное построение логики высказываний, использует специальный язык символов и формулы логики высказываний²¹.

Понятие «общая логика» в некоторых случаях употребляется для обозначения той части логики, которая отличается от прикладной логики. В прикладной логике исследуются логические формы в отношении к содержанию предмета мышления. Различают в этой связи временную логику, техническую логику и др., в которых строятся специальные системы исчислений.

Неформальная логика.

Неформальная логика — теория, которая изучает аргументы (доводы) в том виде, как они используются в обыденном языке, в отличие от представления аргументов в искусственном, формальном или техническом языке. Последним занимается формальная логика. Джонсон и Блэр (1987) определяют неформальную логику как «ответвление логики, задачей которой является разработка неформальных стандартов, критериев и процедур для анализа, интерпретации, оценки, критики и построение аргументации в повседневном дискурсе».

Неформальная логика (термин принят прежде всего в англоязычной литературе) — исследование аргументации в естественном языке. Одной из главных задач её является исследование логических ошибок. Любой вывод, сделанный на естественном языке, обладает чисто формальным содержанием (смысл рассуждения может быть разделён на форму мысли и собственно содержание), если можно показать, что он является частным применением абстрактного универсального правила, которое отвлекается от всякого конкретного предмета, свойства или отношения. Именно этот вывод с чисто формальным содержанием называют логическим выводом и основным предметом логики.

Анализ вывода, который раскрывает это чисто формальное содержание, называется формальной логикой.

Трансцендентальная логика

Трансцендентальная логика (нем. *Transzendentale Logik*) — учение Канта о чистых правилах и понятиях рассудка, которые априори определяют наш опыт. Вторая часть Критики чистого разума. Трансцендентальная логика подразделяется на трансцендентальную аналитику и трансцендентальную диалектику.

ТРАНСЦЕНДЕНТАЛЬНАЯ ЛОГИКА, термин, введенный Кантом; обозначает логику, к-рая, в отличие от обычной, формальной логики, исследует в логич. формах и функциях то, что обосновывает в них возможность синтетич. суждений a priori. В указанном здесь значении Т. л. Канта совпадает с его теорией познания. Идеи Т. л. Кант изложил в одноименном разделе "Критики чистого разума" (см. Соч., т. 3, М., 1964, с. 154–592; ср. т. 2, М., 1964, с. 381–425).

ТРАНСЦЕНДЕНТАЛЬНАЯ ЛОГИКА — вторая часть трансцендентального учения о началах в "Критике чистого разума" Канта — "наука о правилах рассудка вообще", исследующая этот рассудок под углом зрения его

²⁰ <http://ru.wikipedia.org/?oldid=41265898>

²¹ Алгебра логики (алгебра высказываний) — раздел математической логики, в котором изучаются логические операции над высказываниями^[1]. Чаще всего предполагается (т. н. бинарная или двоичная логика, в отличие от, например, троичной логики), что высказывания могут быть только истинными или ложными. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42797170>

априорных форм и структур. До Канта эти правила мышления, без которых невозможно никакое применение рассудка, изучала так называемая общая (т.е. формальная) логика. Имея дело с априорными принципами мышления, она, по Канту, всячески абстрагировалась от всякого содержания познания, т.е. от всякого отношения его к объекту, рассматривая исключительно формы мысли как таковые. Оценивая место и роль этой логики в познании как недостаточные, Кант обозначает контуры принципиально новой Т.Л., выражая тем самым первое в немецкой философии критическое отношение к формальной логике. ...

Называя ее трансцендентальной, Кант имел в виду то, что она “имеет дело только с законами рассудка и разума... лишь постольку, поскольку она априори относится к предметам”. Она не вникает во все конкретные, субъективные процессы познания, рассматривая лишь некоторые “чистые возможности”, имеющие всеобщее и необходимое значение. Содержательный характер Т.Л. приобретает, согласно Канту, за счет ее тесной и постоянной связи с чувственностью, соединение которой с рассудком только и дает новое знание. Исследование происхождения знаний о предметах становится одной из главных задач Т.Л., которая и выясняет саму возможность применения априорного знания к предметам опыта. Свою Т.Л. Кант подразделил на аналитику и диалектику, из которых первая излагает элементы чистого рассудочного знания и принципы, без которых ни один предмет не может быть мыслим, а вторая – является критикой рассудка и разума в его сверхфизическом применении.

Вероятностная логика

Вероятностная логика — логика, в которой высказываниям приписываются не исключительно значения истины и лжи как в двузначной логике, но непрерывная шкала значений истинности от 0 до 1, так что, нуль соответствует невозможному событию, единица — практически достоверному^{[1][2]}. Значения истинности в вероятностной логике называются вероятностями истинности высказываний, степенями правдоподобия или подтверждения^[3].

Проблематика вероятностной логики начала развиваться в древности, например, Аристотелем и в новое время — Г. В. Лейбницием, Дж. Булем, У. С. Джевонсом, Дж. Венном, в дальнейшем Г. Рейхенбахом, Р. Карнапом, Ч. С. Пирсом, Дж. М. Кейнсом и другими, в России — П. С. Порецким, С. Н. Бернштейном и другими^{[1][4][5]}.

В настоящее время вероятностная логика находит наибольшее применение в качестве современной формы индуктивной логики^{[6][5]}. Новым стимулом к возникновению систем вероятностной логики послужил прогресс в развитии приложений к искусственному интеллекту^[7].

Многозначные логики.

Многозначная логика — тип формальной логики, характерный наличием более чем двух возможных истинностных значений (истинности и ложности). Первую систему многозначной логики предложил польский математик Ян Лукасевич в 1920 году. В настоящее время существует очень много других систем многозначной логики, которые в свою очередь могут быть сгруппированы по классам. Важнейшими из таких классов являются частичные логики и нечёткие логики.

Модальная логика.

Модальная (от лат. – способ, мера) логика — логика, в которой кроме стандартных логических связок, переменных и/или предикатов есть **модальности** (модальные операторы). Модальности бывают разные; наиболее распространены временные («когда-то в будущем», «всегда в прошлом», «всегда» и т. д.) и пространственные («здесь», «где-то», «близко» и т. д.). Например, модальная логика способна оперировать утверждениями типа «Москва всегда была столицей России» или «Санкт-Петербург, когда-то в прошлом, был столицей России», которые невозможно или крайне сложно выразить в немодальном языке. Кроме временных и пространственных модальностей есть и другие, например «известно, что» (логика знания) или «можно доказать, что» (логика доказуемости).

По применяемым модальностям существует множество различных модальных логик: временных, пространственных, нормативных и т.д. Частью модальной логики стала и деонтическая логика.

Деонтическая логика.

ДЕОНТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА (греч. δέον, отος, τό – должно, необходимое, обязанность) – область неклассических логик, в которых изучаются нормативные высказывания и нормативные понятия – обязательно, запрещено, разрешено и безразлично. Вопрос о логической природе норм, императивов и команд имеет многовековую традицию. Он рассматривался Аристотелем, стоиками, средневековыми философами, Лейбницием, Юмом, и др. Однако первая попытка построить формальную теорию нормативных понятий принадлежит Эрнсту Малли («Элементы логики волеизъявлений», 1926). На философские установки Малли оказал влияние английский

философ и юрист **Бентам**²². Именно Бентаму принадлежит термин «деонтология» («Деонтология, или наука о морали», 1834). Серьезный импульс исследованию норм был дан работами 50-х гг. **Г.Х. фон Вригта** (Логико-философские исследования. – Избр. труды. М., 1986).

Деонтическая логика (от др.-греч. δέον — долг и логика; логика норм, нормативная логика) — раздел логики, исследующий логическую структуру и логические связи нормативных высказываний. Деонтическая логика является также разделом модальной логики и одним из исследовательских направлений неклассической логики.

Деонтическая²³ логика, как часть модальной, слагается из множества систем, или «логик», различающихся используемыми символическими средствами и доказуемыми утверждениями. Предполагается, что все многообразные нормы имеют одну и ту же структуру. Продолжим конспектировать НФЭ:

Выделяются четыре структурных «элемента» нормы:

- **характер** — норма *обязывает, разрешает или запрещает*;
- **содержание** — действие, которое *должно быть, может быть или не должно быть выполнено*;
- **условия приложения**;
- **субъект** — лицо или группа лиц, которым адресована норма.

Подход деонтической логики к структуре норм является предельно общим. Это позволяет распространить ее законы на нормы любых видов, независимо от их частных особенностей. Правила игры и грамматики, законы государства и команды, технические нормы, обычаи, моральные принципы, идеалы и т.д. — нормы всех этих видов имеют одинаковую логическую структуру и демонстрируют одинаковое «логическое поведение».

Внимание логиков привлекла работа Лейбница “Элементы естественного права” (1671), в которой деонтическим понятиям “справедливое” (дозволенное), “несправедливое” (недозволенное), “беспристрастное” (должное), “безразличное” ставятся в соответствие онтологические понятия “возможно”, “невозможно”, “необходимо”, “случайно” (у Лейбница для идеального существа — “доброго человека”).

В свою очередь все онтологические модальности можно переформулировать в терминах возможности и отрицания: может быть, не может быть, не может не быть, может не быть.

... При онтологическом подходе запрещение можно определить в терминах разрешения, и наоборот. В таком случае правомерны принципы “все, что не запрещено—разрешено” и “все, что не разрешено—запрещено”.

Возрастает интерес к деонтической логике со стороны информатики, что диктуется потребностями практики. ... Периодически проводятся конференции по компьютерным приложениям деонтических систем.²⁴

Диалектическая логика.

С точки зрения, что логика, это часть философии, есть повод немного разобраться, например, с **диалектической логикой**. Начнем с Википедии:

Диалектическая логика — раздел философии марксизма. В широком смысле понималась как систематически развёрнутое изложение диалектики как логики (науки о мышлении) и теории познания объективного мира. В узком смысле понималась как логическая дисциплина о формах правильных рассуждений, как и в формальной логике, однако с учётом действия законов диалектики. Значительный вклад в развитие диалектической логики внесли Э. В. Ильинков, В. А. Вазюлин, З. М. Оруджев, И. С. Нарский.

... Предмет диалектической логики — мышление. Диалектическая логика имела своей целью развернуть его изображение в необходимых его моментах и притом в независящей ни от воли, ни от сознания последовательности, а также утвердить свой статус как логической дисциплины.

Диалектическая логика была наиболее распространена в так называемых социалистических странах, прежде всего СССР, по идеологическим и политическим причинам, вырождаясь в догматизм и начётничество по мере

²² **БЕНТАМ** (Bentham) Иеремия (15 февраля 1748, Лондон – 6 июня 1832, там же) – английский философ, правовед и реформатор, один из основоположников utilитаризма. Идеи Бентама оказали влияние на характер политических реформ в Великобритании в 1-й пол. 19 в., а также на теоретические взгляды многих британских мыслителей (Джеймса Милля, Дж.С.Милля, Д.Остина, Д.Грота и др.) и политиков. Родился в семье наследственного адвоката. <http://iph.ras.ru/elib/0382.html>

²³ Деонтология. http://mirslovarei.com/content_fil/deontologija-20561.html

Деонтология http://mirslovarei.com/content_bes/deontologija-17973.html

²⁴ ДЕОНТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА <http://iph.ras.ru/elib/0919.html>

<http://fb2.booksgid.com/content/F0/v-stepin-novaya-filosofskaya-enciklopediya-tom-pervyy/333.html>

ужесточения политического режима. Полноценная дискуссия и критика диалектической логики стала возможной лишь после падения в этих странах коммунистических правительств, и в атмосфере реальной идеиной конкуренции она стала резко терять популярность. В странах за пределами социалистического лагеря диалектической логикой интересовались только левые интеллектуалы. К. Поппер подверг диалектическую логику глубокой критике в своей работе «Что такое диалектика?»¹¹. В настоящий момент диалектического направления в логике придерживаются лишь немногие философы, как правило, марксистского и постмарксистского толка.

Однако...

Но, вот еще одно определение:

Диалектическая логика — наука о мышлении, которая, как предполагается, даёт знание о способе рассуждения, расширяющем возможности формально-логического вывода. Здесь понятие логики употребляется как в собственном логическом, так и в метафорическом смысле. Диалектическое рассуждение учитывает законы формальной логики. Вместе с тем, осуществляет анализ динамики перехода понятий в свою противоположность, допускает, что противоположности совпадают, ориентируется на законы диалектики.

Это менее категоричное. Но вот [здесь](#) вполне конкретно:

Диалектическая логика — особый метод философского спекулятивного рассуждения и наука о таком методе. Здесь понятие логики употребляется в метафорическом смысле. Характерные черты — как бы отказ от ряда законов формальной логики: анализ динамики перехода понятий в свою противоположность, допущение, что противоположности совпадают и т. д.

Ладно, посмотрим ещё некоторые [источники](#):

Диалектическая логика — философская наука, понимаемой как логика ([наука о мышлении](#)) и теория познания объективного мира в рамках диалектики. В отличие от формальной логики, являющейся логической дисциплиной о формах правильных рассуждений, в диалектической логике учитываются законы диалектики и философские понятия.

... Наиболее перспективным способом решения любой научной проблемы является исторический подход к ней. В случае с Диалектической логикой (ДЛ) такой подход к тому же оказывается и весьма актуальным. Дело в том, что логикой ныне именуются учения, которые значительно расходятся в понимании границ предмета этой науки. Так, предмет диалектической логики, с одной стороны, пересекается с предметом диалектики (теория познания, онтология, метод); с другой стороны, предмет ДЛ (собственно логики) непосредственно увязан с предметом логики формальной. И та, и другая (формальная логика и диалектическая логика) являются науками о рассуждениях, закладывают рассудочную модель человеческого мышления в основу описания и развития представлений о естественном и искусственном интеллекте.

Разумеется, каждое из логических учений претендует не только и не столько на название, сколько на право считаться единственной ступенью в развитии мировой логической мысли. Вот почему история вопроса помогает сформировать правильное понимание предмета науки *Логики*. Систематизация знаний диалектической логики возможна на следующей основе. В одном из учебников логики именем "диалектическая логика" названа научная дисциплина о развитии знаний, создать которую пытались в 20 веке, а именем "формальная логика" названа наука о формах мышления, формально-логических законах и связях между мыслями по логическим формам их выражения (Ивлев Ю.В. Логика .СПбГУ-МГУ).

Диалектическая логика формально представлена в учебнике методологическими принципами, вытекающими из мировоззренческих принципов философии, а также методами и формами развития знаний, связанными с логическими формами выражения мысли. Правильность всех этих форм должны обеспечивать в отношении конкретных предметов конкретные науки, а роль логики сводится к обеспечению соответствия этих форм предмету. В связи с этим вычленить логику как научную дисциплину из науки вообще можно лишь в отношении форм выражения мыслей и форм развития знания, а также методов и методологических принципов, а применять их нужно в единстве, чтобы обеспечить соответствие языка индивида, который их применяет, нормативным принципам языка науки. В полноценном научно-философском познании логическая методология должна быть составной частью философской методологии, а это требование ещё более усложняет применение логической методологии. Поэтому философская методология нигде не представлена как нечто целое, включающее в себя научную и логическую методологии, а методология научно-философского познания не представляет собой единой системы средств познания.

Здесь, как мы видим, всё противоположно и не менее категорично, чем в первом определении. Похоже, что страсти тут бушуют нешуточные...

Логика высказываний

Логика высказываний (или **пропозициональная логика** от англ. *propositional logic*) — это **формальная теория**, основным объектом которой служит понятие **логического высказывания**. С точки зрения выразительности, её можно охарактеризовать как **классическую логику нулевого порядка**. Логика высказываний является простейшей логикой, максимально близкой к человеческой логике неформальных рассуждений и известна ещё со времён **античности**.

...Базовыми понятиями логики высказываний являются **пропозициональная переменная** — переменная, значением которой может быть логическое высказывание, — и **(пропозициональная) формула**, определяемая **индуктивно** следующим образом:

1. Если P — пропозициональная переменная, то P — формула.
2. Если A — формула, то $\neg A$ — формула.
3. Если A и B — формулы, то $(A \rightarrow B)$, $(A \wedge B)$ и $(A \vee B)$ — формулы.
4. Других соглашений нет.

Знаки \neg , \wedge , \vee и \rightarrow (отрицание, **конъюнкция**, **дизъюнкция** и **импликация**) называются **пропозициональными связками**. **Подформулой** называется часть формулы, сама являющаяся формулой. **Собственной подформулой** называется подформула, не совпадающая со всей формулой.

Если верить сказанному, то придется согласиться с тем, что пропозициональные переменные и связки были известны древним грекам. Древние греки составляли пропозициональные формулы и индуктивно решали логические задачи. Но думаю, что это просто нечеткость изложения приводит к такому пониманию.

Теперь логика высказываний со [стороны математики](#):

Логика высказываний послужила основным математическим инструментом при создании компьютеров. Она легко преобразуется в **битовую логику**: истинность высказывания обозначается одним битом (0 — ЛОЖЬ, 1 — ИСТИНА); тогда операция \neg приобретает смысл вычитания из единицы; \vee — немодульного сложения; \wedge — умножения; \leftrightarrow — равенства; \oplus — в буквальном смысле сложения по модулю 2 (исключающее ИЛИ — XOR); $|$ — непревосходства суммы над 1 (то есть $A | B = (A + B) \leq 1$). Впоследствии булева алгебра была обобщена от логики высказываний путём введения характерных для логики высказываний аксиом. Это позволило рассматривать, например, логику **кубитов**, тройственную логику (когда есть три варианта истинности высказывания: «истина», «ложь» и «не определено») и др.

И, как мы видим, логика высказываний плавно переходит в математическую логику. Перейдем и мы...

Символическая и математическая логика.

Сразу хочется сказать, что объединение понятий символической и математической логики, как это показано почти во всех цитируемых источниках, является, как мне кажется, не совсем верным. Или совсем неверным, не знаю. Переход от слов конкретного языка к символам еще не является переходом к математике. Символьная запись не означает, что единственный вариант записи — математический. Применение символов математики, это может быть и развитие логики по формализации записи. Но, вспомним, еще совсем недавно и сама математика оперировала только словами во всех своих действиях и решениях. Символы действий появились совсем недавно. И потому, даже исторически, символическая запись в символичной логике к математике не совсем относится, хоть многие и хотели бы обратного...

Но в [Википедии](#) читаем:

В конце **XIX** — начале **XX веков** были заложены основы т. н. математической, или символической, логики. Её суть заключается в том, что для обнаружения **истинностного значения выражений** естественного языка можно применять математические методы. Именно использование символической логики отличает современную логическую науку от традиционной.

Таким образом, символическая логика практически сливаются с математической по применению. Но так ли это?

Символическая логика — направление в **математической логике**, изучающее **формальные системы**: «логика по предмету, математика по методу» (П. С. Порецкий), или «логика, изучаемая посредством построения

формализованных языков» (А. Чёрч). Термин «символическая логика» акцентирует внимание на том обстоятельстве, что основными элементами формализованных языков, служащих «математическим методом» изучения предмета логики, являются в данном случае не слова обычных разговорных языков (хотя бы и употребляемые в каких-либо специальных значениях), а некоторые символы, выбираемые (или конструируемые из выбранных ранее символов) и интерпретируемые (истолковываемые) определённым образом, специфическим именно для данной логической ситуации и, вообще говоря, не связанным ни с каким «традиционным» употреблением, пониманием и функциями таких же символов в других контекстах.

Это система применения принципов математики к логическим рассуждениям. Замысел символической логики заключается в том, чтобы упростить мышление за счёт использования математических символов и действий вместо словесных формулировок или аргументов, которые приняты в обычной логике и могут неточно выражать идею в силу самой природы языка.

Кстати, понятие «символьной логики» ввел Джон Венн²⁵.

О «самой природе языка» в символической логике чуть подробнее...

Отметим:

Теория автоматов — раздел дискретной математики, изучающий абстрактные автоматы — вычислительные машины, представленные в виде математических моделей — и задачи, которые они могут решать.

Теория автоматов наиболее тесно связана с теорией алгоритмов: автомат преобразует дискретную информацию по шагам в дискретные моменты времени и формирует результат по шагам заданного алгоритма.

Сегодня терминология теории автоматов включает:

Символ — любой атомарный блок данных, который может производить эффект на машину. Чаще всего символ — это буква обычного языка, но может быть, к примеру, графическим элементом диаграммы.

- **Слово** — строка символов, создаваемая через конкатенацию (соединение).
- **Алфавит** — конечный набор различных символов (множество символов)
- **Язык** — множество слов, формируемых символами данного алфавита. Может быть конечным или бесконечным.

Автомат

Автомат — последовательность (кортеж) из пяти элементов $(Q, \Sigma, \delta, S_0, F)$, где:

Q — множество состояний автомата

Σ — алфавит языка, который понимает автомат

δ — функция перехода, такая что $\delta : Q \times \Sigma \rightarrow Q$

S_0 — начальное состояние

F — множество состояний, называемых «принимающие состояния».

Слово

Автомат читает конечную строку символов a_1, a_2, \dots, a_n , где $a_i \in \Sigma$, и называется словом. Набор всех слов записывается как Σ^* .

Таким образом, основные понятия записи языковых конструкций оказались приватизированы математикой. Почему? Вопрос открыт..., но так возникла явная неоднозначность давно известных понятий, таких, как слово, высказывание, алфавит, язык...

Теперь мы уже не можем однозначно отнести эти понятия к лингвистике или другим наукам о языке. Надо вчитываться в контекст. Говорят, это расширенное понимание...

Мы и подошли к важнейшему вопросу применения математики в логике.

Уточним для себя, что же такое - математика:

²⁵ Джон Венн (англ. John Venn; 4 августа 1834, Халл (Йоркшир) — 4 апреля 1923, Кембридж) — английский логик и философ. Он известен за введение диаграмм Венна, которые используется во многих областях, таких как теория множеств, теория вероятности, логика, статистика и информатика.

Основной областью интереса Джона была логика, и он опубликовал три работы по этой теме. Это были «Логика случая» (англ. The Logic of Chance), в которой вводится интерпретация частоты или частотная теория вероятностей в 1866; «Символьная логика» (англ. Symbolic Logic), с которой были введены диаграммы Венна в 1881; «Принципы эмпирической логики» (англ. The Principles of Empirical Logic) в 1889, в которой приводятся обоснования обратных операций в булевой логике. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=39634873>

Математика (от др.-греч. μάθημα — изучение, наука) — наука о структурах, порядке и отношениях, которая исторически сложилась на основе операций подсчёта, измерения и описания форм реальных объектов^[1]. Математические объекты создаются путём идеализации свойств реальных или других математических объектов и записи этих свойств на формальном языке. Математика не относится к естественным наукам, но широко используется в них как для точной формулировки их содержания, так и для получения новых результатов^[2]. Математика — фундаментальная наука, предоставляющая (общие) языковые средства другим наукам; тем самым она выявляет их структурную взаимосвязь и способствует нахождению самых общих законов природы^[3].

Видимо, на основе фундаментального положения математики в системе наук, логику и пытаются выразить математизированными формулами. Это и называется математической логикой:

Математическая логика (теоретическая логика, символическая логика) — раздел математики, изучающий доказательства и вопросы оснований математики. «Предмет современной математической логики разнообразен.»^[4] Согласно определению П. С. Порецкого, «математическая логика есть логика по предмету, математика по методу». Согласно определению Н. И. Кондакова, «математическая логика — вторая, после традиционной логики, ступень в развитии формальной логики, применяющая математические методы и специальный аппарат символов и исследующая мышление с помощью исчислений (формализованных языков).»^[5] Это определение соответствует определению С. К. Клини: математическая логика — это «логика, развивающаяся с помощью математических методов».^[6] Также А. А. Марков определяет современную логику «точной наукой, применяющей математические методы».^[7] Все эти определения не противоречат, а дополняют друг друга.

Применение в логике математических методов становится возможным тогда, когда суждения формулируются на некотором точном языке. Такие точные языки имеют две стороны: синтаксис и семантика. Синтаксисом называется совокупность правил построения объектов языка (обычно называемых формулами). Семантикой называется совокупность соглашений, описывающих наше понимание формул (или некоторых из них) и позволяющих считать одни формулы верными, а другие — нет.

...Математическая логика изучает логические связи и отношения, лежащие в основе логического (дедуктивного) вывода с использованием языка математики.

Разделы математической логики

- [Алгебра логики](#)
- [Логика высказываний](#)
- [Теория доказательств](#)
- [Теория моделей](#)

Мы чуть-чуть раскроем эти понятия:

Алгебра логики (алгебра высказываний) — раздел математической логики, в котором изучаются логические операции над высказываниями^[8]. Чаще всего предполагается (т. н. бинарная или двоичная логика, в отличие от, например, троичной логики), что высказывания могут быть только истинными или ложными.

Логика высказываний (или пропозициональная логика от англ. *propositional logic*) — это формальная теория, основным объектом которой служит понятие логического высказывания. С точки зрения выразительности, её можно охарактеризовать как классическую логику нулевого порядка. Логика высказываний является простейшей логикой, максимально близкой к человеческой логике неформальных рассуждений и известна ещё со времён античности.

Теория доказательств — это раздел математической логики, представляющий доказательства в виде формальных математических объектов, осуществляя их анализ с помощью математических методов. Доказательства обычно представляются в виде индуктивно определённых структур данных, таких как списки и деревья, созданных в соответствии с аксиомами и правилами вывода формальных систем. Таким образом, теория доказательств является синтаксической, в отличие от семантической теории моделей. Вместе с теорией моделей, аксиоматической теорией множеств и теорией вычислений, теория доказательств является одним из так называемых «четырёх столпов» основ математики^[9].

Теория моделей — раздел математической логики, который занимается изучением связи между формальными языками и их интерпретациями, или моделями. Название **теория моделей** было впервые предложено Тарским в 1954 году. Основное развитие теория моделей получила в работах Тарского, Мальцева и Робинсона.

Понятие «высказывание» окончательно потеряло смысл «сказанного». Теперь это чисто математическая формула в математической логике. Отметим, что математика перехватила и

использовала в своих целях понятие «доказательство» и понятие «модель» изрядно изменилось в понимании математической логики. Даже, как «интерпретация».

Логика отношений.

ЛОГИКА ОТНОШЕНИЙ — 1. Раздел современной логики, рассматривающий отношения между объектами нек-рой предметной области (областей). Хотя отношения для логики — частный случай предикатов, а именно многочленные, или многоместные (“местные, и > 2), предикаты (а свойства трактуются соответственно как одноместные отношения), изучение их составляет особую сферу логики, особенно когда исследуются двуместные (бинарные) отношения. Обычное обозначение последних имеет вид $R \{x, y\}$ или $x R y$, где x, y — переменные, значениями которых являются предметы заданной области (областей), а R — какое-либо отношение (“раньше”, $>$, “отличаться от” и т. п.); с объемной точки зрения бинарное отношение есть класс упорядоченных пар (для трехчленных, или троичных, отношений — это упорядоченные тройки, для четырехчленных — четверки и т. д.) предметов данной предметной области (областей). В логике отношений изучаются свойства отношений, такие, как рефлексивность, симметричность, транзитивность и др. (напр., в приведенных примерах отношение “раньше” транзитивно, но не симметрично, отношение “ S ” транзитивно и рефлексивно, а отношение “отличаться от” не транзитивно, но симметрично), а также операции над отношениями, в определенном смысле аналогичные операциям над классами (одноместными отношениями).

2. Возникшая в 19 в. логико-философская теория, трактующая суждения как форму мышления, выражающую отношения между предметами. В отличие от атрибутивного понимания суждения как приписывающего предмету (логическому подлежащему S) какие-либо свойства (логическое сказуемое, или предикат P в смысле аристотелевской логики), в логике отношений схема χRy считается универсальной формой суждений, лежащей в основе всех умозаключений. В логике отношений последние различаются по характеру используемых в них отношений, причем умозаключения понимаются как перенос отношений с одних предметов на другие. Видными представителями логики отношений были Ж.Лашелье, Ш. Серрюс, в России Карицкий, Рутковский, Поварнин. Ныне логика отношений как особое направление сохраняет лишь историческое значение.

Лит.: Избр. труды русских логиков XIX в. М., 1956; Поварнин С. И. Логика. Общее учение о доказательстве. П., 1915; Он же. Логика отношений. П., 1917; Серрюс Н. Опыт исследования значения логики. М., 1956; Шреидер Ю. А. Равенство, сходство, порядок. М., 1971.

ЛОГИКА ОТНОШЕНИЙ - раздел логики, посвящённый изучению отношений между объектами различной природы. Эти отношения выражаются сказуемыми и аналогичными им словами в предложениях естеств. языков. В зависимости от числа объектов, связанных данным отношением, говорят о двуместных (двухчленных, бинарных), трёхместных (трёхчленных, троичных), вообще n -местных (n -членных, парных) отношениях, которые в терминах теории множеств определяются соответственно как классы упорядоченных пар, троек, ... n -ок предметов некоторой предметной области. Особенno важны бинарные отношения (если пара $\langle x, y \rangle$ принадлежит отношению R , то говорят, что x находится в отношении R к y), посредством которых определяются такие, напр., важнейшие понятия логики и математики, как понятия функции и операции. Вводя для бинарных отношений теоретико-множеств. операции объединения (суммы), пересечения (произведения) и дополнения, получают «алгебру отношений» (синоним термина «Л. о.»), роль единицы в которой играют отношения эквивалентности (равенства, тождества), обладающие свойствами рефлексивности (для всех x верно xRx), симметричности (из xRy следует yRx) и транзитивности (из xRy и yRz следует xRz). Теория бинарных отношений допускает геометрич. интерпретацию в виде т. н. теории графов. На языке совр. математич. логики понятие отношения выражается посредством понятия многоместного предиката; поэтому Л. о. (исключая упомянутые выше алгебраич. и геометрич. её аспекты) потеряла самостоятельное значение и является по существу составной частью логики предикатов. Шрейдер Ю. А., Равенство, сходство, порядок, М., 1971.

Логика квантовой механики.

ЛОГИКА КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ - логическая теория, цель которой — описание логических связей высказываний об объектах, исследуемых квантовой механикой. Переворот, произведенный в физическом мышлении квантовой механикой, был настолько радикальным, что возникла идея особой «логики микромира», отличной от обычной «логики макромира». В середине 30-х годов была построена первая Л. к. м., положившая начало еще одному направлению логики неклассической. Позднее немецкий философ и логик Г. Рейхенбах (1891-1953) предложил трехзначную логику без закона исключенного третьего, призванную устранять «причинные аномалии», возникающие при попытке применять обычное причинное объяснение к квантовым явлениям.

К настоящему времени построены десятки логических систем, стремящихся выявить своеобразие рассуждений в квантовой механике. Эти «логики микромира» существенно отличаются друг от друга как законами, так и способами обоснования. Чаще всего в этих логических системах отказываются от закона коммутативности для конъюнкции («и») и дизъюнкции («или») (выражение « A и B » не считается равносильным выражению « B и A », а « A или B » — равносильным « B или A »), от закона дистрибутивности конъюнкции относительно дизъюнкции и др.

Можно продолжать очень долго, но мы закончим на этом.

Почему такое разнообразие?

Можно бы конечно сказать, что логика, как любая наука не стоит на месте, развивается вширь и глубь. Но, ... разнообразие слишком уж, ... разнообразно.

При этом многие новые логики, кроме названия, никакой более реальной связи с исторически классической логикой не имеет.

Ответ на вопрос заголовка видимо следует искать в основном определении логики, как науки. Мы уже начинали это делать, теперь просто вспомним немного и продолжим наши рассуждения.

Логика, как наука о «правильном мышлении» исходно была обречена на сложности развития. Формализация понятий логики, формулирование И.Кантом основных положений трансцендентальной логики и другие шаги по конкретизации понятий доказательства и обоснования, как действий для объективной оценки, расширили рамки определения логики и окончательно вывели её из философии в самостоятельную науку.

Но, многовековые и многочисленные изменения в определении логики как науки, так и не позволили четко установить рамки её применения.

Основные направления выделились сразу:

- Наука «о мышлении», как основа философии в системе формирования доказательств развивала философское понимание мышления и сознания. В этом основа появления, например, диалектической логики.
- Лингвистические аспекты понимания вылились в появлении различных модальных логик.
- Неформальные логики усилили зависимость от языка.

И конечно, формализация понятий, логических законов и действий привели к поиску нового эталона, объективно отражающего результат. Именно это движение постепенно сдвинуло понимание логики в сторону от «правильного» к мышлению «вообще», затем от мышления к формальным его проявлениям – действиям и операциям, с результатом и логическим ответом. Это те самые «ДА» или «НЕТ». Теперь до применения математики оставались лишь формальные шаги. Они были сделаны.

И появилась сначала логика высказываний, в противовес логике суждений, вместе с её символической производной, которая быстро стала математической логикой, точнее уже алгеброй...

Единая логика рассыпалась на множество разных направлений, почти не связанных друг с другом. Но, с другой стороны, это всё – логика. Была и есть...

Тогда надо признать, что связывает все эти логики совсем не «мышление», а нечто более очевидное. Объективная формальность логического действия. И такое же объективно проверяемое достижение его результата. Вот эта формальная очевидность связывает все логики.

Сегодня стало очевидным, что логичность логики не должна зависеть от конкретного человека, вообще человека, любого носителя логики..., она должна быть независимой в применяемом обосновании.

И тогда появляется механистическое понимание логики. Автоматная логика, Механическая логика. Они появляются, как вполне объективное продолжение формализации и математизации логики. Нет в этом ничего удивительного или непонятного. Так и должно быть. Эта та самая основа, тот корень, из которого и растут все эти ростки.

И все же, тут надо разобраться...

О механической логике и логических машинах.

Противоречия, возникшие при формировании логики, как самостоятельной науки, только усиливаются со временем. Если в средние века не существовало другого эталона мышления, кроме человеческого интеллекта, то сегодня как раз этот эталон и поставлен под сомнение. Для установления объективной истины в определении «правильного мышления» перед логикой был поставлен трудный вопрос: А судьи кто?

Что или кто определяет исходную истинность или ложность суждения, установления причины и следствия?

Что и по отношению к чему истинно или ложно?

Почему истинны утверждения: «дважды два – четыре», или «белый, как снег»?

Насколько объективна наша личная, субъективная оценка истинности или ложности утверждения или суждения?

Чем ложь отличается от истины?

Когда начинаешь сам себе задавать подобные вопросы, то невольно начинаешь оценивать себя как бы со стороны. Насколько ты соответствуешь тому эталону, который определяет или устанавливает критерии ложности и истинности для всей своей логической системы мышления?

Мы не можем быть объективны в оценке и не можем быть эталоном логики, просто потому, что мы не имеем единой оценки истинности или ложности. У каждого своя шкала оценки и свои критерии истинности. Наша истина субъективна исходно.

В этом случае необходимы другие способы определения исходных понятий логики. Необходимо исключить нас из системы определения, только в этом случае мы можем говорить о независимости и объективности.

В древние времена это решение реализовывалось очень просто.

Если Я, это Сознание, оценивающее свои мысли и действия, то исключая сознание из системы определения мы исключаем и Я из логической оценки. Если в оценке не участвую Я, как Сознание, то это мое Подсознание само принимает решение об оценке исходной истинности или ложности..., я тут не причем ..., это оно само.

Это же Интуиция работает, а не Я.

Как философский прием, это, может быть, работает и сейчас, но как техническая основа нашей логики, конечно – нет. Мы уже давно знаем, что подсознание, это Я, только на другом уровне обработки информации. Компьютер нас научил.

Интуитивное решение, по сути, ничем не отличается от автоматного, полученного машинным вычислением на основе исходных логических аксиом. Интуиция, это и есть автоматическая логика нашего логического аппарата – мозга. Вот эта логика и оценивает истинность и ложность по своим критериям и понятиям.

А мы, как субъект Я, обладающий сознанием, или сознание нашего Я, только принимаем эти, уже готовые результаты интуитивных вычислений для принятия осознанных решений, как логический ответ в оценке истинности или ложности.

Вот написал я это и понял – лукавим, ой как лукавим мы...

Уже давно пора определить техническую терминологию в описании работы нашего мозга, как логической машины. Схемные и технические принципы функционирования мозга на всех уровнях развития Живого единства. Так же едини и логические основы всех систем управления на основе мозга.

С этой точки зрения нет никакого сознания, ни подсознания, это только разные системы функционирования и контроля нашего мозга.

Мы все это начали понимать давно. По разным причинам. И потому, что часто ошибаемся в решениях, и потому, что ответ задачи появляется раньше начала её осознанного решения, и потому, что часто мы пользуемся интуитивными решениями, как исходно правильными...

Мы понимаем, что логика находится у нас где-то внутри, глубже нашего сознания. Сознание не контролирует процесс логического решения, а только пользуется его результатом.

Всё это значит только одно - *наша логика нам не подчиняется*.

И логика, это совсем не то, что мы о ней пишем в философских обоснованиях. Это что-то другое. Что?

Вот примерно так появлялась необходимость в системах автоматических логик. Для получения объективной или независимой оценки, для проверки своих выводов и своей логичности. Здесь начало как математической, так и механической или автоматической логики.

Но, сначала...

Некоторые «забытые» понятия логики.

Это те самые понятия, которые вроде бы должны быть логическими, но относятся к философским понятиям и категориям. С другой стороны, философия использует их, как основные логические понятия при построениях всех своих доказательств. Или создается еще более странная картинка, когда понятие активно используется в одной логике, например, в математической, но почти полностью игнорируется другой логикой.

Смотрим...

Причина и следствие.

ПРИЧИНА И СЛЕДСТВИЕ - филос. категории, отображающие одну из форм всеобщей связи и взаимодействия явлений. Под причиной (*лат. causa*) понимается явление, действие которого вызывает, определяет, изменяет, производит или влечёт за собой др. явление; последнее называют следствием. Производимое причиной следствие зависит от условий. Одна и та же причина при разных условиях вызывает неодинаковые следствия. Различие между причиной и условием относительно. Каждое условие в определ. отношении является причиной, а каждая причина в соответств. отношении есть следствие. П. и с. находятся в единстве: одинаковые причины в одних и тех же условиях вызывают одинаковые следствия. В области обществ. наук причины отличаются от поводов — процессов, способствующих их проявлению.

В противоположность идеалистич. воззрениям, отрицающим объективное содержание понятий П. и с., материалистич. концепции обосновывают взгляд, согласно которому знание причинноследственных связей отражает с большим или меньшим приближением реальные, объективно существующие связи и взаимодействия вещей и процессов объективного мира.

В отличие от метафизич. материализма, видевшего только одну сторону причинной зависимости — воздействие причины на следствие, диалектич. материализм признаёт отправным пунктом анализа понятия причины самодвижение материи, которое выступает как взаимодействие. Совокупность всевозможных взаимодействий вещей и процессов природы составляет всеобщее (*универсальное*) взаимодействие, исходя из которого «... мы приходим к действительному каузальному отношению» (Энгельс Ф., см. Маркс К. и Энгельс Ф., Соч., т. 20, с. 546). П. и с. суть отдель. стороны, моменты, звенья универс. взаимодействия. Только мысленно изолируя отдель. его акт и абстрагируясь от обратного влияния произведённого на источник порождения, можно говорить об одностороннем действии причины на следствие. В реальных процессах следствие не является пассивным, оно может воздействовать на свою причину.

П. и с. могут меняться местами: следствие может стать причиной другого следствия. Во многих областях объективной действительности само взаимодействие П. и с. выступает как причина изменения явлений и процессов.

ПРИЧИНА И СЛЕДСТВИЕ - филос. категории, отображающие одну из форм всеобщей связи и взаимодействия явлений. Под причиной (*лат. causa*) понимается явление, действие которого вызывает, определяет, изменяет, производит или влечёт за собой др. явление; последнее называют следствием. Производимое причиной следствие зависит от условий. Одна и та же причина при разных условиях вызывает неодинаковые следствия. Различие между причиной и условием относительно. Каждое условие в определ. отношении является причиной, а каждая причина в соответств. отношении есть следствие. П. и с. находятся в единстве: одинаковые причины в одних и тех же условиях вызывают одинаковые следствия. В области обществ. наук причины отличаются от поводов — процессов, способствующих их проявлению.

Исход и Результат.

Исход — См. конец, освобождение роковой исход... Словарь русских синонимов и сходных по смыслу выражений. под. ред. Н. Абрамова, М.: Русские словари, 1999.

исход - результат, итог, последствие, конец; освобождение; окончание, скончание, выход, исток, финал ...
Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефона

РЕЗУЛЬТАТ, результата, м. (от латин. *resultatus* - отраженный). Конечный итог, следствие, завершающее собой какие-н. действия, явления, развитие чего-н. **Толковый словарь Ушакова**

Понятие «исход» очень близко понятию «результат». В основном, это синонимы. Но сегодня, различия, все же, имеются. Сначала теория вероятностей, а потом и математическая логика немного изменила понятие «исход». Там, элементарный исход²⁶ – это результат опыта в виде одного из возможных состояний. Например, в бросании кубика может выпасть число от 1 до 6. Вот эти числа и есть, *элементарные исходы, как варианты результата*.

Так мы и будем их понимать при дальнейшем применении. В этой интерпретации понятие результата становится более весомым, чем элементарный исход. Результат включает в себя любые исходы решений.

Результат — заключительное последствие последовательности действий или событий, выраженных качественно или количественно. Возможные результаты включают преимущество, неудобство, выгоду, потерю, ценность и победу.

Цель описывает желаемый, но возможно еще не достигнутый результат.

Некоторые типы результата:

- в математике — окончательное значение вычисления (например, арифметической операции), функции или статистического выражения
- в компьютерных науках — значение, возвращаемое функцией, состояние системы или список записей, соответствующих запросу (например поиск в Интернете). *Тип результата* — тип возвращенных функцией данных.
- в науке — итог эксперимента (смотри Нулевая гипотеза)
- в теории вероятности — элементарное событие
- в экономике и бухучёте — прибыль или убыток за определенный период
- в уголовном судопроизводстве — приговор или другие судебные решения

Отметим, что результат, как логическое понятие сегодня даже не рассматривается...

Хотя, в логике *РЕЗУЛЬТАТ рассматривается, как событие, фиксирующее качественную оценку достижения какой-то цели в процессе решения логической задачи*. Он не может быть положительным или отрицательным по отношению к достижению цели. Эту сторону оценки дает логический ответ. Результат фиксирует факт изменения условий после проведенного логического действия.

Например, мы решаем арифметический пример. В конце вычислений мы получили какое-то число. Это *исход* конкретного решения, как *результат* наших вычислений. А вот проверка соответствия или несоответствия этого результата ответу, написанному в конце учебника, дает нам *логический ответ – Да или Нет*.

В показанном примере результат, как сумма исходов проведения простых математических операций, отражает качественную и количественную составляющую полученного ответа. Логическую оценку дает логический ответ. Отметим, что получение логического ответа требует отдельного действия по выработке соответствующего логического состояния, входящего в состав разрешенных для данной логической системы определения.

Событие.

Формализации логики потребовала введения новых универсальных средств ориентации в пространстве представления. Новый ориентир должен объединить все старые ориентиры в один универсальный. С него все должно начинаться и им же заканчиваться. Такой ориентир нашелся.

Это – *событие*.

У понятия «событие» много толкований.

²⁶ И.А.Палий Введение в теорию вероятностей. М, Высшая Школа 2005г. стр.15-16.

Вот, например:

Событие — то, что имеет место, происходит, наступает в произвольной точке пространства-времени; значительное происшествие, явление или иная деятельность как факт общественной или личной жизни; подмножество исходов эксперимента

Мы пока ограничимся только одним:

Событие, это зафиксированное изменение состояния.

Если логическая система фиксирует любое изменение состояния, это — событие. И не важно, изменение чего именно. Реальности, решения логической задачи, информации, цели или состояния. Это всё — события. И все они имеют одинаковый начальный статус в логике представления.

Правда, потом все начинает изменяться. С событиями происходит то же самое, что и с целями. Одни становятся главными и определяющими, вторые уходят в тень. До поры, до времени. Третьи становятся контрольными точками теперь уже новых логических связей, причинно-следственных. Оказывается, чтобы произошло событие А, обязательно должно произойти событие В. И наоборот, если произошло событие В, то произойдет и событие А. Или может произойти. События А и В оказались связанными. Событие В оказалось *условием* для осуществления события А.

Возник новый вид логической связи событий — связь по условию. Условия, как определяющие факторы осуществления событий быстро стали самостоятельными логическими понятиями. И теперь, для любого события должны быть определены условия его совершения.

Условие.

С этим оказалось трудно.

Условие — какое или чего. То, что делает возможным что-н. другое, от чего зависит что-н. другое, что определяет собою что-н. другое. **Толковый словарь Ушакова**

Понятие условия оказалось весьма многогранным. В логике, в том числе и математической, под условием понимается очень широкий спектр применяемых вариаций. От логической связки «если -... то», до дополнительных параметров для решения задачи.

Пока сформулируем это понятие примерно так:

Условие — это внешний или внутренний фактор, косвенно влияющий на ход решения логической задачи.

И иногда, самым радикальным образом, к сожалению...

А для логической системы, *условие* — это задача, требующая решения параллельно с основной, в заданный момент времени.

Хорошо, если условие задано простым логическим ответом, но все же, его необходимо получить в нужное время в нужном месте. Таким образом, условие в логике может быть задано или шаблоном решения для получения заданного состояния события, или логическим ответом, при котором задача имеет решение.

Если условие это то, что должно предшествовать или произойти одновременно, то *условность, это предполагаемый вариант решения, предшествующий реальному.*

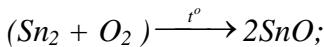
Переход от реальности решений к *условности* резко расширил возможности логической системы в поиске решений по достижению поставленных целей. Условность событий распространилась и на решение задачи. Это оказалось очень удобно. Здесь сработал переход от сравнительной характеристики условий к абсолютной.

Условное решение не предполагает совершения каких-то реальных действия, это лишь *прогноз решения*. Один из возможных вариантов.

Возможно, есть и другие виды записи условий, посмотрим...

Переход с условием.

Обычно, кажется, из химии мы впервые узнаем, что можно записать, например, ход химической реакции через условие. Примерно так:



И, странное дело, оказывается интуитивно понятным и логичным появление значка t^o . Все, почти сразу понимают, что реакция идет при нагревании.

Такая форма записи перехода с условием оказалась очень удачной и быстро стала применяться повсеместно.

Везде, кроме логики. Видимо, специалисты по логике скептически оценивают логическую справедливость такой формы записи.

И для этого есть основания.

Ну, действительно, возьмем и запишем переход от события А к событию В в зависимости от события С:



С логической точки зрения это абсурд. В качестве предполагаемого условия у нас стоит событие. Тогда уж лучше:



Что переводится, как: Если произойдут события А и С, то произойдет и событие В. Логическое действие конъюнкции здесь совершенно обосновано. И логически, ... и математически, что очень немаловажно. Действие производится с одинаковыми величинами, и ответ мы получаем ... в этой же размерности – событии. Все четко и понятно.

А как же интуитивная логичность химической реакции?

Отметим, что в качестве условия в этой форме записи стоит логический объект, несравнимый с начальными объектами и конечным ответом. Нагрев. И тогда переход становится логичным и понимаемым.

Но, в логике событий, кроме событий, других логических объектов – нет.

Взяли исходные компоненты Sn (событие) и O (событие), произвели их нагревание (событие), и получили новый компонент SnO (событие). При таком понимании запись химической реакции с нагревом в виде условного перехода, с логической точки зрения, теряет смысл.

Математики это уловили. И переход с условием в математическом понимании выглядит примерно так:

$$f(x^2+b) \xrightarrow{b=0} f(x^2); \quad 4)$$

В этом логическом переходе нам сообщается, что при $b=0$ функция $y=x^2+b$ становится функцией $y=x^2$. Только при этом условии. Во всех остальных случаях первоначальная функция сохраняется.

С точки зрения логики, как и математики, применение перехода с условием здесь обоснованно. В условии стоит не событие, а результат.

Первый выход из логического тупика есть. Я могу предложить еще один.

Для этого введем понятие – шаблон решения логической задачи.

А теперь обратимся к рис.8. Оказывается, задачу можно решать по одному шаблону, но с разной направленностью, относительно объекта.

Понятно. Обозначим шаблон, как Ш1.

Этот шаблон мы можем применить к решению какой-то задачи. Мы работаем в логике событий. И задача в основе имеет – событие.

Решением задачи будет получение какого-то события с каким-то исходом, в виде логического ответа. Так мы это и запишем:

$$Ш1(C)=ДA; \quad 5)$$

Таким образом, для решения задачи, относительно события C применена схема шаблона III. Необходимый нам ответ – ДА. Но, понятно, задача может быть решена с любым исходом..., какой получится. Нам бы надо – ДА.

Мы получаем выражение логического перехода с условием:

$$A \xrightarrow{\text{Ш1(С)=ДА}} B; \quad 6)$$

Это выражение говорит, что для перехода от события A к событию B надо решить задачу относительно события C по шаблону Ш1 с получением логического ответа ДА. Только при этом условии такой переход возможен. Применение условия для перехода логически и математически обоснована. И в качестве условия стоит ... событие C .

И нам оказывается уже совершенно не важно, в системе какой математической логики, будет решаться задача и будет получен ответ. Нам важно, чтобы событие C произошло. И тогда мы доберемся до B .

Никакой конъюнкцией этот переход не записать. И величины несравнимы, и результат ... пока неизвестен.

Мы лишь подтвердили интуитивную логичность перехода с условием. А вместе с ним и то, что логика событий имеет значительные отличия от формальной математической логики логических ответов. От Булевой логики.

Переход с условием в логике событий занимает центральное место. Он объединяет условия и события.

Выбор

Выбор появляется там, где есть из чего выбирать. Есть разнообразие – есть выбор. Если выбор из одного возможного, то ... выбор только абсолютный, или брать то, что есть, или не брать ничего..., что выбором является только частично, исходя из условий и необходимости. С другой стороны, если выбор слишком широк, и нет достаточных условий для определения, то ... выбора нет.

Условия для выбора появляются при наличии цели в выборе. Появление цели формирует задачу её достижения. И появляются условия выбора. Ориентация на цель определяет и стратегию возможного выбора. Выбирать одно из множества или выбирать выполнимое, отсекая остальные варианты.

Вот, например, задача выбора пути достижения цели a . Есть варианты b , c , d . Запишем задачу выбора в общем виде:

$$\mathcal{I}(a) = [B=(b, c, d) \setminus (\mathcal{I}(a))] / \rightarrow(b, c, d) \quad 7)$$

Кстати, в этой задаче, видимо, количество выбранных элементов может быть больше одного. Здесь не указаны условия выбора. Пока мы только фиксируем саму возможность выбора.

Мы можем сразу выбрать лучший вариант. Или выбрать выполнимые варианты, отсекая невыполнимый. Это тоже выбор, но по другим критериям. Выбор по противоположности.

Но это уже устанавливается определением условий выбора.

Логическое состояние и логический ответ.

Что же такое – Логический Ответ? Оказывается, это совсем не простейшие ДА и НЕТ. Хотя на каком-то уровне решений они формируются в простейшей форме противоположностей.

Для сегодняшней машинной логики логический ответ, это набор разрешенных системой логических состояний. ДА и НЕТ, 0 и 1. Других вариантов логических ответов сегодня у машины с двоичной логикой нет. Троичная машинная логика имеет больше разрешенных состояний логических ответов – ДА, НЕ ЗНАЮ, НЕТ или 1, 0, -1.

В элементарных операциях машинной логики клетки таких разрешенных системных логических состояний должно быть четыре. По числу оснований в системе кодирования РНК и ДНК: A, U(T), C, G. Для различия этих состояний с тем, что вырабатывает функциональный

центр управления клетки, мы будем разделять понятия логических состояний A, U(T), C, G, и логических ответов.

Сразу скажем, что даже на первичных уровнях клеточных организмов Логический Ответ в форме разрешенных логических состояний очень быстро стал ... эмоциями.

Эмоциональная оценка на уровне клетки, это образ суммирования элементарных логических ответов в решении той или иной логической задачи управления.

У человека этот образ стал еще более многогранным. С палитрой чувств и нюансов их сочетаний...

Наличие четырех возможных логических состояний в системе управления клетки позволяет ей быстро переходить из одной системы определения в другую. От абсолютного определения на уровне противоположностей к относительному определению и обратно. Потому, что *двоичная и троичная логика на уровне клетки, это только шаблоны упрощенного логического определения на основе базовых логических состояний.*

Вот тут и возникают различия в вариантах логического определения. Например, для троичного:

- троичная логика с возможными состояниями - ДА, НЕТ, НЕ ЗНАЮ;
- относительное определение - ВПРАВО, ВЛЕВО, ПРЯМО или БОЛЬШЕ, МЕНЬШЕ, ТОЧНО;
- модальные логики и т.д.

Такая возможность возникает только в том случае, если *применяемая система логического определения не является технической основой логики данной системы управления.* Это только шаблоны, применяемые в зависимости от условий решаемой задачи.

Но, в составе логического ответа системы управления клетки все равно применяются все разрешенные состояния. При применении любой системы логического определения.

По этой причине мы и не можем сразу и однозначно принять тот или иной вариант ответа, если это только ДА или НЕТ. У нас ответов больше...

Противоположность.

Это техническое понятие, выработанное логической системой при работе с химической информацией. Этот способ восстановления информации по его противоположности открыл клетке возможность проведения работы с информацией. Методом копирования. Клетка довела метод до совершенства. До самокопирования и деления. С этого началась Жизнь.

И тем более важным стало логическое действие получения противоположности. На любом уровне определения и по любому признаку. Это стало отдельным источником информации, и, часто, не менее продуктивным, чем первоначальная внешняя информация. Получение противоположности, стало и самостоятельным действием, и составной частью других важнейших действий логической системы.

Операция инверсии или отрицания в математической логике никак не отражает истинной сложности и важности получения противоположности для логической системы управления.

Полярность, это начало *противоположности*. И возможно, наиболее полное её понимание.

Потому, что поляризовать или разнести в разные стороны понимания относительно оси симметрии, *мнимой* или *вещественной*, можно практически все понятия и определения, результаты, логические ответы, действия и объекты. Лишь бы нашлось хоть одно качественное различие между парой сравнения.

Насколько бесконечен процесс *поляризации и разделения* на основе детализации качеств объектов сравнения, настолько же бесконечен и процесс их обобщения.

Вопрос только в целях этого процесса.

С другой стороны, полярность еще не определяет понятия противоположности. Это только общая часть понятия. Только качественная оценка различий, не более. Выделение разных объектов сравнения. На основе найденных различий.

Полярности.

ПОЛЯРНОСТЬ

— ПОЛЯРНОСТЬ, полярности, мн. нет, жен. (книжн.). отвлеч. сущ. к полярный во 2 знач.; полная противоположность (взаимодействующих сил, взглядов, мнений). Полярность мнений. Полярность интересов. Толковый словарь Ушакова. Д.Н. Ушаков. 1935 1940 ... Толковый словарь Ушакова

полярность — контраст, противоположность Словарь русских синонимов. полярность сущ., кол во синонимов: (2) • ↑контраст (3) • ↑противоположность (15) ... Словарь синонимов

ПОЛЯРНОСТЬ — англ. polarity; нем. Polarität. 1. Отношение, выражающее попарную противоположность нек-рых сторон объекта (признаков, свойств, тенденций развития), называемых полюсами (напр., анализ синтез; эмпирическое теоретическое и т. д.). 2.... ... Энциклопедия социологии

ПОЛЯРНОСТЬ (от греч. polos – небесный свод над полюсами)

противоречивое отношение, развитие сущности в двух противоположных, но тем не менее взаимно обусловливающих и взаимно дополняющих друг друга направлениях;

Философский энциклопедический словарь. 2010.

ПОЛЯРНОСТЬ Философия (позднелат. polaris – полярный, от греч. πόλος – полюс) – отношение, выражающее попарную противоположность нек-рых сторон объекта (признаков, свойств, тенденций развития), называемых полюсами. dic.academic.ru> Философская энциклопедия

Если логические противоположности не блокируют и не меняют свойств друг друга, то это – поляры. Поляры или полярности могут быть построены, как по функциональному признаку, так и по другим качественным характеристикам. Например:

- Действие – объект.
- Событие – исполнительная команда, как пассивная фиксация изменения и создание этого изменения. Они полярны в понимании, но независимы в применении. Могут появляться и учитываться, как одновременно, так и отдельно.
- Результат – Логический Ответ.
- Объект – Образ

Полярность изначально является создаваемым противопоставлением. Мы формируем полярности в относительном понимании различий качеств при сравнении.

Главным в понимании полярности является сравнение и нахождение различий. Нахождение различий является основой для создания полярности понятий. Любых.

Если вернуться к основам логики, то создание полярности, это создание детализации множества до отдельных объектов сравнения. На основе любого признака различия объектов этого множества.

Функциональные полярности.

Действие – ожидание, как полярности в отражении режима работы системы управления.

Решение – результат, как полярности частей в задаче.

Счетные полярности.

Один – Много

Часть – Целое.

Относительные полярности.

Они полярны только относительно оси симметрии. И существуют, пока есть ось симметрии:

Правый – Левый,

Верх – Низ.

Сравнительные полярности.

Они уже сравниваются не между собой, а с эталоном. И существуют, пока есть эталон сравнения:

Далеко – Близко.
Больше – Меньше.

Логические противоположности.

Если внимательно приглядеться к логическим противоположностям, то окажется, что и они вполне разнообразны. Вот только некоторые...

Действительные противоположности.

К таким противоположностям можно отнести пары антагонистов, уничтожающих или блокирующих действие друг друга. Как кислота и щелочь, положительное и отрицательное, например. Но, как выясняется, таких противоположностей в логике совсем немного.

Качественные противоположности.

Тут надо обратить внимание на главное: противоположность логических объектов рассматривается только в отношении их свойств или качеств. И наоборот, противоположность одного качества двух объектов может служить основанием для объединения их в пару противоположностей. Собственно, о качестве мы и говорим, когда говорим о противоположности: черное и белое, тихое и громкое, ... и т.д.

Противоположность качества в приложении к логическим объектам и создает логические противоположности объекта с разным направлением действия одного и того же качества. Одного. Потому мы и понимаем под противоположностями черную кошку и белую кошку, а не ворону или собаку, например. Эти объекты в таком качестве несравнимы. В них сравнивать можно только цвет, его и определять, как противоположность.

Создаваемые противоположности.

Это противоположности, создаваемые логической системой для применения в решениях задач управления. Эти противоположности могут создаваться и задаваться для любого понятия или объекта логической системы, не имеющих действительных противоположностей. В этом случае характер создаваемой противоположности определяется противоположным направлением действия относительно оригинала.

Цель – противоцель

Математические логики, определяя противоположность, как *инверсию*, именно так и создают противоположности.

Односторонние противоположности.

Это противоположности, создаваемые только наличием или отсутствием аргумента:

Условие – безусловность.

Цель.

Можно только констатировать, что понятия цели в изучаемой сегодня логике – нет.

Цель — идеальный или реальный предмет сознательного или бессознательного стремления субъекта; финальный результат, на который преднамеренно направлен процесс^[1].

Возникновение цели называют постановкой. Существуют два основных вида постановки цели: **прямая** и **опосредованная**. В первом случае сначала ставится цель, затем определяются способы её достижения. В случае опосредования цели наличествует некоторый протекающий процесс. Субъект этого процесса намечает некоторое состояние объекта процесса, которое определяет как удовлетворяющее смыслу процесса. Тогда это состояние называется целью процесса

Если процесс, воздействующий на некоторый объект, прекращается при достижении цели, то цель называют **конечной**. Если нет, то **промежуточной**.

В случае прямой постановки конечной цели на пути к её достижению могут выделять несколько промежуточных целей. В случае опосредованной постановки конечной цели промежуточные цели выделяют лишь изредка.

На практике обычно промежуточные цели выделяют для длительных процессов, либо же процессов, очень сильно воздействующих на качественные характеристики их объектов.

Цель в технике предусматривает *положительную динамику*, изменение текущего состояния чего-либо в сторону улучшения, удовлетворения определённых потребностей или требований. Измеримость цели предполагает, что по описанию цели можно легко определить, насколько её достижение улучшит текущее состояние (с <состояние> до <состояние>).

Цель — отвечает на вопрос «Чего нужно достигнуть?», а задача — на вопрос «Какими действиями этого можно достичь?». Цель в технике часто ошибочно идентифицируют с задачей. Например, «цель — строительство нового многоэтажного жилого дома». На самом деле, «строительство многоэтажного жилого дома» — задача, цель же — «повышение благосостояния отдельной категории граждан».

Целевая функция:

Функция, связывающая цель (оптимизируемую переменную) с управляемыми переменными в задаче оптимизации.

В широком смысле **целевая функция** есть математическое выражение некоторого критерия качества одного объекта (решения, процесса и т.д.) в сравнении с другим. Примером критерия в теории статистических решений является среднеквадратический критерий точности аппроксимации. Цель — найти такие оценки, при которых целевая функция достигает минимума.

Важно, что критерий всегда привносится извне, и только после этого ищется правило решения, минимизирующее или максимизирующее целевую функцию.

Далее можно посмотреть в [1,2]. А мы продолжим... о цели в логике.

О механистическом понимании цели, в системе управления.

Сегодня можно сказать, что технически в системе управления, цель [31] определяется как задача нахождения центром управления фактора влияния на управляемый объект. Фактор влияния на управляемый объект и есть — цель управления по ОС для логической системы управления.

Таким образом, целевая задача управления и означает *нахождение и построение понимаемой системой цепи управления объектом на основе информации, получаемой по линии обратной связи*.

Для этой задачи есть только один возможный результат — решить задачу.

А вот вариантов решений может быть сколько угодно, и время не ограничено.

В качестве аналога использован все тот же бесконечный цикл кольца управления на основе ОС. Цикл закончится только при достижении цели. С этого момента любая целевая задача становится безальтернативной. Единственно возможный исход — достижение цели.

А если цель в принципе недостижима? Значит, цель становится постоянной, как и задача по её достижению.

Естественная цель любого управления — продлить управление бесконечно.

Эта постоянная цель и запустила механизм решения поставленной задачи — **эволюцию**. Все остальные характеристики и многообразие целей появились из этой - основной.

Здесь можно сделать обобщение. Все задачи в системе управления — целевые. Других здесь просто нет. И любая задача управления начинается с определения и формирования целей.

Формирование целей, это создание набора потенциальных целей. К ним система управления относит все возможные составляющие, входящие в данную задачу.

Логика должна делать процесс определения и формирования целей на основе простых, а лучше, автоматических действий, заложенных в возможности логической системы.

Частным, но очень важным следствием функции присвоения становится функция присвоения статуса — Цели. Запишем его так:

$$a \rightarrow \mathcal{U}(a); \quad 8)$$

Если $\mathcal{U}(a)$ — достичь **a**, то противоположность действий относительно объекта цели — никогда не достигать **a**.

Выделим из выражения функцию:

$$\rightarrow \mathcal{U}; \quad 9)$$

Это функция определения цели. Цель у логической системы появилась еще на стадии однозначной логики, когда даже не было понятия противоположности.

Цель стала самостоятельным понятием логики. К нему применима смена направления действия

Вот, представим себе, что у нас идет какой-то физический процесс, связанный с логическим объектом b . При этом качественная составная управляемого логического объекта a , назовем её – Ka , которая из состояния Ka_1 переходит в состояние Ka_2 .

Примерно так:

$$Ka_1 \xrightarrow{b \rightarrow 0} Ka_2 \quad 10)$$

В это же время, как мы видим, логический объект b стремится к 0.

И в какой-то момент, когда изменение качества Ka превышает допустимый пороговый уровень, появляется сигнал об этом:

$$|Ka_1 - Ka_2| = \Delta Ka \quad 11)$$

Появление сигнала отклонения в цепи обратной связи запускает процесс сигнализации о появлении отклонения, как изменения качества системы сигнализации:

$$Kc_1 \xrightarrow{\Delta Ka \rightarrow 1} Kc_2 \quad 12)$$

Сигнал принят, и ... начинается спешное формирование целей. Система еще не знает, что надо делать, как, кто виноват..., но надо что-то предпринимать...

Зачем формируется цель? Для уравнивания величин сравнения.

С появлением цели все различные логические объекты и их фиксируемые качества в этой задаче, получают универсальное объединяющее качество. Теперь они все – цели. Вне зависимости от того, чем они были раньше.

Цели формируются по всем составляющим условного процесса, в котором появился сигнал:

$$\mathcal{U}_1 = Ka_1; \quad 13)$$

$$\mathcal{U}_2 = Ka_2;$$

$$\mathcal{U}_3 = \Delta Ka;$$

$$\mathcal{U}_4 = b;$$

$$\mathcal{U}_5 = (b \rightarrow 0)$$

На всякий случай...

Вот теперь начинается работа. Надо установить противоположность зафиксированных целей. Тут все просто. Начало ... и конец – это противоположности. Нужно и соответствие целей. Это сложнее. Но, принцип тот же: в начале одни цели, в конце - другие:

$$\mathcal{U}_1 = \overline{\mathcal{U}_2}; \quad 14)$$

$$\mathcal{U}_4 = \overline{\mathcal{U}_5};$$

$$\mathcal{U}_1 = \mathcal{U}_4;$$

$$\mathcal{U}_2 = \mathcal{U}_5;$$

Пока мы даже не говорим, как это делается. Вполне возможно, что случайно. Но когда-то такое соответствие будет зафиксировано.

У нас осталась одна цель, которая не входит в составленные пары.

$$\mathcal{U}_3 = \Delta Ka.$$

Это причина появления сигнала об изменении. Его надо чему-то приравнять и с чем-то противопоставить.

Но, начинать надо с системы управления. Что контролируется, и как этот сигнал появляется?

Появилось отклонение от нормы, значит надо что-то порулить и вернуть всё в состояние «как было». В исходное состояние.

Будем считать, что у нас система управления работает на этом же принципе. Если появился сигнал, значит, есть отклонение от нормы. А норма, это – что?

Это исходное состояние. Как «было»:

$$\begin{aligned} \mathcal{C}_1 &= K a_1; \\ \overline{\mathcal{C}_3} &= 0; \\ \mathcal{C}_4 &= b; \end{aligned} \quad 15)$$

У цели \mathcal{C}_3 появилась противоположность. Действительно, в исходном состоянии сигнала об отклонении нет. Вот теперь можно оценивать ситуацию. Все цели сформированы.

Локализация цели – выбор главной цели, имеющей наибольшее влияние на данную линию управления физическим объектом системы.

Мы оцениваем какие-то *качества*, и … логический *объект* b . Он у нас составляет условие действия контролируемого процесса. Но система пока этого не знает. Она знает другое – вес логического объекта (1,0) выше веса качества (0,1). Просто потому, что качество – составная часть любого объекта. В данном случае основная цель устанавливается по наибольшему весу. Это наиболее вероятное решение простейших логических систем. Разнообразие ответов появляется только с развитием логической системы.

Целевая задача управления сформирована:

$$\mathcal{C}_5 \rightarrow \mathcal{C}_4; \quad 16)$$

\mathcal{C}_4 – вот она, главная Цель.

Надо вернуть в исходное состояние логический объект b .

$$0 \rightarrow b; \quad 17)$$

Есть исходная точка для начала решения задачи и есть конечная цель. Автономная логическая система нашла ответ в решении целевой задачи.

Если других вариантов ответов в этой задаче нет, то полученный ответ становится конечным результатом.

Это требует отдельной процедуры – принятия решения об установлении цели для работы системы. Теперь, цель, из потенциальной стала фактической. Наличие конечной цели оставляет в финале решения формируемой задачи только один возможный вариант результата – достижение этой цели.

Вот теперь решения … для достижения практического адекватного управления. Это следующий этап решения задачи логического управления.

Конкуренция целей.

Любая цель системы имеет самый высокий статус и необходимость её достижения. Цели системы не могут конкурировать между собой, потому что все цели системы – разные. Они не компенсируются одна другой. Каждая цель сама по себе.

И все же. Есть и баланс, и конкуренция целей.

В этом случае разговор идет не о самих целях, а о силе их влияния на логическую систему. Вот функциональное влияние ($f\mathcal{C}$) любой цели на логическую систему имеет общий характер.

И потому, мы вправе записать, например, как баланс целей, такое выражение:

$$f\mathcal{C}(A) = f\mathcal{C}(B);$$

Выражение конкуренции целей выражает неравенство:

$$f\mathcal{C}(A) \neq f\mathcal{C}(B); \quad 18)$$

И его частные случаи:

$$\begin{aligned} f\mathcal{C}(A) &> f\mathcal{C}(B); \\ f\mathcal{C}(A) &< f\mathcal{C}(B); \end{aligned} \quad 19)$$

И вычислить характер и знак отклонения:

$$f\mathcal{C}(A) - f\mathcal{C}(B) = \Delta f\mathcal{C}; \quad 20)$$

Цель, имеющая самое большое функциональное влияние на логическую систему, становится приоритетной целью системы. И тогда появляется возможность выбрать главную цель по наибольшему влиянию. Задача выглядит так:

В данном случае мы применили сравнение функции влияния разных целей. Нашли максимальный показатель и по нему вывели соответствующую цель, как главную цель.

Но, это не единственный вариант решения. Это математический путь.

Есть еще логический. Когда сравниваются логические эквиваленты, не имеющие четкого математического определения. Эту задачу я пока для себя не решил...

Образ

И опять можно только констатировать, что в логике это понятие пока не применяется.

Это странно, ... и тем не менее. Но, методологическое понятие есть.

Смотрим:

Образ — визуальный образ, зрительный образ, изображение.

Образ — порядок, способ, метод, организация.

Образ (философия) — одно из основных понятий материалистической диалектики, которым обозначают форму существования материального в идеальном, сложного обобщения объективного и субъективного.

Образ (психология) — формируемый в сознании человека мысленный (ментальный) образ воспринимаемого им в окружающей среде объекта.

Образ — в математике, результат (\mathcal{Y}) отображения прообраза (\mathcal{X}) для заданных отображения (функции) $F: X \rightarrow Y$, $x \in X$ и $y \in Y$. Записывается как $y = F(x)$.

Образ (информация) — воспроизведение объекта, информация о нём или его описание, структурно сходное, но не совпадающее с ним.

Образ диска (англ. *disk image*) — компьютерный файл, содержащий в себе полную копию содержания и структуры файловой системы и данных, находящихся на диске.

Образ оптического диска — файл, содержащий в себе всю информацию и структуру оптического диска.

Образ ПЗУ (англ. *ROM image*) — файл, содержащий копию данных из микросхемы ПЗУ, например, из картриджа игровой приставки, из ПЗУ компьютера, ПЗУ игрового автомата и т. д.

Образ, икона — в христианстве изображение лиц или событий священной или церковной истории, являющихся предметом почитания. В общем смысле — частичное отображение (например, в Пятикнижии сообщается, что Бог творит человека «по Своему образу и подобию»).

Теперь продолжим, о механистическом понимании образа.

В системе управления.

Образ одновременно сложный и простой логический объект. На этом уровне логики логическая функция обобщения $a, a, a, \dots \leftrightarrow A(a)$ была доведена до предельного логического понимания [1].

Напомним, что *образ*, это набор инструкций, делающих информацию понимаемой системой. Образ, это каркас для набора информации. И от того, как меняется каркас, меняется и представление одной и той же информации. Образ изначально функционален.

Информация и образ стали общими понятиями функционального управления. И даже пересеклись. Теперь к информации добавилось требование системы — быть образной, а к образу — быть информативным.

Это вполне обоснованное требование логической системы. Информация должна быть представима системой, т.е. быть ей понятной. И образ должен обладать этим же качеством. Но, одновременно образ и заставил перейти на качественно новые виды решения логических задач. И не только решения, но и *представления* этих задач. Чтобы начать решение задачи, необходимо четко представлять саму задачу. Что это такое, есть ли аналоги, как это понимать?

Задача должна быть узнаваемой. Определяемой. Представляемой.

Унификация задачи и решения, вопроса и возможного ответа позволили логической системе проводить всесторонний анализ этой, теперь уже единой связки «вопрос-ответ» как единого логического объекта и как сложного образа. При этом каждый образ связки сохранял и свою индивидуальность в системе. По причине того, что клетка, работая на принципах случайных решений, находит новые пути решения, не отбрасывая старых. Сохраняет всё.

Так в логической системе клетке появилось два новых логических объекта. *Образ поступающей информации и образ логического эквивалента* системы. Как задача и её возможное решение.

Мы уже говорили, что основа образа – инструкция понимания информации. И сама информация в виде вложения в функциональный каркас инструкций сборки образа.

Образ состоит из примитивов, но и сам становится примитивом в составе более сложного образа.

Образ включает в себя всё. Всё, что относится к отображаемому объекту. Образ становится эквивалентом этого объекта. Сработал принцип симметрии: *реальный объект, это то, что вне логической системы, а его образ – системный эквивалент*. Он внутри системы.

Образ сохраняет постоянную видимую сложность. Логическое пространство образа требует заполнения, для сохранения логической структуры образа. При любой детализации или любой степени обобщения.

Ту же самую степень сложности сохраняют и образы других органов чувств. Звуковые, вкусовые, обонятельные, тактильные...

И все вместе, они – образ. Многогранный образ, главные свойства конкретного физического объекта. Образ позволяет найти этот объект по любому начальному, пусть и минимальному, объему исходных данных. Восстановить полный объем информации и иметь возможность моделировать этот объект средствами логической системы. Как в логической модели, так и физически.

Для этого и нужен образ.

Логическое обоснование.

В объеме изучаемой сегодня логики этого понятия нет. Почему - непонятно. Хотя, как мы увидим, найденные определения четко указывают на принадлежность обоснования к логике. Вот и пришлось разбираться. Конечно, нашлась логическая операция доказательства, которая и обеспечивает процесс обоснования. Но самого понятия обоснования в логике не видно. С другой стороны, вот же, есть. Вот что мы находим в [23]:

ОБОСНОВАНИЕ - процедура проведения тех убедительных аргументов, или доводов, в силу которых следует принять к.л. утверждение или концепцию. О. является, как правило, сложным процессом, не сводимым к построению отдельного умозаключения или проведению одноактной эмпирической проверки. О. обычно включает целую серию мыслительных действий, касающихся не только рассматриваемого положения, но и той системы утверждений, той теории, составным элементом которой оно является. Существенную роль в механизме О. играют дедуктивные умозаключения, хотя лишь в редких случаях процесс О. удается свести к умозаключению или цепочке умозаключений.

Все многообразные способы О., обеспечивающие в конечном счете "достаточные основания" для принятия утверждения, делятся на абсолютные и сравнительные.

- Абсолютное О. - это приведение тех убедительных или достаточных оснований, в силу которых должно быть принято обосновываемое положение.
- Сравнительное О. - система убедительных доводов в поддержку того, что лучше принять обосновываемое положение, чем иное, противопоставляемое ему положение.

Совокупность доводов, приводимых в поддержку обосновываемого положения, называется основанием О.

- Общая схема, или структура, абсолютного О.: "А должно быть принято в силу С", где А - обосновываемое положение и С - основание О.
- Структура сравнительного О.: "Лучше принять А, чем В, в силу С". Напр., выражение "Следует принять, что небо в обычных условиях голубое, поскольку в пользу этого говорит непосредственное наблюдение" - это абсолютное О., его резюмирующая часть. Выражение же "Лучше принять, что небо синее, чем принять, что оно красное, основываясь на положениях физики атмосферы" - это результирующая стадия сравнительного О. того же утверждения "Небо голубое". Сравнительное О. иногда наз. также рационализацией: в условиях, когда абсолютное О. недостижимо, сравнительное О. представляет собой существенный шаг вперед в совершенствовании знания, в приближении его к стандартам рациональности.

Очевидно, что сравнительное О. несводимо к абсолютному: если удалось обосновать, что одно утверждение более правдоподобно, чем другое, этот результат невозможно выразить в терминах изолированной обоснованности одного или обоих данных утверждений.

Требования абсолютной и сравнительной обоснованности знания (его обоснованности и рациональности) играют ведущую роль как в системе теоретического и практического мышления, так и в сфере аргументации. В этих требованиях пересекаются и концентрируются все другие темы эпистемологии, и можно сказать, что обоснованность и рациональность являются синонимами способности разума постигать действительность и извлекать выводы, касающиеся практической деятельности. Без данных требований аргументация теряет одно из своих сущностных качеств: она перестает апеллировать к разуму тех, кто ее воспринимает, к их способности рационально оценивать приводимые аргументы и на основе такой оценки принимать их или отбрасывать.

...С разложением "классического" мышления смысл проблемы О. существенно изменился. Стали очевидными три момента:

- никаких абсолютно надежных и не пересматриваемых со временем оснований и теоретического и тем более практического знания не существует и можно говорить только об относительной их надежности;
- в процессе обоснования используются многочисленные и разнообразные приемы, удельный вес которых меняется от случая к случаю и которые несводимы к какому-то ограниченному, каноническому их набору, представляющему то, что можно назвать "научным методом" или более широко - "рациональным методом";
- само О. имеет ограниченную применимость, являясь прежде всего процедурой науки и связанной с нею техники и не допускающей автоматического перенесения образцов О., сложившихся в одних областях (и прежде всего в науке), на любые другие области.

В современной эпистемологии "классическая" проблема О. трансформировалась в задачу исследования того лишенного четких границ многообразия способов О. знания, с помощью которого достигается приемлемый в данной области - но никогда не абсолютный - уровень обоснованности. Поиски "твердых оснований" отдельных научных дисциплин перестали быть самостоятельной задачей, обособившейся от решения конкретных проблем, встающих в ходе развития этих дисциплин.

О. и аргументация соотносятся между собою как цель и средство: способы О. составляют в совокупности ядро всех многообразных приемов аргументации, но не исчерпывают последних.

В аргументации используются не только корректные приемы, к которым относятся способы О., но и некорректные приемы, подобные лжи или вероломству и не имеющие ничего общего с О. Кроме того, процедура аргументации как живая, непосредственная человеческая деятельность должна учитывать не только защищаемый или опровергаемый тезис, но и контекст аргументации, и в первую очередь ее аудиторию.

Приемы О. (доказательство, ссылка на подтвердившиеся следствия и т. п.), как правило, безразличны и к контексту аргументации, и, в частности, к аудитории.

Приемы аргументации могут быть и почти всегда являются более богатыми и более острыми, чем приемы О. Но все приемы аргументации, выходящие за сферу приемов О., заведомо менее универсальны и в большинстве аудиторий менее убедительны, чем приемы О. (см.: Аргументация эмпирическая, Аргументация теоретическая, Аргументация контекстуальная, Целевое обоснование, Достаточного основания принцип).

Посмотрим в других источниках:

ОБОСНОВАНИЕ — мыслительная процедура, основанная на использовании определенных знаний, норм и установок для принятия каких-либо утверждений, оценок или решений о тех или иных действиях.

ОБОСНОВАНИЕ — способ убеждения в истинности (правильности) чего-либо, напр. мысли или действия. Это обоснование в широком его значении, оно не связано необходимо с логикой. Обоснованием в этом смысле служат и логическое доказательство, и эксперимент, и обычный опыт. Напр., убеждение в истинности суждения «солнце греет» складывается непосредственно через ощущение, хотя, конечно, оно может быть обосновано и теоретическим рассуждением, использующим физические данные (законы) и логику.

...доказательство и обоснование соотносятся между собой скорее как логика и аргументация. Обоснование — акт мышления, родственный доказательству, но с более широким и более интуитивно значимым классом аргументов. Как говорят интуиционисты, обоснование возможно «до тех пределов, до которых ведет интуиция» (Клинч С. К. Математическая логика. М., 1973, с.234).

... В сфере дедукции последними по глубине основаниями являются законы логические. Поэтому, чтобы логически обосновать какую-либо связь суждений, ее необходимо привести к форме логического закона. Вместе с тем выбор логических законов сам нуждается в обосновании, которое может и не принадлежать логике. **Новая философская энциклопедия. – 2003**

ОБОСНОВАНИЕ — мыслительный процесс, основанный на использовании определенных знаний, норм и установок с целью регламентации и эталонизации практической и познавательной деятельности.

О. является **логическим** каркасом научной аргументации, подобно тому, как понятие является **логической** формой слова (словосочетания), а суждение - **логической** формой предложения. voluntary.ru>Социология: Энциклопедия. – 2003

Принципы логического обоснования.

Материал взят из [1].

Что и на основании чего признается логичным, т.е. связанным в систему логики?

В основе логического обоснования лежит задача ЦЕЛЬ – РЕЗУЛЬТАТ. Всё начинается с цели создания того или иного логического обоснования. Логичность построения логического обоснования определяется целью. А результат мы уже знаем. Как всегда, надо найти цепочку доказательства. И тогда задача будет решена.

В запасе у нас не так уж много инструментов. Собственно, по большому счету их всего четыре: *детализация и обобщение*, тут же *порядок следования, создание полярности и уравнивание эквивалентов*. Вот на основе этих инструментов и устанавливается цепочка обоснования логичности исходного системного понятия задачи: цель - результат. Во всех вариациях его понимания. Как вопрос-ответ, причина-следствие, сходство-различие, ... и т.д.

Даже в постановочной части задачи мы видим те же инструменты. Мы или устанавливаем эквивалентность конечных объектов, или полярность до противоположности, или ассоциацию их в одном множестве на основе признака определения, или причинно-следственную связь. Вот на этом пока и остановимся...

Выделим то, что мы перечислили:

- Ассоциация²⁷ в одно множество;
- Эквивалентность;
- Полярность до противоположности;
- Движение по причинно-следственной связи;

Это задачи создания логического обоснования. С одной стороны отдельные и независимые, с другой – взаимосвязанные и составляющие части единого процесса.

Как мы видим, первые две задачи основаны на *обобщении*, вторые две на *детализации*.

Для решения этих основных задач логического обоснования нам и нужны основные понятия логики: Сходства и различия, границы и ограничения, условия и события, качества и счетность, ожидание и действие, и т.д.

Решение задач логического обоснования связей исследуемых объектов составляет основу логической системы и образной памяти.

Здесь просматривается прямая связь основных задач логического обоснования с системой единиц логической системы управления.

Странно, но понятия *доказательство* мы пока не использовали. Странно так же то, что понятия *логическое обоснование* мне так и не удалось найти в словарях. Только – *обоснование*. Хотя используем мы это понятие достаточно часто, и именно, как логическое.

Более того, вместо логического обоснования в логике и философии чаще используется другая форма выражения логической связи объектов – *логическое следование*.

Принцип усиления уравнивания.

Это основной принцип установления логической связи. Обратный принципу полярности. Он обеспечивает постепенное усиление уравнивания объектов сравнения на основе тех или иных качественных признаков с переходом всех объектов в одно множество с одним определителем.

Обратим внимание, на то, что в этом процессе мы постепенно изменяем *действие* в сравнении объектов. Мы изменяем *качественную связь* объектов. На основе усиления объединения объектов в одно множество.

²⁷ Ассоциация (от лат. *accosiare* — соединять) — объединение. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=34062299>

На основе этого определителя и устанавливается эквивалентность объектов сравнения с возможностью их уравнивания в системе этого определителя.

Принцип эквивалентности.

Этот принцип вытекает из принципа усиления уравнивания, но имеет самостоятельное применение. В этом смысле, вся логика построена на сравнении эквивалентов. Их замены в процессе логического обоснования. Этот принцип лежит в основе моделирования и поиска решения. Если мы доказали возможность эквивалентности, то доказали и возможность замены этих эквивалентов одного на другой в любой момент.

Эквивалентность объектов сравнения доказывается на основе усиления уравнивания, т.е. смены действия для эквивалентности в сравнении. Но при этом сравниваем мы уже действия, объекты или понятия. Для них устанавливается эквивалентность.

Эквивалентность.

Для определения своего отношения к объекту рассмотрения нам нужен его понятный эквивалент²⁸ сравнения. Если не с чем сравнить, то ... объекта для нас просто – нет. Он невоспроизводим нашими органами чувств. А то, что хоть как-то прямо или косвенно воспроизводится, всё имеет хоть какие-то эквиваленты, пусть тех же ощущений.

Математическое описание эквивалентности мы читали выше, но оно абстрактно, и может быть приложено к любому понятию и пониманию эквивалентов. Принцип один. Говорим ли мы о звуках, зрительных образах, и не только зрительных, понятие образа значительно шире, или о типах логических задач, мы все равно говорим и об их эквивалентах.

Если же говорить о логической записи эквивалентности, то мы приходим к оценке сравнения эквивалентов. Эта оценка и определяет логичность сравнения.

Полная запись будет выглядеть:

$$(Объект\ сравнения \approx \text{эквивалент}) \rightarrow \text{Логический\ ответ} \quad 22)$$

И мы пришли к логическому ответу, как оценке сравнения эквивалентов. Логика, в отличие от математики, не может пользоваться количественной оценкой в виде конкретного результата. Но, оценку сравнения надо давать.

Мы снова вынуждены обратить внимание на многозначность полученного выражения.

В том виде, как показана запись выражения эквивалентности, можно оценить сам вариант подбора эквивалентов для сравнения. Подходит ли выбранный эквивалент для сравнения? Да или нет. Логически получить достоверный ответ на этот вопрос получить сразу невозможно. И, тем не менее, именно так начинается логическое решение.

Для получения возможности сравнения необходимо уточнить направление сравнения, определить качество для сравнения:

$$(Качество\ объекта\ сравнения \approx \text{эквивалент}) \rightarrow \text{Логический\ ответ} \quad 23)$$

А качеств у объекта – много. И потому, качество надо установить. Или оставить первичную запись б) на последний этап решения, начав решение с необходимого качества.

Сравнение качественных эквивалентов преобразуется в задачу движения по цепочке ассоциативных связей между образами объектов в памяти логической машины. Техническую задачу, похожую на движение в экспертной системе компьютера. С определением сходств и различий качеств сравниваемых объектов. С применением глобальных алгоритмов.

Результат сравнения также отражает качественную характеристику. Это и есть главное обоснование появления логического ответа в сравнении эквивалентов.

²⁸ Эквивалент (от позднелат. *aequivalens* - равнозначный - равноценный) — [предмет](#) или [качество](#), равноценные, или соответствующие в каком-либо отношении другим и способное служить им выражением или заменой [\[1\]\[2\]](#). Нечто равноценное, равнозначное другому, полностью заменяющее его. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/tuwiki/575555>

Пример логического обоснования.

Математически, мы имеем функцию $1+1 = (1+1)$, как преобразование (вычислением) сложного выражения $1+1$ в единый эквивалент сравнения $(1+1)$ и новую функцию сравнения $(1+1)=2$. Логически, сначала идет функция обобщения $1+1 \rightarrow (1+1)$, затем выражение суммы преобразуется в простой эквивалент $(1+1) \rightarrow 2$;

Вот в чем разница математического и логического преобразования эквивалентов.

Математика акцентирует внимание на процедуре вычисления $(1+1)=2$, а логика - на преобразовании $(1+1) \rightarrow 2$.

Математика сравнивает количественные эквиваленты, а логика – объекты и их качества.

Различие очень существенное. Математически $2=3$ неверно, а логически – вполне...

Потому, что логика не считает формальные единицы. Она идет по пути: $2 \leftrightarrow 3$, потом $2 \approx 3$, эквивалентность установлена, и нам пока все равно – почему. Повторим путь логического обоснования по порядку следования:

$(2 \leftrightarrow 3) \rightarrow (2 \approx 3) \rightarrow (2=3)$, как Ш1 → Ш2 → Ш3; 24)

Сначала утверждение: 2 и 3 – числа. Следовательно, они обладают примерно одинаковыми свойствами (качествами). Следовательно, они равны, как логические объекты.

Если же мы будем оценивать это обоснование с математической стороны, то первым аргументом «против» будет их количественная оценка. Но именно это логика может и не учитывать, при качественной оценке.

Для логики это стандартный путь продвижения к уравниванию эквивалентов постепенным смещением оценки эквивалентности, или, что более понятно, переходом от одного шаблона к другому, близким по пониманию, но с усилением уравнивания. Мы это движение считаем логическим обоснованием пути.

Логичность логики.

Как мы видим, вполне адекватная логичность действий может объясняться очень простым и ограниченным набором готовых алгоритмов, исполняемых в автоматическом режиме. Нет в этих алгоритмах ничего такого, что требовало бы отдельного философского осмысления, как большой проблемы логики Живого.

Вот эти глобальные алгоритмы логического обоснования:

- Порядок следования;
- Обобщение и детализация;
- Сравнение и уравнивание эквивалентов.
- Полярность и противоположность на основе использования вещественной или мнимой оси симметрии;

Все они взаимосвязаны, из одного появляется другое, как один из вариантов расширения понимания или альтернатива.

Все они начинались с очень простого понимания и расширились до самой сложнейшей системы понятий и определений.

Но есть еще один *первичный элемент системы автономной логики – Цель*.

Это прямое следствие появления личности в логической системе управления клетки.

Субъект Я появился, как высший уровень принятия решения, как определитель локальности Живого, как хранитель существования логической системы во времени и пространстве.

Всё началось с ХОЧУ. С Цели. С логического обоснования этого. Для самого себя.

Мы постараемся найти те основные условия, при которых образование логики, как основы системы управления станет не только возможным, но и обязательным.

Собственно, эти условия нам уже хорошо известны. Но ...

Они стали основными в понимании основ логики, когда были изменены условия её появления. Как только в основу понимания были поставлены автоматические условия её возникновения и принципы её применения, так сразу стали очевидными и основные условия.

Но именно они обеспечили не только возможность появления логики на уровне автоматических операций, но и неизбежность её появления.

Все глобальные алгоритмы логического обоснования были установлены системой, скорее всего, случайно. Но, однажды установленные, и многократно проверенные, они уже вошли в арсенал логики системы управления. И потому требовали уточнения и расширения своего понимания, как основа логического обоснования действий.

Личность субъекта Я развивалась в соответствии с пониманием роста сложности условий своего существования. Нет, это еще не интеллект, это пока автомат, но уже с начальными признаками интеллекта. Все направления развития логики субъекта Я очень долго формировались и расширялись ... случайно. Время для этого было. Миллиард лет, и не один [11], это вполне достаточный срок для понимания закономерности в случайных событиях. Даже на уровне клетки.

Главные направления развития отражают процесс становления автоматической логики. Они все взаимосвязаны. Мне очень сложно сказать, где заканчивается одно и начинается другое, и потому любое деление будет субъективным. Потому, что это части одной логики. Логики клетки. И пересечение неизбежно. Слишком уж все тут переплетено....

Порядок следования.

Материал взят из [1]. Это просто фиксация факта следования, независимо от его логического понимания. Принцип, вроде бы простой, но он позволяет создать всю логику.

Странно, словосочетание такое встречается часто, а его понятие в словарях я не нашел. А это в данном случае и есть главное.

Что же определяет порядок следования?

Он определяет очень важные для логики понятия.

Это *последовательность*²⁹. Это начало и конец последовательности. Это, что, и за чем следует³⁰. Что раньше, а что позже. В этом основа понимания причины и следствия.

Мы использовали этот принцип во всех логических построениях. Начиная с принципа логического обоснования. Основы логики.

Математическая логика ввела понятие *логическое следование*³¹ [42]. Это стало основой, в том числе, и для разработки [логики отношений](#)³².

Отношения порядка играют большую роль в логических исчислениях, т.к. логическое следование (доказуемость формул) упорядочивает высказывания и их формульные образы по-разному — от линейного

²⁹ [ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ](#), [числа или элементы](#), расположенные в организованном порядке. **Последовательности** могут быть конечными (имеющие ограниченное число элементов) или бесконечными, как полная **последовательность** натуральных чисел 1, 2, 3, 4 ... dic.academic.ru>Научно-технический энциклопедический словарь

³⁰ **Очередь (очередность, последовательность)** О и очередность имеют в обыденном сознании и в науке следующие значения: 1) О, – суть некое целостное образование, совокупность, множество, состоящее из элементов, расположенных в определенном порядке (последовательности, расположения) друг возле друга на основе какого-либо правила, алгоритма следования, программы, расписания или расположения (диспозиции) друг за другом - как в пространстве, так и во времени, обозначаемое порядковыми числительными; 2) О - это само место, где существует, наличествует объект или же такой объект временно отсутствует ("вакантное место" в О); 3) О означает (в смысле хрональности) следование, движение событий или **состояний** объектов любого рода в пространственно-структурном смысле, иначе говоря, - их дискретное распределение (во времени) друг после друга (в целом, - в пространстве-времени), также обозначаемые порядковыми числительными. В словарях имеются и другие значения. http://www.chronos.msu.ru/TERMS/razumovsky_ochered.htm

³¹ [ЛОГИЧЕСКОЕ СЛЕДОВАНИЕ](#) Философия отношения между некоторыми высказываниями (посылками) Г и высказыванием В (заключением), отображающее тот факт, что из Г, используя правильные приёмы рассуждения, можно получить В. dic.academic.ru>**Философская энциклопедия**

[логическое следование](#) – отношение, существующее между посылками и обоснованно выводимыми из них заключениями. Л.с. относится к числу фундаментальных, исходных понятий логики, точного универсального определения не имеет; в частности... dic.academic.ru>**Словарь по логике. - 1997**

³² [ЛОГИКА ОТНОШЕНИЙ](#) — раздел логики, посвящённый изучению отношений между объектами различной природы. Эти отношения выражаются сказуемыми и аналогичными им словами в предложениях естеств. языков. В зависимости от числа объектов, связанных данным отношением,...

порядка, преобладающего в аксиоматических конструкциях, до тех или иных видов частичного порядка (древовидные структуры). Алгебраический подход к представлению «законов мышления» существенно использует порядковые структуры: булева алгебра является частным случаем решетки, а она есть вид частично упорядоченного множества.

Здесь, как мы видим, порядок следования не является основным понятием, скорее, наоборот. В логике отношений рассматриваются только частности этого большого понятия. Отдельные конкретные конструкции, пригодные для математического описания и исчисления.

И опять произошло незаметное смещение понятий. Порядок следования, как главное понятие логики, ушло в тень, а вторичные понимания стали главными. Почему?

Причина простая. Основное понимание порядка следования плохо отражается средствами математики. В математическом представлении исчезает логическая многогранность порядка следования. Возникает множественность математических выражений, может быть и связанных логически, но лишенных этой связи ограничениями математики.

Вот пример:

Последовательность нуклеотидов в одиночной РНК мы записываем, как:

$$\dots\text{AATGCGGATTCTGG}\dots \quad 25)$$

Теперь запишем их в математическом порядке следования, как последовательность:

$$\dots a_n, a_{n+1}, a_{n+2}, \dots a_{n+k}, \dots \quad 26)$$

Возникла математическая однородность членов последовательности, но пропала их логическая информативность.

Теперь восстановим логическую связь и получим:

$$\dots a_n \rightarrow a_{n+1} \rightarrow a_{n+2} \rightarrow \dots \rightarrow a_{n+k} \rightarrow \dots \quad 27)$$

Запись сразу потеряла однозначность понимания. Математики понимают одно, специалисты по математической логике другое, а мы, все остальные, чаще всего – третье.

И тем не менее, мы понимаем, все записи отражают модификации одного и того же понятия – порядка следования. Вопрос оказывается не в понятии, а в его применимости к той или иной сфере отражения восприятия. В одном случае понятнее так, в другом – иначе, но говорим мы об одном и том же – порядке следования … логической связи между компонентами этого множества.

Если мы говорим о множестве, как едином объеме, то применима запись 26), если о связи объектов множества, то запись 27), если об информационной стороне последовательной записи, то запись 25). Но, есть еще логический переход, трансформация одного объекта в разные состояния, и т.д. Многозначность очевидна. Математическими средствами она невыразима.

Тогда надо отказываться от математического выражения порядка следования, как единственного средства отображения и переходить к его логическому пониманию, как основному. Принимать многозначность понимания, как естественное качество логической связи.

Это ведет к другому порядку формализации понятий логики – логическому. И к другому механистическому пониманию логики. Математика была и остается только частью логики, но никак не её основой. В том числе и для машины, в любом её понимании.

Обобщение и детализация.

Материал взят из [1]. Механистическое понимание логики.

Обобщение и детализация, это те же *симметричные противоположности* в движении к пониманию. Это, как раз, переход «от штучек к кучке» [11] и обратно. По направлению действия они противоположны:

$$\begin{aligned} &a, a, a, \dots \rightarrow A(a); \\ &A(a) \rightarrow a, a, a, \dots; \end{aligned} \quad 28)$$

Функция минимизирует применение математики в логических операциях. В математическом смысле это взаимный переход от суммы элементов массива к массиву, как новой единице измерения. А в логическом смысле, например, от деревьев к лесу, и обратно.

Для логической системы применение этой функции обусловлено несчетностью понятия *много*. Все, что выходит за рамки определяемой счетности логическая система почти автоматически переводит в единичность нового эквивалента. Переход назад осуществляется в случае необходимости обращения к конкретному элементу множества.

Множественность переходов из одной системы эквивалентов в другую, и назад, привел к обратимости этого процесса и на уровне функции:

$$a, a, a, \dots \leftrightarrow A(a); \quad 29)$$

Правда, эта функция требует организации хранения, как первичной информации, так и получаемого эквивалента.

О логических машинах.

Как мы уже выяснили в [1], сегодня развитие логических машин имеет уже четыре основных направления:

1. Компьютерные модели логической машины. Они занимают лидирующее положение в сумме всех наработок. Конечно, к реальной логической машине все это имеет очень слабое отношение, но громкие заявления авторов и СМИ делают свое дело в раскрутке этих проектов. В эту группу разработок можно отнести и вполне практические *нейронные сети*³³, как метод распределенных вычислений, и *нейрокомпьютер*³⁴, как новый вид устройства для сложных вычислений. Где-то здесь находят свое место экспертные системы. Ну и, конечно же, разнообразные проекты типа «супермозг³⁵» на базе Интернета и совершенствовании поисковых систем...

Понятно, что все эти проекты имеют в основе кибернетическое понимание функций мозга начала 20 века. И тот же подход. Глобальный по заявленным целям, и совершенно нереальный в плане реализации ИИ.

Тем не менее, все эти проекты имеют практическую пользу и дополняются современным программированием высокого уровня. По этой причине они и имеют широкую известность.

2. Вторым направлением развития логической машины стала разработка устройства, реализующего алгоритмы решений на основе булевой логики и понимания ИИ, как системы для решения логических задач. Это классический путь понимания ИИ и Разума в трудах ученых, основа кибернетического подхода и современного логического программирования.

По этому пути наука идет уже сотню лет. На основе этого понимания были сделаны первые электронные логические машины, ставшие на какое-то время основой для кибернетики в начале её становления. Под эти машины проводились работы по развитию математики логики, реализованные уже на другой основе – компьютере.

Сейчас по этому же пути идет программный ИИ. Он имеет целью реализовать в компьютерной программе то, что не смогла реализовать электронная логическая машина, строившаяся на классических принципах.

3. Третье направление развития логической машины имеет в основе нейронную теорию ИИ. Сначала реализуется «нейрон³⁶» на базе процессора, затем из таких нейронов надо создать систему, позволяющую применить алгоритмы решений логических задач.

Это направление, вышедшее из нейросетей, уже ориентировано на создание устройства, приближенного по способам решения задач к мозгу, к логической машине. Но, пока все разработки данного направления находятся в начальной стадии, реальных устройств нет.

³³ Искусственные нейронные сети (ИНС) — математические модели, а также их программные или аппаратные реализации, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма. Это понятие возникло при изучении процессов, протекающих в мозге, и при попытке смоделировать эти процессы. Первой такой попыткой были нейронные сети Маккалока и Питтса^[1]. Впоследствии, после разработки алгоритмов обучения, получаемые модели стали использовать в практических целях: в задачах прогнозирования, для распознавания образов, в задачах управления и др. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=41023963>

³⁴ Нейрокомпьютер — устройство переработки информации на основе принципов работы естественных нейронных систем^[1]. Эти принципы были формализованы, что позволило говорить о теории искусственных нейронных сетей. Проблематика же нейрокомпьютеров заключается в построении реальных физических устройств, что позволит не просто моделировать искусственные нейронные сети на обычном компьютере, но так изменить принципы работы компьютера, что станет возможным говорить о том, что они работают в соответствии с теорией искусственных нейронных сетей. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=41024496>

³⁵ «Глобальный мозг» — направление, связанное с исследованием колективного интеллекта человечества, объединенного с помощью информационных и сетевых (Internet) технологий в единую интеллектуальную систему. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=40489701>

³⁶ Искусственный нейрон (Математический нейрон Маккалока — Питтса, Формальный нейрон^[1]) — узел искусственной нейронной сети, являющийся упрощённой моделью естественного нейрона. Математически, искусственный нейрон обычно представляют как некоторую нелинейную функцию от единственного аргумента — линейной комбинации всех входных сигналов. Данную функцию называют функцией активации^[2] или функцией срабатывания, передаточной функцией. Полученный результат посыпается на единственный выход. Такие искусственные нейроны объединяют в сети — соединяют выходы одних нейронов с входами других. Искусственные нейроны и сети являются основными элементами идеального нейрокомпьютера.^[3] <http://ru.wikipedia.org/?oldid=38008787>

4. Био-логические машины. Это отдельное направление развития ИИ. На основе клеточных процессов. Направление начало активно развиваться после понимания роли ДНК и РНК в жизни клетки.

Отличительным признаком этого направления является применение реальных биологических объектов для реализации решений тех или иных задач в области логики и математики. Понятно, что разработка этого направления находится еще в самом начале пути.

И, тем не менее, оценки его развития вполне оптимистичны. Кое-какие результаты уже есть.

Но, надо отметить, что такая точка зрения на развитие логических машин, как отдельного направления ИИ не является общепринятой.

Странно, но общепринятым пока стало понимание конца в развитии логических машин.

От заката ...

В опубликованной около 10 лет назад работе Д. А. Поспелова³⁷ “Десять “горячих точек” в исследованиях по искусственному интеллекту”³⁸ говорится, что “Логический подход [к ИИ] в его классической форме требовал для каждой предметной области, для которой применялись методы ИИ, наличия полного перечня исходных положений, которые можно было бы считать аксиомами в этой предметной области. <...> Однако различные приложения, к которым стремился искусственный интеллект, оправдывая свою практическую значимость, в подавляющем большинстве случаев не давали возможностей построения аксиоматических систем. <...> С начала 70-х годов XX-го века старая парадигма, опирающаяся на идею строгого логического вывода, начинает постепенно сменяться новой парадигмой, провозглашающей, что основной операцией при поиске решения должна быть правдоподобная аргументация”.

Пожалуй, эти соображения дают исчерпывающее объяснение причин заката логических машин.

А некоторый временной зазор между появлением последних логических машин (1960-е годы) и констатированным Д. А. Поспеловым переходом к новой парадигме объясняется попытками исследователей “выжать” максимум из возможностей, открывшихся перед ними после замещения механических и электрических устройств к электронными вычислительными машинами. Именно это время понадобилось, чтобы окончательно удостовериться в том, что дело не в больших или меньших возможностях используемых устройств и машин, а в принципиальной ограниченности старой парадигмы [17].

Автор этой очень интересной работы [17], В. В. Шилов, находится в общем русле направления понимания целей создания логической машины, как инструмента для автоматизации логического вывода:

Тем не менее, как уже было сказано, история логических машин является частью истории не только логики и искусственного интеллекта, но и вычислительной техники. Именно в этом контексте необходимо продолжать ее изучение и осмысление [17].

Если рассматривать логическую машину, как часть истории вычислительной техники, то история логической машины практически уже закончилась. В этой части она почти изжила сама себя реализацией в компьютерных программах³⁹. Это согласуется и с выводами Д.А.Поспелова.

Я вполне согласен с мнением автора по сегодняшнему общепринятыму пониманию оценки состояния развития логических машин. В этом есть как жестокая правда, так и некоторое отставание в понимании современного состояния дел. Информация о логических машинах очень противоречива, разрознена и быстро устаревает. И потому подход ищущего

³⁷ Дмитрий Александрович Поспелов (родился 19 декабря 1932 года) — советский специалист в области новых методов управления сложными системами, создания ЭВМ новой архитектуры и проблем искусственного интеллекта. Профессор, доктор технических наук. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=41813028>

³⁸ Поспелов Д. А. Десять «горячих точек» в исследованиях по искусственному интеллекту.

Опубликовано в: Интеллектуальные системы (МГУ). — 1996. — Т.1, вып.1-4. — С.47-56. [1]
http://www.modernlib.ru/books/pospelov_dmitriy_aleksandrovich/desyat_goryachih_tochek_v_issledovaniyah_po_iskusstvennomu_intellektu/read_1/

³⁹ Машина вывода — программа, которая выполняет логический вывод из предварительно построенной базы фактов и правил в соответствии с законами формальной логики. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=39673690>

часто определяет получаемый результат. Что хотим, то и найдем. И это будет справедливо. Тем более что, вывод автора вполне объективен:

В заключение стоит сказать, что логические машины вовсе не были “тупиковыми ветками развития компьютеров”, как изящно выразился один современный автор [14, с. 74]. На самом деле в докомпьютерную эру задача механизации логического вывода (в отличие от механизации численных вычислений) никогда не являлась актуальной научно-технической проблемой. Поэтому логические машины представляли собой не “ветку”, а совершенно отдельно произраставшее “дерево”, и только после появления электронных вычислительных машин это дерево, если продолжить использование такого образа, затерялось в буйно растущих компьютерных джунглях...

В качестве косвенного подтверждения того, что логические машины развивались совершенно независимо от машин счетных и вычислительных, можно привести одно наблюдение: **к их разработке не был причастен ни один профессиональный изобретатель! Ни один из создателей логических машин, в отличие от большей части создателей машин вычислительных, не был “инженером” в узком смысле слова.** (выделено мной.) Философ и писатель Луллий, статистик Корсаков, врач Сми, экономист и математик Джевонс, логик и историк Венн, искусствовед Маркванд, философ Пасторе, физико-химики Хрушцов и Щукарев, психолог Бурак – все они были гуманитариями или естественниками. Исключением здесь являются, да и то лишь отчасти, только автор многих изобретений Стенхоуп (который был также и видным политиком, и в сферу интеллектуальных интересов которого входили, например, вопросы права) и Канингем (который был также и экономистом, и юристом, и художником) [17].

Здесь автор явно немного перепутал изобретательство с техническим образованием. Можно иметь гуманитарное образование и быть профессиональным изобретателем. Тем более что ни один из авторов той или иной логической машины не сделал свое изобретение случайно. Все они вполне целенаправленно долгое время шли к пониманию задач и формированию принципа работы своей логической машины. Долго отрабатывали механические действия действующего образца машины в соответствии с закладываемыми логическими законами. Очередной образец логической машины почти всегда отражал уровень технического развития общества на тот момент. От бумажных дисков к электрическим контактным соединениям...

Подход вполне профессиональный, с любой точки зрения.

Почему же логическая машина так и не заработала в автоматическом режиме, как это делает компьютер?

Причина, как мне кажется в ... логике.

Наука о человеческих способах формирования суждений и организации процесса мышления на основе философии и при помощи языка не может быть автоматизирована машинными способами. Изначально. Для этого логическая машина должна знать и уметь применять всё то, что знает и умеет человек. На современном этапе развития для машины это непосильная задача.

Вот тут и возникает вопрос, как же возникла человеческая логика? То, что она не развивалась отдельно от всего Живого и является частью общей логики, уже сомнения почти не вызывает. Может быть и самой развитой, уникальной, но все же ... частью общей логики Живого.

Но, тем не менее, все прошлые разработки логических машин шли в одном направлении – механизации логического вывода в рамках только человеческих правил логики.

Любая механизация требует первичной формализации понятий, действий и правил работы с ними. Собственно, с этого и начинали все разработчики логических машин. И делали. С разной степенью обобщения и формализации. Формально, все эти разработки можно отнести к одному классу – экспертные системы для получения логического вывода. По сути, все логические машины начинались, да и заканчивались механической реализацией правил работы с созданной базой данных в режиме экспертной системы уточнения вывода. А в качестве эксперта, естественно, управляющий этой машиной человек.

Таким образом, как мне кажется, главным во всех созданных логических машинах можно считать вот этот самый путь нахождения ответа и систему правил, позволяющих это сделать.

И потому, давайте, начнем ... о логической машине.

О понятии «логическая машина»...

Воспользуемся материалами работы В.В.Шилова [17]. Определения выделены мною.

Несмотря на то, что историю логических машин обычно возводят к концу XIII в., сам этот термин появился только во второй половине позапрошлого столетия. Вероятно, одним из первых его применил Уильям Стенли Джевонс, а затем популяризировал Чарльз Сандерс Пирс.

Крупный американский философ и психолог Джеймс Марк Болдуин в своем известном “Словаре” дал следующее определение: **“Логическая машина – инструмент, созданный для выполнения механическим способом действий с логическими символами и диаграммами”** [21, р. 28]. Полвека спустя М. Гарднер определял их уже как **механическое или электрическое устройство, созданное специально для решения задач из области формальной логики**.

Попытки осмыслить и определить понятие логической машины предпринимались и в отечественной литературе, особенно в 1960-1970-е годы. Так, соответствующая статья в “Философской энциклопедии” (1965 г.) трактует его как **“механические, электромеханические или электронные устройства для полуавтоматич. или автоматич. выполнения к.-л. операций логики. Л. м. применяются для анализа и упрощения формул некоторых разделов логики (в частности, для определения тех значений переменных в формулах логики высказываний, при к-рых эти формулы превращаются в истинные или в ложные высказывания), для получения выводов из посылок в рамках нек-рых логич. теорий и исчислений (алгебра логики, различные исчисления высказываний, силлогистика и др.), для доказательства теорем формализованных науч. теорий и т.д.”** [2, с. 232].

Автор “Логического словаря-справочника” Н. И. Кондаков (1975 г.) считает, что **логическая машина – это “универсальное механическое, электромеханическое или электронно-вычислительное устройство, предназначенное для полуавтоматического или автоматического решения широкого круга математических и логических задач с недоступной для человеческого мозга скоростью, для управления технологическими и производственными процессами, для оптимальных экономических расчетов, для переработки огромных массивов информации, которые не в состоянии охватить человеческий мозг, для моделирования форм человеческого мышления”** [7, с. 301-302].

...В дальнейшем существенно новых определений в литературе не появилось. Так, относительно недавний “Словарь по логике” (1997 г.) лишь компилирует дефиниции предшественников:

“механическое, электромеханическое или электронно-вычислительное устройство, предназначенное для полуавтоматического или автоматического решения широкого круга математических и логических задач, для управления технологическими и производственными процессами, для оптимальных экономических расчетов, для обработки массивов информации, которые мозг человека не в состоянии охватить, для моделирования форм человеческого мышления” [4, с. 177],

Таким образом, пожалуй, именно короткое, но емкое определение М. Гарднера кажется наиболее точно отвечающим особенностям специфического феномена логических машин и сохраняет свою справедливость по сей день. Дело в том, что последние попытки создания *специализированных* логических машин относятся как раз ко времени выхода в свет книги Гарднера. Приблизительно тогда же начались первые работы по реализации решавшихся ранее логическими машинами задач посредством программ для универсальных электронных компьютеров. Собственно говоря, эти работы и обозначили окончание эпохи развития собственно логических машин. [17]

Вот в этом, в определении логической машины и кроется, как мне кажется, источник противоречий. Посмотрите, как быстро менялись определения. В какую сторону? В сторону формализации и математизации. Но, если вдуматься, то начальное определение Д. Болдуина и задает это смещение понятий.

Как соответствует этому пониманию логики определение логической машины?

Поэтому представляется, что расширительные толкования этого понятия едва ли можно считать приемлемым. Фактически они искусственно переносят исторически сложившееся понятие логической машины на любую вычислительную машину. [17]

Конечно, вывод совершенно справедливый, но... в этом случае понятие логической машины вообще оказывается неопределенным. Или, в любом случае, становится очень субъективным. Понятие логики, как метод определения разумности или рациональности в действиях человека, переносится на автомат, создающий систему решений на основе этого метода. Этот автомат мы и пытаемся назвать логической машиной. Но любое сравнение

очередного изобретения человеческой мысли с реальной логикой оказывается весьма субъективным. По определению. С этих позиций очень важным является вот это замечание:

Справедливости ради стоит заметить, что еще Пирс писал, что “**аппаратура для осуществления физических или химических опытов также является машиной рассуждений (*reasoning machine*), с той разницей, что ее действия определяются не законами человеческого мышления, а объективными причинами, следующими из законов природы. Соответственно, не будет простой фигурой речи сказать, что перегонные кубы и реторты химика являются инструментами мышления, или логическими машинами”** [17].

Желание найти объективные основания для автоматического вывода логических высказываний понятно и вполне обоснованно. Вопрос только в отсутствии эталона для такого применения.

Однако представляется, что это парадоксальное суждение Пирса не следует воспринимать слишком серьезно и, руководствуясь им, причислять к логическим машинам любое техническое устройство [17].

Все авторы методик автоматизации логического вывода на основе системы заложенных понятий стремились решить одну задачу. Создать начальную систему понятий, которая позволила бы автоматически выводить правильный ответ из условий логической задачи. При этом машина должна обладать адекватностью к условиям, т.е. ответ должен соответствовать вопросу и быть логически обоснован.

При применении существующего определения логики это невозможно. Математическая логика в эти рамки не укладывается.

Но, давайте, по порядку...

История логических машин.

Сегодня истории логических машин начинается с 13 века. Таким образом, нам известно, что проблему автоматического логического вывода пытаются решить уже около 800 лет. Но если учесть, что это только малая часть времени существования логики, то можно предположить, что эту же задачу могли пытаться решать как учёные Древней Греции, так и Римской империи или Древнего Китая и Индии ... слишком уж очевидна насущная потребность в этом. Возможно, данные когда-то и найдутся, а пока ...

Уточним:

Исторически термин “логическая машина” применялся к очень ограниченному и вполне конкретному кругу устройств (так, Болдуин указывает ровно на три известные ему логические машины, Гарднер добавляет к ним еще несколько), и вряд ли его стоит искусственно расширять [17].

Теперь дадим короткую справку по известным логическим машинам.

Материал дан по [17]. Наиболее важные места в тексте выделены мною.

Машина Луллия

В конце XIII в. каталонский философ-мистик, математик и логик **Раймунд Луллий**⁴⁰ создал устройство, описанное им в трактате “*Ars Magna*” (“Великое искусство”) и ряде других работ – **первый прибор для механизации процесса логического вывода**.

...Не исключено, что современники Луллия рассматривали универсальную фигуру скорее как доказательство гениальности её автора, а не как практическим применимое инструментальное средство Великого искусства – значительно большей популярностью пользовались упрощенные фигуры с девятью камерами. Луллий дополнил их своеобразным “алфавитом”, каждая буква которого, от *B* до *K*, обозначала группу понятий (буква *A* – это Троица: Сущее, Единое, Совершенное). Наборы понятий представлялись в виде таблицы, в шести строках

⁴⁰ **Раймунд Луллий** (лат. *Raymundus Lullius*, исп. *Lulio*, кат. *Ramon Lull*; другие варианты написания на русском языке: Раймунд Луллий, Раймон Луллий, Раймон Лулл, Рамон Льюль; ок. 1235, Пальма-де-Мальорка — 1315, Пальма-де-Мальорка) — поэт, философ и миссионер, один из наиболее оригинальных представителей средневекового миросозерцания с положительной его стороны. Один из родоначальников европейской арабистики^[1]. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=41573710>

которой записаны абсолютные и относительные категории (предикаты), вопросы, субъекты (субстанции), добродетели и грехи.

... Но часто, говоря о принципиальной ошибке и указывая на наивность механицизма Луллия, совершенно упускают из вида, что третья часть задачи – **принятие решения об истинности той или иной комбинации терминов, согласно Луллию, целиком и полностью является прерогативой исследователя, т.е. человека.**

Таким образом, машина выступает у него лишь *инструментом*, предлагающим человеку для анализа все новые и новые варианты, и не позволяющим по ошибке или в силу рассеянности пропустить те или иные из них. Здесь вполне можно провести – пусть достаточно грубую – аналогию с современными экспертными системами, которые также выступают в роли генератора возможных вариантов решения задачи, оставляя окончательный выбор за анализирующим их специалистом.

Демонстратор Чарлза Стенхоупа.

... Следующий практический шаг в создании логических машин последовал только спустя пять веков после Луллия. Человеком, который сделал его, стал **Чарльз Стенхоуп**, ... создал два вида механических устройств для решения силлогизмов, которые называл “демонстратором” (*demonstrator*).

... Разумеется, человек является венцом творения – но должен ли он переценивать свои возможности? “... машина есть противоядие против нашего самомнения”, - считал Стенхоуп. Стенхоуп рассматривал свой демонстратор как мощный и универсальный инструмент для осуществления логических заключений.

Круглый демонстратор. В рукописной заметке, написанной около 1800 г., Стенхоуп заметил: “уже свыше 30 лет я интересуюсь логикой”. Однако первые сведения о демонстраторе появляются только в серии его писем, начатой в 1801 г.

До наших дней сохранились три демонстратора круглой формы. Каждый из них состоит из трех концентрических дисков, причем верхний и нижний изготовлены из латуни, а средний из стекла. Лицевая поверхность нижнего диска покрыта цветной эмалью, один полукруг белой, а второй – синей. Одна половина стеклянного диска прозрачная, а вторая окрашена красной краской. В верхнем диске вырезано полукруглое окно, занимающее 180°. Вдоль окружности диска над окном через равные промежутки в 36° нанесены цифры от 1 до 5, те же цифры, нанесенные на нижний диск, видны в окне. Диаметр дисков самого большого из демонстраторов равен 18 см . Отметим, что красная краска на его стеклянном диске практически стерлась.

Квадратный демонстратор. Однако работа Стенхоупа над усовершенствованием логических машин продолжалась, и около 1805 г. им был создан новый прибор. Этот демонстратор представлял собой небольшой (размером 4×4.5×0.75 дюйма) бруск красного дерева, верхняя плоскость которого была прикрыта латунной пластиной. В пластине вырезано квадратное окно размером приблизительно 1×1 дюйм, а в деревянном корпусе под ним имеется углубление приблизительно в полдюйма. Это окно Стенхоуп назвал *holon*, и оно представляет взятый в полном объеме средний термин силлогизма (*holos*).

С трех сторон в приборе имеются пазы, через которые можно вдвигать пластины, изготовленные из разных материалов и окрашенные в разные цвета. Деревянная пластина серого цвета представляет *ho* – тот термин в первой посылке, который не является средним (субъект или предикат). Она вдвигается в демонстратор через паз в левой части прибора и может закрыть как все окно, так и его часть. *Ios* – термин во второй посылке, который не является средним, представлен пластиной из прозрачного красного стекла. Ее вдвигают в прибор через паз в правой части демонстратора. Пластины могут перекрывать друг друга, но при этом красная обязательно должна находиться сверху. Красную нельзя вынуть из прибора, в отличие от серой, которую можно вынимать для того, чтобы вновь вдвигать в него через третий паз, имеющийся в верхней части. Это требуется при решении задач иного типа, которые Стенхоуп назвал “логикой вероятностей”. На латунной пластине с двух сторон (сверху и слева) через равные промежутки нанесены числа от 0 до 10. Кроме того, те же цифры написаны вдоль нижней кромки красной пластины.

Машины С.Н.Корсакова.

Что же предлагал **Семен Николаевич Корсаков**⁴¹? Он представил Академии пять “интеллектуальных машин”, каждая из которых, по мнению изобретателя, должна была давать возможность сравнивать относящиеся к той или иной области знаний сложные понятия, признаки которых предварительно следовало поместить в специальную таблицу. Перечислим эти машины и опишем их назначение, а также способ использования так, как это сделал сам изобретатель.

Первая из них – это **прямолинейный гомеоскоп с неподвижными частями**. Вот как описал его назначение Корсаков: “среди большого числа представлений, помещенных в таблице, он обнаруживает то, которое содержит во всех деталях другое заданное сложное представление. Машина дает этот результат, останавливаясь сама собою во время операции. <...> Число деталей может простираться до сотен” [там же, с. 559].

⁴¹ Семён Николаевич Корсаков (14 (25) января 1787 — 1 (13) декабря 1853) — русский дворянин, изобретатель механических устройств, «интеллектуальных машин», для информационного поиска и классификации, пионер применения перфорированных карт в информатике^[1]. Известен также своими работами по гомеопатии. Племянник адмирала Н. М. Мордвинова. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42526184>

... **Прямолинейный гомеоскоп с подвижными частями.** Он предназначен для той же цели, однако, сверх того, “перечисляет и немедленно выделяет из данного сложного представления все подходящие и неподходящие детали по мере того, как они приводятся в соприкосновение с деталями, указанными в таблице” [там же].

... **Плоский гомеоскоп.** Корсаков пишет, что прибор “... мгновенно указывает, что есть соответствующего и несоответствующего в двух сложных представлениях, сравниваемых друг с другом, причем их детали могут составлять до десяти тысяч и даже более” [там же]. Плоский гомеоскоп очень прост – фактически это две таблицы, А и В. Каждая строка таблицы В соответствует некоторому сложному понятию, а наличие тех или иных деталей в этом понятии задается наличием или отсутствием отверстия в соответствующей клетке. В таблице А того же размера и той же размерности наличие какой-либо детали некоторого сложного понятия фиксирует вставленная в соответствующее отверстие длинная булавка (в отличие от таблицы В, в таблице А отверстия имеются во всех клетках).

... **Идеоскоп .** Согласно Корсакову, за несколько минут прибор выполняет сравнение большого числа сложных представлений, представленных в особой таблице. При этом он определяет совпадающие и несовпадающие детали в двух соседних представлениях; различие данного сложного представления и сравниваемого с ним; детали, которых нет ни в том, ни в другом сложном представлении, но которые имеются в других сложных представлениях данной таблицы. При этом крайне важно, что имеется возможность “определить в самый момент сравнения относительную степень значимости каждой из деталей” [там же].

... **Простой компаратор** “... дает те же четыре результата, что идеоскоп, но может работать лишь над двумя сложными представлениями, сравнимыми между собой. Он охватывает лишь несколько десятков деталей, но ... для него не нужно таблицы” [там же]. Никакие детали устройства и работы простого компаратора также не опубликованы, хотя некоторые предположения на этот счет из рисунка прибора сделать можно.

Машина Гамильтона.

... В книге Вейча имеется описание еще одного **механического устройства Гамильтона**, которое, по его мнению, могло бы вызвать зависть у самого Луллия. Известно, что в силлогистике термины упорядочиваются по объему и в обратном направлении – по содержанию [13, с. 297]. Силлогистика занимала центральное место в курсе логики Гамильтона, и, собственно говоря, изготовленный им инструмент был призван проиллюстрировать именно этот вопрос.

Он состоит из шести полых цилиндров (колец) разного диаметра, помещаемых внутрь друг друга, а также вертикально укрепленного на подставке стержня высотой 7 дюймов. Нижняя часть стержня помечена буквой Z и на высоту один дюйм выкрашена в белый цвет. Далее стержень окрашен последовательно в зеленый, фиолетовый, желтый, голубой, красный и черный цвета (высота боковой поверхности стержня, окрашенной каждым цветом, также равна одному дюйму). ...

Как мы видим, инструмент У. Гамильтона – это всего лишь достаточно простое дидактическое пособие, предназначенное для иллюстрации одного из понятий классической логики. Хотя Вейч и называет его “истинной логической машиной” [46, р. 249], названия логической машины оно, пожалуй, все-таки не заслуживает. Например, такого мнения придерживался У. С. Джевонс, обосновывая его тем, что инструмент Гамильтона не способен производить механические операции [27, pp. 498–499]. Поэтому вряд ли случайно, что М. Гарднер обходит “машину” Гамильтона молчанием, и что в монографии Н. И. Стяжкина она также не упоминается. Вообще данное выше описание устройства Гамильтона принадлежит Вейчу [46]. Сам Гамильтон о его существовании говорит только предположительно: объяснив связь между объемом и содержанием понятия и наглядно изобразив ее в виде таблицы, он замечает, что “она становится более понятной, если элементы таблицы представят как части круглой машины (*circular machine*)”. К этому замечанию имеется сноска редакторов: “Машина такого рода была изготовлена Автором [У. Гамильтоном – В. Ш.] и использовалась им в классе для иллюстрации описанной концепции”.

Машины Альфреда Сми.

... В середине XIX в. известный английский ученый, член Лондонского Королевского общества Альфред Сми разработал теорию, которую назвал *электробиологией*. ... В дальнейшем его исследования в этой области приняли более философский, нежели естественно-научный характер, и в 1851 г. Сми издал в Лондоне книгу “*Process of Thought Adapted to Words and Language*” (“Процесс мышления, сведенный к словам и языку”) [43], в которой, в частности, предложил план построения искусственной системы вывода заключений, моделирующей механизмы работы человеческого мозга. ... Согласно Сми, мысленный образ, отображающий объекты внешнего мира, возникает в сознании человека в силу электрического воздействия на элементы нервной системы (нервные волокна), и каждый образ представляется некоторой их комбинацией. Эта комбинация запоминается, и при дальнейшем появлении того же объекта извлекается из памяти. Она может быть обозначена определенным символом – числом, буквой или словом, однако, ввиду огромного числа возможных образов, необходимо разработать специальную систему символьных обозначений для образов. Сми предлагает такую систему, названную им *геометрическими рядами* (*geometric series*), фактически являющимися двоичными деревьями (рис. 23). Каждая буква в дереве представляет некоторую комбинацию нервных волокон, и если, например, комбинация *a b c d* всегда встречается в геометрическом ряду, который соответствует образу, возникающему в сознании при виде человека, эту комбинацию можно считать обозначением понятия *человек* (на рисунке –

выделенное поддерево с корнем А). Аналогичную систему визуального отображения Сми предлагает не только для понятий, представленных в языке именами существительными, но и для прилагательных, глаголов в разных временах, наречий и т.д. Фактически же он пытается представить графически произвольную языковую конструкцию.

... Для нахождения отношения между понятиями (т.е. фактически, по Сми, для моделирования работы мозга) он предложил использовать два механических устройства и описал их.

Машина отношений (*Relational machine*) предназначалась для представления и сравнения понятий на основе геометрических рядов: “Для того, чтобы вывести общий закон из конкретных примеров и найти приложение общего закона к определенному случаю посредством механических устройств, мы должны воспользоваться геометрическим представлением, описанным выше, обозначить каждое слово шифром, и, наконец, упорядочить их таким образом, чтобы каждый шифр обладал соответствующими связями с каждым другим шифром” [ibid., p. 40]. ...

Вторая машина, предложенная Альфредом Сми – **машина различий** (*Differential machine*), предназначенная для сравнения двух понятий. Машина различий представляет собой состоящую из двух частей прямоугольную раму. Одна из частей имеет чуть меньшую длину, и ее поэтому можно вдвигать во вторую часть. Вдоль длинной стороны одной (на рисунке нижней) части рамы выкладываются прямоугольные бруски разной длины, представляющие свойства некоторого понятия. Брусков высотой 1 единица обозначен буквой А (известно, что свойство присутствует), а брусков высотой 2 единицы буквой В (неизвестно, присутствует ли свойство). В верхней части рамы для представления другого понятия используются также бруски С высотой 4 единицы (о наличии или отсутствии свойства ничего неизвестно) и бруски высотой 4 (свойство отсутствует).

Для сравнения понятий Сми использует введенные ранее четыре степени совпадения. Если сдвинуть две части рамы и придать ей наклон к себе, то бруски, представляющие соответствующие свойства, соединяются. Если их суммарная высота равна 2 (1+1), то это свойство присуще обоим понятиям, если равно 3 (1+2 или 2+1), то можно сделать заключение, что совпадение свойств *вероятно*, если 4 (2+2), то заключение, что совпадение свойств *возможно*. Если суммарная высота равна 5 (1+4), то делаем заключение об *отрицании* совпадения [Ibid., pp. 46-48]. Итак, если сумма по всем признакам равна 2, то два понятия полностью идентичны. Если по некоторым пунктам сумма равна 3, то совпадение понятий вероятно, причем вероятность обратно пропорциональна числу “троек”. По мнению Сми, такое устройство может быть с успехом использовано во многих случаях.

... Среди дополнений, которые появились в работе [44], в первую очередь надо отметить описание дидактического логического инструмента, который Сми назвал **доской отношений** (*relational slate*), и предназначавшегося для использования студентами при изучении логики. Фактически это очередное представление геометрических рядов, на этот раз либо в виде ящика с многочисленными отделениями, либо просто соответствующим образом расчерченной грифельной доски. В зависимости от соотношения анализируемых понятий, все они помещаются в то или иное отделение, после чего можно сделать некоторые заключения.

Логические машины Уильяма Стенли Джевонса.

... В отличие от имен Буля и Де Моргана, имя выдающегося английского ученого Уильяма Стенли Джевонса⁴² компьютерщикам сегодня практически незнакомо. И это крайне несправедливо, ведь на самом деле сегодняшний вид булевой алгебре придал не кто иной, как Джевонс. Именно благодаря работам Джевонса алгебра логики сформировалась практически в современном виде. Одного этого было бы достаточно, чтобы поместить Джевонса в пантеон компьютерной славы. Но он, сверх того, стал первым, кто построил настоящую логическую машину. Слово **машину** следует подчеркнуть, поскольку устройства Луллия, Гамильтона и даже Стенхупа машинами назвать при всем желании трудно.

... Его первая работа в этой области появилась в 1863 г. Приблизительно в это же время для упрощения логических выкладок он начал использовать “логическую доску” (*logical slate*) – обычную классную доску, на которой слева были выписаны все возможные комбинации логических переменных (A, B, C, D, E, F) и их отрицаний (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*) для числа переменных от одной (две комбинации) до шести (64 комбинации). Полный набор комбинаций Джевонс сначала назвал “логическим абecedариумом” (*abecedarium*), но ни его студентам, ни читателям это неуклюжее слово не понравилось, и он впоследствии остановился на названии “логический алфавит”.

... Позднее Джевонс изобрел другое предназначеннное для учебных целей приспособление, которое назвал “логическим абаком”. Первое сообщение о нем относится к 25 мая 1865 г., когда в письме своему брату Герберту

⁴² Уильям Стенли Джевонс (англ. William Stanley Jevons; 1 сентября 1835, Ливерпуль, — 13 августа 1882, близ Гастингса) — английский экономист, статистик и философ-логик. Профессор логики, философии и политической экономии в Манчестере (1866—76) и Лондоне (1876—80). Основатель математической школы в политической экономии, один из основоположников теории предельной полезности. Одним из первых попытался применить математические средства к экономическому анализу. Продолжал разработку математической логики, начатую Дж. Булем. В основу логической теории, ядро которой составляло исчисление классов, Джевонс положил «принцип замещения подобных». Создал одну из первых логических машин (1869). Связал теорию логической индукции с теорией вероятностей. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42019325>

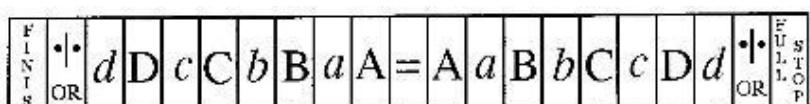
Джевонс писал: “Моя последняя работа, которой я занят – машина для рассуждений (*reasoning machine*), или логический абак, приспособленный для некоторой механизации работы с булевской логикой.

... Логический абак Джевонса представлял собой установленную с наклоном обычную школьную доску, на которой имелись четыре горизонтальные полочки одинаковой длины. На верхней полочке помещались дощечки с записанными на них посылками, (кроме букв, они могли содержать также знаки операций, например, равенство). На второй сверху полочке устанавливались тонкие деревянные прямоугольные дощечки с написанными на них комбинациями букв, символизирующих логические переменные и их отрицания. Всего таких дощечек было 16, по числу возможных комбинаций четырех логических переменных и их отрицаний ($ABCD, aBCD, \dots, abcD$). В отличие от логической доски, буквы на дощечках располагались не рядами, а вертикальными колонками. С тыльной стороны дощечек напротив каждой буквы наклонно вставлялся короткий стальной штифт (для больших букв в верхней части соответствующего квадрата, для маленьких – в нижней). Благодаря этому становилось возможным длинной линейкой одновременно поднять несколько дощечек, обладающих общим свойством – например, можно разделить А и отрицание А, удалив все 8 дощечек, соответствующих комбинациям, в которых присутствует символ a . Таким образом, те комбинации переменных, которые не удовлетворяют посылке, преподаватель подцеплял линейкой и перемещал со второй на третью полочку. Если на первой полочке задавались несколько посылок, процесс повторялся. Таким образом, в конце концов, на второй полочке оставались только те сочетания переменных, которые совместимы со всеми заданными посылками. Разумеется, удаление каждой дощечки должно было сопровождаться объяснением, почему именно ее необходимо удалить (описание логического абака см. в [29]).

По свидетельству Джевонса, принцип, который он использовал при построении логического абака и называл “непрямым выводом”, был позаимствован им у древнегреческого философа-стоика Хрисиппа. Хрисипп говорил: собака не знает логики – но когда она преследует дичь и должна выбрать одну из трех тропинок, то поступает так. Она обнюхивает первую, затем вторую тропинку, и, ни там, ни там не почувяв запаха добычи, сразу же, не теряя времени на обнюхивание, бросается бежать по третьей. Таким образом, говорил Хрисипп, собака действует так, словно рассуждает: дичь могла выбрать один, другой или третий путь. Раз она не выбрала ни первый, ни второй, значит, она выбрала третий – и надо бежать именно по нему.

... завершена машина была только в 1869 г. Внешне она походила на небольшое фортепиано с клавиатурой из двадцати одной клавиши (высота машины составляла около 90 см) – это сходство еще больше усиливала крышка, которая по завершении работы прикрывала клавиши. На шестнадцати клавишах проставлены буквы, символизирующие термины в посылках. Особенности логики Джевонса требовали, чтобы все посылки были записаны в форме уравнений, т.е. содержали знак равенства. Левая половина клавиатуры поэтому соответствовала буквам, стоящим по левую сторону знака равенства в посылках (*субъектные буквы*). В правой половине располагались буквы, стоящие по правую сторону знака равенства (*предикатные буквы*). Оставшиеся пять клавиши служили для задания равенства, команды остановки машины и операции логического ИЛИ. Благодаря отмеченному сходству с музыкальным инструментом логическую машину Джевонса в литературе столь часто называют “логическим пианино” или фортепиано, – *logic piano* (см., напр., [22]), что может возникнуть впечатление, будто это название принадлежит самому создателю машины. Следует уточнить, что хотя Джевонс, – см. процитированный выше отрывок из письма – и сам это сходство заметил и отметил, ни в одной работе свою машину логическим пианино он не именовал.

В целом клавиатура имела следующий вид:



Каждая из 16 комбинаций переменных записана на бруске, вертикально укрепленном внутри машины (рис. 32). Перед началом решения все 16 комбинаций переменных видны в окнах на фасаде машины. Любой бруск при нажатии клавиши может перемещаться вверх и вниз, занимая одно из четырех возможных положений (пронумеруем положения брусков, начиная сверху; назовем их четвертым, третьим, вторым и первым); при этом часть букв в определенных положениях бруска видна в окнах, а другая нет. Джевонс создавал свою логическую машину в первую очередь для учебных целей, он использовал ее как наглядное пособие на лекциях по логике. Поэтому точно такие же окна имелись и на тыльной стороне корпуса машины, обращенной к аудитории, и слушатели могли видеть те же комбинации букв.

Управление работой машины осуществляется путем нажатия клавиш в порядке следования букв в посылках. Нажатие каждой клавиши левой стороны клавиатуры, обозначенной буквой (напр. D), влечет перемещение во второе положение всех брусков, содержащих отрицание этой буквы (d), и находящихся в первом положении. Аналогично каждая клавиша правой половины при нажатии перемещает бруски, находящиеся в первом положении, в третье. Нажатие клавиши = вызывает перемещение всех брусков из третьего положения в первое. Клавиша останова (Full Stop) перемещает все бруски, находящиеся во втором положении, в первое, а находящиеся в третьем – в четвертое. Клавиша OR левой стороны перемещает бруски из второго положения в первое, а из первого – в третье. Клавиша OR правой стороны перемещает бруски из третьего положения в первое, а из первого – во второе. Клавиша FINIS возвращает бруски, находящиеся во втором, третьем и четвертом положении в первое.

По мере ввода посылок несовместимые с ними комбинации исчезают из поля зрения. Это происходит благодаря тому, что внутри корпуса машины находится сложная система рычагов, ремней и пружин, которая при нажатии клавиш так сдвигает бруски с написанными на них именами переменных, что несовместимые с вводимой посылкой комбинации перестают быть видными в окнах. По окончании процесса ввода всех посылок в окнах машины оставались только совместимые с ними буквенные комбинации.

Логические машины Аллана Марквандя.

... Первым результатом увлечения логикой стало для Марквандя построенное им не позднее 1881 г. механическое устройство для демонстрации вариантов силлогизмов – своего рода логическая машина, основы которой составляли шесть цилиндров. Три из них, цилиндры *a*, *b* и *c*, имели одинаковый диаметр один дюйм. На два верхних цилиндра *a* и *b* были наклеены карточки с вариантами посылок классических силлогизмов, а на цилиндр *c* – карточки с вариантами заключения силлогизма. Карточки можно видеть в трех окнах, расположенных на лицевой стороне устройства. Кроме того, имелись еще три цилиндра *d*, *e* и *f* максимальным диаметром один, два и четыре дюйма соответственно. В меньшем цилиндре *d* имеется сектор 180° , в цилиндре *e* – сектор 90° , и в цилиндре *f* наибольшего диаметра – сектор 45° , выделенные на рисунке темным цветом, поверхность которых при вращении может соприкасаться с поверхностями соседних цилиндров и благодаря трению поворачивать их (т.е. остальная часть цилиндров имеет чуть меньший диаметр и с соседними цилиндрами не соприкасается).

При вращении рукоятки, на оси которой закреплен цилиндр *d*, карточки по очереди появляются в окнах. Для перебора всех вариантов сочетания посылок и заключения было достаточно восьми полных оборотов рукоятки [33]. Фактически это было всего лишь очень простое средство для наглядного представления силлогизмов (первые два окна – посылки, третье окно – заключение). Однако оно представляет интерес – и как первое свидетельство интереса Марквандя к проблеме механизации логического вывода, и как доказательство умения воплотить свои идеи в работающем устройстве.

Свою первую настоящую логическую машину (к сожалению, она не сохранилась) Маркванд построил в 1881 г., уже будучи профессором в Принстоне. Он сам признавал, что она практически копировала машину Джевонса, хотя первоначально Маркванд надеялся существенно увеличить возможности прототипа (вряд ли можно сомневаться, что на машину Джевонса обратил внимание Марквандя именно Пирс). Если машина Джевонса решала задачи с четырьмя логическими переменными, то он планировал довести их количество до 10. Однако собственноручно изготовленная Марквандом машина работала крайне плохо, и в конце года ему пришлось обратиться за помощью к одному из принстонских коллег, профессору-математику Чарльзу Г. Роквуду. Уже в начале 1882 г. вторая логическая машина Марквандя была построена. Первое сообщение в печати о ее завершении [34] появилось в 1883 г., а полное описание [35] – еще через три года. Ее публичная демонстрация состоялась 11 ноября 1885 г. на заседании Американской ассоциации содействия развитию науки.

Основой конструкции логической машины Джевонса являлись скользящие рейки, на которых были написаны имена букв, символизирующих термины в посылках. Эти буквы видны в окошках на лицевой панели машины. Нажатие клавиш машины вызывало сдвиг реек. Маркванд пошел другим путем. Всем возможным комбинациям значений четырех логических переменных соответствовали 16 переключателей, расположенных в четыре ряда в верхней части лицевой панели. Горизонтальное положение переключателя означает, что переменная имеет значение 1, а вертикальное – значение 0. В нижней части лицевой панели находятся 10 клавиш, восемь из которых помечены буквами A, B, C, D (логические переменные) и *a*, *b*, *c*, *d* (их отрицания). Клавишу, помеченную цифрой 1, Маркванд назвал *клавишей восстановления*, а помеченную цифрой 0 – *клавишей уничтожения*. Эти две клавиши предназначены для начальной установки машины. При одновременном нажатии клавиши 0 и 1 все переключатели принимают горизонтальное положение, после чего сначала следует отпустить клавишу 1, а затем – клавишу 0. Это происходит благодаря движению внутри корпуса машины специальной металлической рамы со штифтами, зацепляющими и поворачивающими переключатели (рис. 38).

При каждом нажатии клавиши, помеченной именем переменной, проволочные тяги поворачивают две определенные рейки вокруг оси в горизонтальном или в вертикальном направлении. Штифты на этих рейках расцепляются с замком запора переключателей и те, освободившись, занимают вертикальное положение. После отпускания клавиши пружины возвращают рейки в исходное положение, при этом зацепления штифта с запором переключателя не происходит, и те остаются в вертикальном положении.

В результате, как и в машине Джевонса, при вводе исходного булевского выражения происходит его упрощение, результат которого виден оператору. В работе [35] приведены два примера решения задач с помощью машины; рассмотрим вторую из них.

...Модифицировав конструкцию, Маркванд сумел уменьшить количество клавиш с 21 до 10, и даже по одной этой причине его машина была предпочтительнее машины Джевонса. Об этом писал Ч. С. Пирс (рис. 39), отметивший конструктивное превосходство машины Марквандя перед ее прототипом [40, р. 165]. При этом он все-таки указал на ограниченность обеих машин – они были предназначены для решения лишь одной, вполне конкретной задачи, и ни для чего более. Пирс полагал, что машина, работающая с большим числом переменных, имела бы большее практическое значение.

... Завершив вторую механическую логическую машину, Маркванд больше не пытался усовершенствовать ее конструкцию.

Силлогистические карты и машины Генри Канингема.

... Изобретения Канингема, связанные с логикой, также, скорее всего, были сделаны в этот период: об этом свидетельствуют два недатированных, но написанных после 1878 г. письма Канингема Стенли Джевонсу. В этих письмах Канингем упоминает об изобретенной им логической машине, которую он послал Джевонсу, дабы создатель первой и на тот момент единственной в мире логической машины дал ей оценку. Причем похоже, что Канингема больше волнуют не технические детали, а проблемы философского порядка. Он пытается разобраться, производит ли его машина логические операции, стремится понять “кто выполнил работу – машина или я. Не является ли она всего лишь механическим регистратором каким-то образом полученных результатов. Я опасаюсь именно этого”.

Вероятно, созданию машины предшествовало другое изобретение. Силлогистические карты Канингема представляют собой набор из восьми больших (высотой 3,5 дюйма) и восьми малых (высотой 3 дюйма) карт (рис. 42). Ширина карт обоих типов одинакова – 2,5 дюйма. На больших картах под верхней кромкой написан один из вариантов посылок, связывающих средний (M) и больший (P) термины (Все M есть P и т.д.). На определенном расстоянии под посылкой записаны один, два или три заключения силлогизма, которые могут быть сделаны при наличии указанной посылки. Так, если силлогизм содержит посылку “Некоторые P есть M”, то он может иметь заключением только “Некоторые S есть P”.

На каждой из меньших карт под верхней кромкой написана одна из восьми возможных посылок, связывающих средний и меньший (S) термины. В каждой карте под посылкой вырезаны одно или два прямоугольных окна (кроме карты с посылкой “Некоторые M не есть S”, в которой окна отсутствуют). Окна расположены таким образом, что положив любую из меньших карт на любую из больших, две посылки окажутся расположеными одна под другой, а в окне мы прочитаем заключение силлогизма.

... Несомненно, что набор таких карт является достаточно удобным средством для изучения силлогистики. Однако Канингем сделал следующий шаг к механизации процесса силлогистического вывода, изготовив предназначенное для этой цели механическое устройство. По мнению Джевонса, его “вряд ли можно назвать машиной силлогизмов (*syllogistic machine*) но, вероятно, оно является самым близким приближением к ней”. Машина Канингема основана на том же принципе, что и карты, причем, по оценке Джевонса, “потребовалась определенная изобретательность, чтобы надлежащим образом расположить карты на поверхности цилиндра”. Устройство состоит из двух цилиндров, – внутреннего, на поверхность которого нанесены посылки, и вращающегося на той же оси внешнего цилиндра с прорезанными в нем окнами, на поверхность которого нанесены заключения. Один полный оборот внешнего цилиндра, приводимого в движение рукояткой, позволял получить все возможные варианты силлогизмов.

По сообщению М. Гарднера [ibid., p. 119], в 1885 г. Канингем подарил Научному музею в Южном Кенсингтоне еще одну свою логическую машину. Своей конструкцией она напоминала круглую логарифмическую линейку и состояла из двух картонных дисков. По окружности большего и меньшего дисков были выписаны те же восемь вариантов посылок, что на больших и меньших картах. При вращении меньшего диска в вырезанных в нем окнах открывались соответствующие сочетанию двух посылок заключения. Пожалуй, это устройство Канингема являлось наиболее близким приближением к конструкции Лулля!

Не исключено, что полвека спустя аналогичную логическую машину изготовил известный американский психолог **Кларк Л. Халл**. В одной из своих статей он упоминает о том, что изобрел “простой механизм, состоящий из сдвигающихся друг относительно друга металлических дисков, который будет автоматически решать, т.е. представлять заключения, логически следующие из любых известных силлогизмов, и который будет автоматически обнаруживать все формальные ошибки”. Описание устройства Халл так и не опубликовал, так что детали его конструкции остались неизвестными.

Логические машины П. Д. Хрущова и А. Н. Щукарева.

... Россия стала единственной кроме США страной, в которой были построены аналогичные логические машины [3]. Это сделал физико-химик Павел Дмитриевич Хрущов, который занимался также и проблемами логики. Предположительно около 1900 г. он изготовил свой вариант механической логической машины Джевонса. Как и ее прототип, она представляла собой высокий ящик с клавиатурой, на которой набирались посылки, и табло, в прорезях которого оставались допустимые комбинации терминов. После смерти Хрущова эта машина перешла в руки его коллеги, профессора Харьковского университета Александра Николаевича Щукарева. Щукарев восстановил машину и использовал ее в своих публичных выступлениях. Известно, что эти демонстрации проходили в Москве [12], Харькове, на юге России и пользовались большим успехом.

В дальнейшем Щукарев конструкцию логической машины несколько модифицировал – уменьшил ее размеры (всего 25×25 см при высоте 40 см), заменил деревянные детали на металлические и т.д. Но самое главное – он снабдил ее своеобразным “световым экраном”, на котором результаты вывода представлялись не в символическом виде, а в понятной аудитории словесной форме. Световой экран состоял из нескольких рядов электрических лампочек, часть которых загоралась, составляя предварительно заготовленные фразы. Публичные выступления и работу над машиной Щукарев продолжал и после революции, вплоть до второй половины 1920-х гг. [19], однако столкнулся с резким неприятием идеи механизации мышления со стороны ортодоксальных марксистских философов, оценивших ее как “бесплодную и нелепую затею” и был вынужден прекратить ее. Свою

логическую машину Щукарев передал на хранение в родной университет, и ее дальнейшая судьба сегодня неизвестна.

Машина логических диаграмм Джона Венна.

... В 1881 г. Венн опубликовал книгу “Символическая логика” [48], – кстати, именно он первым использовал этот термин, впоследствии ставший общепринятым. Некоторые исследователи называют эту книгу Венна “бессмертной”, однако следует сказать, что ее основные идеи он изложил годом ранее в статье под названием “О представлении суждений в виде диаграмм и с помощью механических средств” [47]. Предложенное им новое средство для наглядного представления понятий теории множеств и математической логики, – так называемые *диаграммы Венна*, стало важным вкладом в развитие математической логики. Для решения задач на силлогистический вывод Венн использовал графический подход. Он располагал на плоскости систему из трех кругов, каждый из которых соответствует некоторому классу. Пересечение налагаемых друг на друга кругов разбивает плоскость на 8 частей, а объединение этих частей дает 256 различных вариантов разбиения плоскости. Рассматривая графическое представление, соответствующее заданным соотношениям классов, можно делать заключения об их истинности.

... К логическим машинам Венн относился весьма скептически, и приводил на этот счет два довода. Первый заключался в том, что, по мнению Венна, на практике задачи, для решения которых требуется применение логической машины, встречаются крайне редко, и скорее даже “мы сами отыскиваем такие задачи, чтобы продемонстрировать использование своих правил и методов решения”. Более того, он полагал, что “ни одно известное или возможное в будущем устройство не заслуживает названия логической машины”, поскольку та работа, которую они выполняют – всего лишь небольшая часть общего процесса рассуждений [48, pp. 119-120]. О возможностях логической машины Джевонса Венн также отзывался негативно. В то же время, он предложил собственную логическую машину, которую, правда, предпочитал называть машиной логических диаграмм (*logical-diagram machine*). Венн подчеркивал, что, несмотря на свою простоту, его машина может выполнять все те функции, которые связывают с использованием логических машин. Как и машина Джевонса, она предназначалась для решения задач с четырьмя логическими переменными.

Краткое описание машины приведено в [ibid., pp. 122-123], там же помещен ее рисунок. Каждый из сегментов на рисунке представляет собой часть деревянного эллиптического цилиндра, состоящего всего из 16 частей. Они имеют высоту приблизительно 1,5 дюйма – т.е. половину глубины прибора. Перед началом работы все сегменты устанавливаются на одном уровне, заподлицо с верхней плоскостью прибора. В этом положении они удерживаются каждый своей металлической спицей. Для удаления любой части поверхности достаточно потянуть за соответствующую спицу (полностью они не вытаскиваются) и не удерживаемый ею сегмент упадет вниз. Для подготовки машины к работе надо только перевернуть прибор лицом вниз и вдвинуть внутрь все спицы для фиксации сегментов.

Однако легко заметить, что машина Венна, которая фактически является пространственным аналогом его диаграмм, с точки зрения скорости работы никаких преимуществ пользователю не дает. В самом деле, чтобы нарисовать соответствующие диаграммы на бумаге и затем закрасить те или иные фрагменты, времени требуется меньше, нежели для начальной установки машины и манипулирования ею. Точно так же на бумаге существенно проще и быстрее можно исправлять возможные ошибки.

Логическая машина Чарльза Маколея.

25 ноября 1913 г. проживавший в Америке англичанин Чарльз Маколей получил патент № 1079504 на механическую логическую машину (заявка была подана в 1910 г.) [32]. Таким образом, она стала первой логической машиной, на которую был оформлен патент.

Машина имеет форму неглубокого прямоугольного ящика с тремя горизонтальными рядами окошек, в которых можно наблюдать комбинации терминов (рис. 50, взятый из патента). Верхний ряд отображает верные (*consistent*) утверждения, нижний – неверные (*inconsistent*). Средний ряд окошек (*special*) используется для временного сохранения верных утверждений. Основой конструкции являются шестнадцать вертикально расположенных свободно движущихся при наклоне ящика реек. Маколей назвал их *символьными рейками* (*character strips*). На каждой рейке по три раза (в верхней, средней и нижней части) написана одна из комбинаций букв, символизирующих термины суждений или их отрицание – *abcd*, *Abcd*, *aBcd*, ..., *ABCD*. Кроме того, выше и ниже буквенных комбинаций на рейках имеются звездочки и ряды точек (их расположение показано на рисунке).

Кроме того, имеются восемь горизонтальных реек *h*, которые можно независимо друг от друга движением руки перемещать из крайнего левого (*первая позиция*) в крайнее правое положение (*вторая позиция*) и обратно. В левом вертикальном ряду машины можно прочитать, какие из букв символизируют субъект и предикат в суждениях. Нажатие (т.е. перемещение из позиции в позицию) рейки *h* фиксирует соответствующие символические рейки в определенном положении.

Сам Маколей (никакие биографические сведения об этом человеке неизвестны) в тексте патента указал, что его машину можно с успехом применять для решения самых разных задач, например, в логике высказываний. Он подробно описал действия, с помощью которых можно управлять положением и степенями свободы символьных реек. Так, положение, в котором прибор наклонен от оператора (при этом все незакрепленные символические рейки

сместяется), Маколей называет *первым состоянием*, горизонтальное положение машины – *вторым*, а положение, когда она наклонена к оператору – *третьим*. Дополнительная девятая горизонтальная рейка *o* предназначена для фиксации символьных реек в том или ином состоянии (например, когда рейка *o* находится в первой позиции, символьные рейки могут переходить только из первого состояния в третье и обратно).

Машина суждений Аннибала Пасторе.

В 1903 г. итальянский логик и философ Аннибале Пасторе при помощи известного физика Антонио Гарбассо построил своеобразную механическую логическую машину (“машина суждений” – *machine capace di ragionare*), предназначенную для моделирования силлогистического вывода.

Основу конструкции составляют три группы колес (каждая содержит по три соосных колеса, одно большое – представляющее весь объем класса, и два малых – “некоторые” члены того же класса), которые соответствуют субъекту, предикату и среднему термину силлогизмов. Колеса связывают замкнутыми ремнями, причем разные способы расположения ремней отвечают различным соотношениям терминов. Так, для представления общеутвердительного суждения “Все A есть B” ремень связывает большое колесо A и малое колесо B таким образом, что при повороте колеса A колесо B будет вращаться в том же направлении. Аналогично для представления частноутвердительного суждения “Некоторые A есть B” ремнем связываются малые колеса A и B. Вращение же колес в противоположных направлениях соответствует отрицательным суждениям. Общеотрицательное “Ни одно A не есть B” и частноотрицательное “Некоторые A не есть B” суждения задаются так: перекрещенный ремень связывает большие колеса A и B, и малое колесо A с большим колесом B соответственно.

Электрическая логическая машина Бенджамина Бурака.

В 1936 г. преподаватель чикагского колледжа Рузельта Бенджамин Бурак, психолог по профессии, построил первую электрическую логическую машину. Машина помещалась в небольшом чемодане и работала от батарей или же от сети. Электрическая часть машины размещалась в крышке чемодана. Внутри чемодана уложен набор брусков полированного дерева размером приблизительно $13,75 \times 6,25 \times 2$ см каждый. Общий вес машины составлял около 11 кг. На верхней плоскости каждого из брусков написана одна из посылок или заключение силлогизма. Например, если S – субъект, а P – предикат, то в набор должны входить четыре бруска с заключениями вида

Все S есть P

Ни одно S не есть P

Некоторые S есть P

Некоторые S не есть P.

Если M – средний термин, то набор должен также содержать 8 брусков для всех возможных видов первой посылки, и еще 8 – для всех возможных видов второй посылки. Кроме того, в набор входят дополнительные бруски для проверки условных и разделительных силлогизмов, а также правильности выполнения обверсии (изменения формы посылки от утвердительной к отрицательной) и конверсии (преобразования, при котором субъект и предикат меняются местами).

На противоположной (нижней) плоскости каждого бруска расположены несколько металлических контактов. Так, брусок с написанной на верхней плоскости посылкой “Некоторые M не есть S” имеет три контакта, которые соответствуют следующей информации о посылке:

- средний термин (M) не распределен, т.е. не относится ко всему своему классу;
- суждение является отрицательным;
- суждение является частным.

Для того, чтобы проверить истинность того или иного силлогизма, достаточно выбрать два бруска, соответствующие двум посылкам, бруск, соответствующий заключению, и поместить их в три гнезда, предусмотренных в левой части крышки чемодана. Металлические контакты замыкают электрические цепи, и если силлогизм неверен, то загорается одна или несколько лампочек, расположенных в правой половине крышки. Каждая лампочка соответствует определенной ошибке в логическом выводе (рядом с лампочкой имеется табличка с названием ошибки). Так, для категорических силлогизмов таких ошибок насчитывается семь: средний термин должен быть распределен по крайней мере в одной из посылок; нельзя сделать заключение из двух частных посылок; нельзя сделать заключение из двух отрицательных посылок; при одной отрицательной посылке заключение не может быть утвердительным; если одна из посылок – частная, то нельзя сделать общее заключение и др. Еще три лампочки сигнализируют об ошибках в условных силлогизмах, и по одной лампочке – об ошибках в разделительных силлогизмах, обверсии и конверсии. Каждой ошибке соответствует отдельная электрическая цепь, так что одновременно могут загораться несколько лампочек.

Бурак опубликовал описание своей машины только в 1949 г. [24] – к сожалению, большую часть этой короткой статьи занимает описание технологии изготовления контактов на деревянных брусках. Автор отмечает, что в отличие от всех других логических машин, которые выдают заключение из заданных посылок, его машина предназначена для проверки правильности различных заключений и диагностирования вида ошибки в силлогизмах разных типов. Он использовал свою машину на занятиях, и, по его наблюдениям, она вызывала огромный интерес у студентов.

Релейные и электронные логические машины.

В 1947 г. два студента Гарвардского университета, Уильям Буркхардт и Теодор Калин построили небольшую релейную логическую машину. О своих предшественниках они не знали, и вдохновлялись теорией Шеннона и желанием упростить себе жизнь, автоматизировав решение многочисленных задач, задаваемых на занятиях по математической логике. Их машину, стоимость разработки которой составила всего 150 долларов, смело можно признать первой, которую можно было использовать в практических целях [25, pp. 128-130].

Почти одновременно с машиной Буркхардта и Калина, а также на протяжении последующих полутора десятилетий в разных странах, – в Англии, США, СССР и Чехословакии – были построены еще несколько специализированных релейных и электронных логических машин, которые, однако, уже не стали, да и не могли стать, объектом внимания широкой научной общественности.

В 1949 г. английская компания *Ferranti*, известная своим электронным компьютером *Manchester Mark I*, построила небольшую электронную логическую машину, функционально полностью эквивалентную механической машине Джевонса. На посвященной Джевонсу выставке в Манчестерском университете, развернутой в 1952 г., эти машины были выставлены рядом.

Последний штрих...

В последний период истории логических машин можно добавить:

«Логик теоретик» — так была названа программа для ЭВМ, созданная в середине шестидесятых годов XX в американским кибернетиком А. Ньюэллом в сотрудничестве с психологом Г. Саймоном. Она была предназначена для доказательства теорем в исчислении высказываний .

В 80-ые годы XX в. кемеровский ученый Н.Н. Жалдак разработал и запатентовал **логическую линейку**, принцип работы которой основан на диаграммных методах, предназначенную для логического анализа научных, деловых и прочих рассуждений . [8]

Далее автором заявлено:

После Второй мировой войны стало очевидным, что компьютерные программы могут достичь тех же результатов, что и любая из этих ЛМ (логических машин – добавлено мной). Впоследствии, все приведенные выше ЛМ были запрограммированы на компьютерах. Описанные ЛМ не имели какого-либо практического смысла. ЛМ использовались как вспомогательные средства, их основное назначение было сугубо теоретическим. [8]

Может быть слишком категорично, но ... автор думает так. Это его право.

Конечно, на этом история логических машин не заканчивается. Заканчивается классика этой истории. А логические машины делали, делают и будут делать...

С этого мы начали рассказ о логических машинах.

Логическая машина клетки.

Говорим мы об этой машине много [1, 2], а ведь даже не представляем себе, ни что это такое, ни, где это находится...

И проблема опять та же. Мы привыкли рассматривать клетку только с одной стороны – биологической. А то, что клетка, это высокоразвитый автомат – забываем.

Когда мы начинаем разговор о клетке, то сплошь и рядом можно слышать примерно одно и то же мнение: Ну что Вы хотите? Она же - ЖИВАЯ.

И этим всё сказано.

То, что делает человек – машины, а клетка – Живая.

Это еще недавно это был самый главный аргумент доказательства истинности сказанного. Потому, что ЖИЗНЬ – понятие самодостаточное, в дополнительной аргументации не нуждается. И всё же ...

Понятие ЖИЗНЬ уже давно не является конечным аргументом в доказательстве. Истоки зарождения Жизни ученые ищут уже не одно десятилетие. Мы с этим уже разбирались [6-7].

Поиски у вели нас очень далеко, но истины мы так и не нашли. Того самого единственного ответа на вопрос: где начинается Жизнь и как она зародилась?

Ответов много, и все они в чем-то объективны. Но однозначного и точного ответа на поставленный вопрос нет. Пока нет...

Живое – Неживое.

Вот тут и возникают сложности. Похоже, что никто особо не разбирался с клеткой, как с системой автоматического управления.

Понятно, Живая же..., и этим все сказано.

А что такое – «живая», с точки зрения системы управления?

Где Живое начинается и где заканчивается?

Не в философском или общебиологическом обобщении, а конкретно. С какой сложности схемы управления мы можем говорить, о «живом», а на каком уровне еще автомат?

Вот несколько мнений...

Например, А.Н. Стакевич [33] :

Представить физико-химическое определение живого состояния поможет простая модель — цепочка стальных гвоздей, свободно разбросанных на стекле, соединенных друг с другом гибкой проволочкой и посыпанных железными опилками. Очевидно, что цепочка из гвоздей имеет случайную конфигурацию и не взаимодействует с железными опилками. Если теперь снизу поднести к стеклу сильный магнит — все, что лежит на нем, намагничивается и фиксируется. В результате этого простого действия не только цепочка гвоздей приобретает более жесткую и упорядоченную (спрямленную) «конформацию» — намагничиваются также хаотично разбросанные вокруг железные опилки, которые притягиваются к цепочке гвоздей поодиночке или скоплениями, т.е. множеством поляризованных слоев. В итоге образуется единая система из сцепленных гвоздей, железных опилок и магнита, свободная энергия которой выше, чем у исходной, а энтропия (хаотичность, дезинтеграция, разупорядоченность) такой системы ниже, чем у системы невзаимодействующих элементов. Удаление магнита размагничивает гвозди и железные опилки — система распадается, возвращаясь в исходное высокоэнтропийное состояние с более низким уровнем свободной энергии и подверженностью любым изменениям. Первое, низкоэнтропийное называется «живым» (с высокой потенциальной энергией), а второе, высокоэнтропийное — «мертвым» (с низкой потенциальной энергией). [33]

И там же находим:

С точки зрения теории Линга, наименьшая единица живой материи — не клетка, а ее структурный материал — протоплазма. Именно после появления такой концепции живого состояния впервые обрела жизнеспособность сама концепция протоплазмы, выдвинутая еще полтора века назад Дюжарденом, фон Молем и остальными. Конечно, лишь протоплазма, поддерживаемая в живом состоянии, может служить «физической основой жизни», как ярко выразился Томас Хаксли. Смерть протоплазмы — это и есть конец жизни. [33]

Всё просто и ясно.

А вот как подходит к этому другой автор, В.Н. Сафонов, [32] в таблице 6 находим:

Вирусы появились после Первоклетки и замыкают периоды. Отличны от всех остальных организмов и считаются реликтовыми формами жизни как бы границей между живым и мертвым. Очень консервативны по изменению фенотипа внутри группы по вертикали, как были частицами, так и остались частицами.

Здесь граница между «живым» и «неживым» проходит по вирусам. Эта, кстати, почти классическая точка зрения в данном случае мне кажется более объективной. Если говорить об автоматической системе управления...

Ядро и ДНК.

Что может выполнять в клетке функции центра управления? Мы привыкли говорить — Ядро⁴³. Но, это слишком общее представление. Да и базируется это мнение только на том, что

⁴³ Ядро (лат. *nucleus*) — это один из структурных компонентов эукариотической клетки, содержащий генетическую информацию (молекулы ДНК). В ядре происходит репликация — удвоение молекул ДНК, а также транскрипция — синтез молекул РНК на молекуле ДНК. В ядре же синтезированные молекулы РНК подвергаются ряду модификаций, после чего выходят в цитоплазму. Образование субъединиц рибосом также происходит в ядре в специальных образованиях - ядрашках. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42119269>

ядро клетки находится в центре. Там расположены хромосомы. Их видно в микроскоп. Есть дополнительная структура – ядрышко⁴⁴. Вот вроде и все аргументы доказательства.

Тогда возникает естественный вопрос: Каким образом ядро управляет процессами клетки?

Есть схема управления клетки, предложенная Ю.Я.Калашниковым [9]. Мы её уже показывали в [1]. Очень сложная схема многоуровневого управления. Для её реализации клетка должна иметь вполне видимый и четко локализуемый аппарат управления. Большой и сложный.

Вот ядро клетки на рис.1 из [Википедии](#).

Как-то все слишком просто. С первого взгляда. Но потом начинаешь реально оценивать сложность того, что так просто нарисовано... и ощущение простоты пропадает.

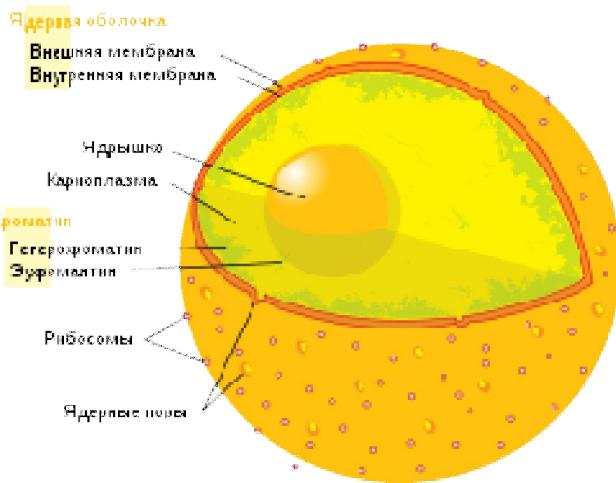


Рис. 1. Ядрышко в составе ядра человеческой клетки

Обратим внимание на хроматин⁴⁵. Это те самые хромосомы, в которых хранится основная или ядерная ДНК – геном. [Хроматин](#), это упакованные ДНК.

ДНК упаковывается в несколько приемов. Вот, на рис.2. приведена схема и порядок такой упаковки. Многоступенчатая упаковка получается.

⁴⁴ Ядрышко находится внутри ядра, и не имеет собственной мембранный оболочки, однако хорошо различимо под световым и электронным микроскопом. Основной функцией ядрышка является синтез рибосом. В геноме клетки имеются специальные участки, так называемые **ядрышковые организаторы**, содержащие гены рибосомной РНК (рРНК), вокруг которых и формируются ядрышки. В ядрышке происходит синтез рРНК РНК полимеразой I, ее созревание, сборка рибосомных субчастиц. В ядрышке локализуются белки, принимающие участие в этих процессах. Некоторые из этих белков имеют специальную последовательность — сигнал ядрышковой локализации (NoLS, от англ. Nucleolus Localization Signal). Следует отметить, самая высокая концентрация белка в клетке наблюдается именно в ядрышке. В этих структурах было локализовано около 600 видов различных белков, причем считается, что лишь небольшая их часть действительно необходима для осуществления ядрышковых функций, а остальные попадают туда неспецифически.

Под электронным микроскопом в ядрышке выделяют несколько субкомпартментов. Так называемые **Фибриллярные центры** окружены участками **плотного фибриллярного компонента**, где и происходит синтез рРНК. Снаружи от плотного фибриллярного компонента расположен **гранулярный компонент**, представляющий собой скопление созревающих рибосомных субчастиц. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42337148>

⁴⁵ **Хроматином** называют молекулы хромосомной ДНК в комплексе со специфическими белками, необходимыми для осуществления этих процессов. Основную массу составляют «белки хранения», так называемые гистоны. Из этих белков построены **нуклеосомы** – структуры, на которые намотаны нити молекул ДНК. Нуклеосомы располагаются довольно регулярно, так что образующаяся структура напоминает бусы. Нуклеосома состоит из белков четырех типов: H2A, H2B, H3 и H4. В одну нуклеосому входят по два белка каждого типа — всего восемь белков. Гистон H1, более крупный чем другие гистоны, связывается с ДНК в месте ее входа на нуклеосому. Нуклеосома вместе с H1 называется **хроматосомой**. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42119269>

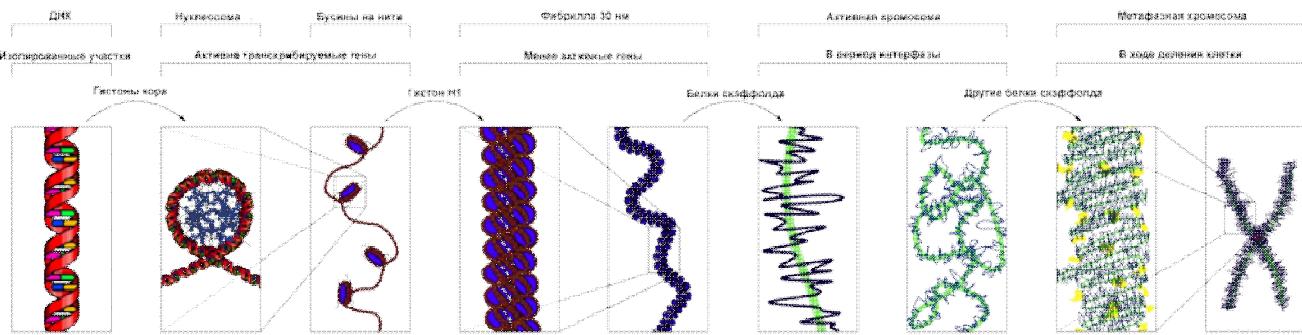


Рис. 2. Схема конденсации хроматина

Кстати говоря, это еще не полное описание. Только упаковка. Здесь нет того, к чему хроматин крепится... но уже понятно, что так тщательно может упаковываться только информация долговременной памяти. Здесь мы видим ДНК генома.

Другие, относительно самостоятельные ДНК, находятся в пластидах⁴⁶ и митохондриях:

Находящаяся в матриксе митохондриальная ДНК представляет собой замкнутую кольцевую двусpirальную молекулу, в клетках человека имеющую размер 16569 нуклеотидных пар, что приблизительно в 10^5 раз меньше ДНК, локализованной в ядре. В целом митохондриальная ДНК кодирует 2 rРНК, 22 тРНК и 13 субъединиц ферментов дыхательной цепи, что составляет не более половины обнаруживаемых в ней белков. В частности, под контролем митохондрального генома кодируются семь субъединиц АТФ-синтетазы, три субъединицы цитохромоксидазы и одна субъединица убихинол-цитохром-с-редуктазы. При этом все белки, кроме одного, две рибосомные и шесть тРНК транскрибируются с более тяжёлой (наружной) цепи ДНК, а 14 других тРНК и один белок транскрибируются с более лёгкой (внутренней) цепи.

На этом фоне геном митохондрий растений значительно больше и может достигать 370000 нуклеотидных пар, что примерно в 20 раз больше описанного выше генома митохондрий человека. Количество генов здесь также примерно в 7 раз больше, что сопровождается появлением в митохондриях растений дополнительных путей электронного транспорта, не сопряжённых с синтезом АТФ.

... ДНК митохондрий наследуются почти исключительно по материнской линии. Каждая митохондрия имеет несколько участков нуклеотидов в ДНК, идентичных во всех митохондриях (то есть в клетке много копий митохондриальных ДНК), что очень важно для митохондрий, неспособных восстанавливать ДНК от повреждений (наблюдается высокая частота мутаций). Мутации в митохондриальной ДНК являются причиной целого ряда наследственных заболеваний человека.

И, кажется, это не последний вид ДНК, имеющийся в клетке, например, человека. Есть еще временные ДНК, формируемые в клетке только на какой-то период.

ДНК – полимераза.

ДНК – полимераза⁴⁷, это органоид клетки позволяющий создавать копию ДНК с ДНК. ДНК – полимераза создает удвоение ДНК для деления клетки. Это мы понимаем.

⁴⁶ **Пластиды** — органоиды эукариотических растений, прокариотов и некоторых фотосинтезирующих простейших (например, эвглены зеленой). Покрыты двойной мембраной и имеют в своём составе множество копий кольцевой ДНК. Совокупность пластид клетки образует пластидом. По окраске и выполняемой функции выделяют три основных типа пластид:

Лейкопласты — неокрашенные пластиды, как правило выполняют запасающую функцию. В лейкопластах клубней картофеля накапливается крахмал. Лейкопласты высших растений могут превращаться в хлоропласты или хромопласты.

Хромопласты — пластиды, окрашенные в жёлтый, красный, зеленый или оранжевый цвет. Окраска хромопластов связана с накоплением в них каротиноидов. Хромопласты определяют окраску осенних листьев, лепестков цветов, корнеплодов, созревших плодов.

Хлоропласты — пластиды, несущие фотосинтезирующие пигменты — хлорофиллы. Имеют зелёную окраску у высших растений, харовых и зелёных водорослей. Набор пигментов, участвующих в фотосинтезе (и, соответственно, определяющих окраску хлоропласта) различен у представителей разных таксономических отделов. Хлоропласты имеют сложную внутреннюю структуру. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=41577296>

⁴⁷ **ДНК-полимераза** — фермент, участвующий в репликации ДНК. Ферменты этого класса катализируют полимеризацию дезоксирибонуклеотидов вдоль цепочки нуклеотидов ДНК, которую фермент «читает» и использует в качестве шаблона. Тип нового нуклеотида определяется по принципу комплементарности с шаблоном, с которого ведётся считывание. Собираемая молекула комплементарна шаблонной моноспирале и идентична второму компоненту двойной спирали.

Мы говорим, что в ядре происходит репликация — удвоение молекул ДНК.

На основании своей структуры ДНК-полимеразы могут быть разбиты на семь различных семейств: A, B, C, D, X, Y, и RT.

Некоторые ДНК-полимеразы обладают способностью исправлять ошибки во вновь собираемой цепочке ДНК. Если происходит обнаружение неправильной пары нуклеотидов, ДНК-полимераза откатывается на один шаг назад. Благодаря своей 3'-5' экзонуклеазной гидролитической активности ДНК-полимераза может исключить неправильный нуклеотид из цепочки и затем вставить на его место правильный, после чего репликация продолжается в нормальном режиме.

Например, вот так на рис.3. показана ДНК-полимераза в процессе репликации.

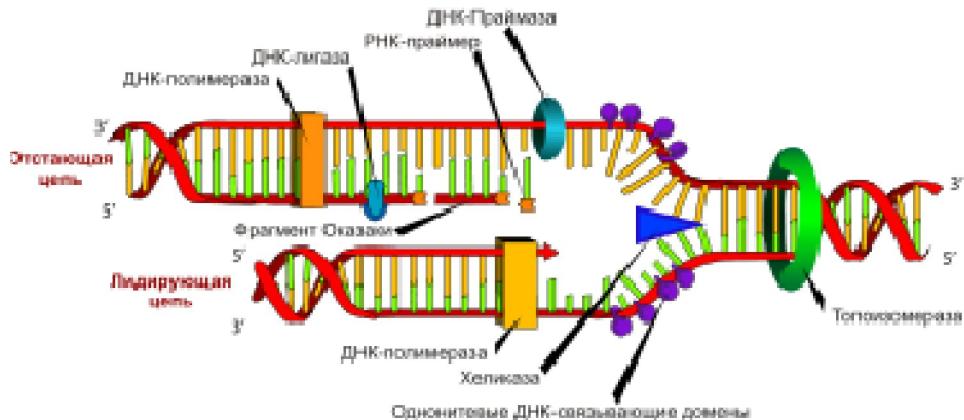


Рис. 3. Репликация ДНК

А вот на рис.4., как она выглядит в молекулярном исполнении:

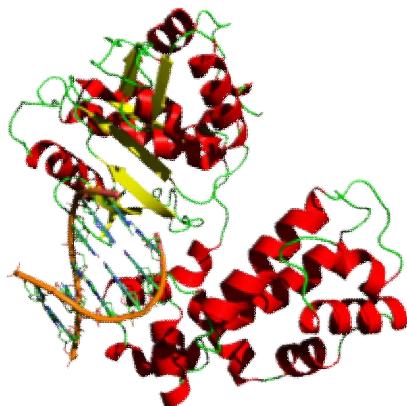


Рис. 4. Трёхмерная структура ДНК-связывающих спирально-шпилечных участков в человеческой бета-ДНК-полимеразе

Существует и так называемая обратная транскрипция⁴⁸. Из РНК информация передается в ДНК.

Выделяют ДНК-зависимую ДНК-полимеразу (КФ 2.7.7.7), использующую в качестве матрицы одну из цепей ДНК, и РНК- зависимую ДНК-полимеразу (другое название обратная транскриптаза, КФ 2.7.7.49), способную также к считыванию информации с РНК (обратная транскрипция). <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42875265>

⁴⁸ **Обратная транскрипция** — это процесс образования двуцепочечной ДНК на матрице одноцепочечной РНК. Данный процесс называется обратной транскрипцией, так как передача генетической информации при этом происходит в «обратном», относительно транскрипции, направлении. Идея обратной транскрипции вначале была очень непопулярна, так как противоречила центральной догме молекулярной биологии, которая предполагала, что ДНК транскрибируется в РНК и далее транслируется в белки. Однако в 1970 году Темин[3] и Балтимор[4] независимо друг от друга открыли фермент, названный обратной транскриптазой (ревертазой), и возможность обратной транскрипции была окончательно подтверждена. В 1975 году Темину и Балтимору была присуждена Нобелевская премия в области физиологии и медицины.

<http://ru.wikipedia.org/?oldid=41997599>

На основе ДНК и ДНК-полимеразы давно создана и работает не одна ДНК-машина⁴⁹. Это составная часть понятия молекулярная машина⁵⁰ и отдельная тема для разговора в рамках понимания логической машины клетки. К этому мы еще вернемся.

РНК-полимеразы.

Многочисленные копии с генома клетка - ДНК, в виде РНК, это оперативная память системы управления. Копий делается так много, чтобы хватило на все случаи жизни...

О значении РНК в жизни клеток мы уже разбирались в [6,7]. Из цепочек РНК создаются каталитически активные элементы с общим названием – рибозимы. Это те же РНК, только в них разными способами создаются объемные зоны химической активности, достаточные для разрыва или сращивания отдельных цепочек РНК. Конечно, когда-то это получилось случайно, но потом такие зоны уже стали формироваться вполне целенаправленно.

Многие рибозимы⁵¹ естественного происхождения катализируют расщепление самих себя или других молекул РНК. Сюда же можно отнести и недавно открытые РНК-переключатели⁵².

В рамках исследований, посвященных происхождению жизни, удалось создать искусственные рибозимы типа [РНК-полимеразы](#), способные при определенных условиях [катализировать свою собственную сборку](#)¹¹. Кроме того образование [пептидной связи](#) в [белках](#) происходит при помощи [рРНК рибосомы](#). С ними мы познакомимся чуть позже.

Мы обратим внимание на РНК-полимеразы⁵³, которые снимают рабочие копии РНК с первичной ДНК. Этот процесс называется транскрипцией⁵⁴. Например, о [РНК-полимеразе](#):

Существует ряд экспериментальных данных, свидетельствующих о том, что транскрипция осуществляется в так называемых транскрипционных фабриках: огромных, по некоторым оценкам, до 10 МДа комплексах, которые содержат около 8 РНК-полимераз II и компоненты последующего процессинга и сплайсинга, а также корректирования новосинтезированного транскрипта[4]. В ядре клетки происходит постоянный обмен между пулами растворимой и задействованной РНК-полимеразы. Активная РНК-полимераза задействована в таком комплексе, который в свою очередь является структурной организовывающей компактизацию хроматина единицей. Последние данные[5] свидетельствуют о том, что транскрипционные фабрики существуют и в отсутствие транскрипции, они фиксированы в клетке (пока не ясно, взаимодействуют ли они с ядерным матриксом клетки или нет) и представляют собой независимый ядерный субкомpartment. Комплекс транскрипционных фабрик, содержащих РНК полимеразу I, II или III, был проанализирован с помощью масс-спектрометрии.[6]

РНК-полимераза производит следующие разновидности РНК:

- [Матричная РНК](#) (мРНК) — шаблон для синтеза белков в [рибосомах](#).
- [Некодирующая РНК](#) или «РНК-ген» — большой класс генов, кодирующих РНК, на которых не может быть построено белка. Самые известные представители этого класса — транспортная РНК (тРНК) и рибосомная РНК (рРНК), сами участвующие в процессе синтеза белка. Однако начиная с поздних 90-х годов XX столетия было обнаружено много других РНК-генов. Это дало возможность предположить, что РНК-гены играют более значительную роль в клетке, чем было принято считать раньше.
 - [Транспортная РНК](#) (тРНК), переносящая [аминокислоты](#) к растущей на рибосоме белковой цепочке во время процесса [трансляции](#).
 - [Рибосомная РНК](#) (рРНК), входящая в состав рибосомы;

⁴⁹ [ДНК-машина](#) является молекулярной машиной сделанной из молекул [ДНК](#). Впервые исследования относительно ДНК-машин были проведены в конце 1980-х годов Надрианом Симэном и сотрудниками Нью-Йоркского университета. Использование ДНК обусловлено высоким количеством инструментов, способных изменить его структуру, а также тем, что свойствам ДНК уделено множество научных работ по биохимии.

ДНК-машины могут быть логически собраны из двойных спиралей ДНК основываясь на строгих правилах связывания нуклеотидов, что позволяет с высокой степенью предсказывать структуру будущей молекулы. Это свойство нуклеотидов является ключевым преимуществом в строительстве ДНК-машин. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=35311418>

⁵⁰ Молекулярные машины <http://popnano.ru/analit/index.php?task=view&id=1224>

⁵¹ [Рибозим](#) (сокращение от «[рибонуклеиновая кислота](#)» и «[энзим](#)»), также называемая ферментативной РНК или каталитической РНК — это [молекула РНК](#), обладающая [катализитическим действием](#). <http://ru.wikipedia.org/?oldid=40902314>

⁵² Сложные РНК-переключатели — новый механизм регуляции генов <http://elementy.ru/news/430362>

⁵³ [РНК-полимераза](#) — [фермент](#), осуществляющий синтез молекул [РНК](#). В узком смысле, РНК-полимеразой обычно называют ДНК-зависимые РНК-полимеразы, осуществляющие синтез молекул РНК на матрице [ДНК](#), то есть осуществляющие [транскрипцию](#). Ферменты класса РНК-полимераз очень важны для функционирования клетки, поэтому они имеются во всех организмах и во многих [вирусах](#). Химически РНК-полимеразы являются нуклеотидил-трансферазами, полимеризирующими рибонуклеотиды на 3'-конце цепи РНК. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=41814174>

⁵⁴ [Транскрипция](#) (от лат. *transcriptio* — переписывание) — процесс синтеза РНК с использованием ДНК в качестве матрицы, происходящий во всех живых клетках. Другими словами, это перенос генетической информации с ДНК на РНК. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=41893531>

- МикроРНК, регулирующая активность генов;
- Катализическая РНК, обладающая свойствами ферментов.

РНК-полимераза осуществляет синтез с нуля. Это возможно вследствие того, что взаимодействие начального нуклеотида гена и РНК-полимеразы позволяет ей закрепиться на цепочке и обрабатывать следующие нуклеотиды. Это отчасти объясняет, почему РНК-полимераза обычно начинает транскрипцию с АТФ, за которым следует ГТФ, УТФ и затем ЦТФ. В отличие от ДНК-полимеразы РНК-полимераза обладает также геликазным действием.

Вот так выглядит РНК-полимераза, она на рис.5. Надо бы обратить внимание, что активной зоной здесь становится ион магния.

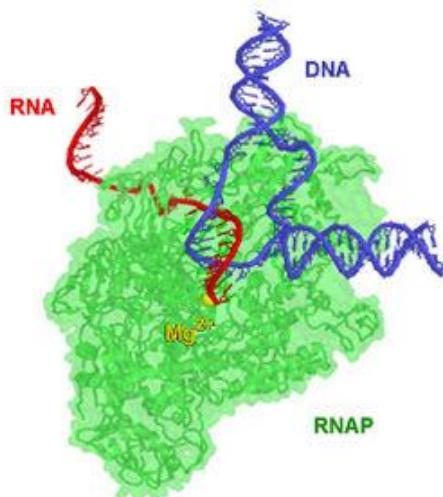


Рис. 5. РНК-полимераза из клетки *T. aquaticus* в процессе репликации.

Некоторые элементы фермента сделаны прозрачными, и цепи РНК и ДНК видны более отчётливо. Ион магния (жёлтый) располагается на активном участке фермента.

Рибосомы.

Сначала цитата:

Рибосома — важнейший немембранный органоид живой клетки сферической или слегка эллипсоидной формы, диаметром 10—20 нанометров, состоящий из большой и малой субъединиц. Рибосомы служат для биосинтеза белка из аминокислот по заданной матрице на основе генетической информации, предоставляемой матричной РНК, или мРНК. Этот процесс называется трансляцией.

...Рибосомы представляют собой нуклеопротеид, в составе которого отношение РНК/белок составляет 1:1 у высших животных и 60-65:35-40 у бактерий. Рибосомная РНК составляет около 70 % всей РНК клетки. Рибосомы эукариот включают четыре молекулы рРНК, из них 18S, 5.8S и 28S рРНК синтезируются в ядрышке РНК полимеразой I в виде единого предшественника (45S), который затем подвергается модификациям и нарезанию. 5S рРНК синтезируется РНК полимеразой III в другой части генома и не нуждается в дополнительных модификациях.

О рибосоме можно посмотреть в [11]. Но, как мне кажется, почти во всех случаях, статьи о рибосоме никак не объясняют её наличие на оболочке ядра и на стенках эндоплазматической сети. А на это надо бы обратить внимание.

Синтезируются рибосомы в ядрышке. Это можно посмотреть на рис.6.

Цифрами обозначено: 1. Синтез мРНК рибосомных белков РНК полимеразой II. 2. Экспорт мРНК из ядра. 3. Узнавание мРНК рибосомой и 4. синтез рибосомных белков. 5. Синтез предшественника рРНК (45S — предшественник) РНК полимеразой I. 6. Синтез 5S рРНК РНК полимеразой III. 7. Сборка большой рибонуклеопротеидной частицы, включающей 45S-предшественник, импортированные из цитоплазмы рибосомные белки, а также специальные ядрышковые белки и РНК, принимающие участие в созревании рибосомных субчастиц. 8. Присоединение 5S рРНК, нарезание предшественника и отделение малой рибосомной

субчастицы. 9. Дозревание большой субчастицы, высвобождение ядрышковых белков и РНК. 10. Выход рибосомных субчастиц из ядра. 11. Вовлечение их в трансляцию.

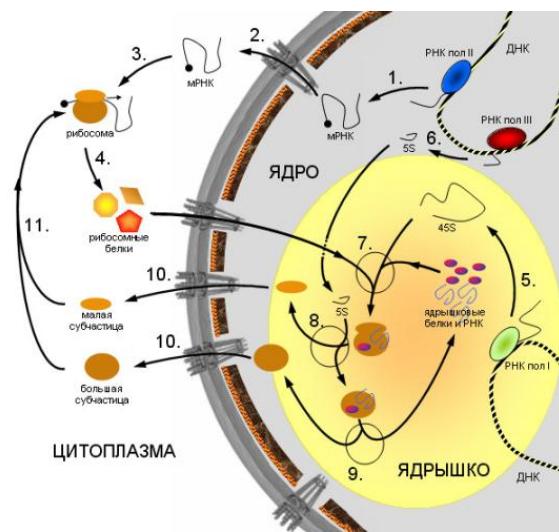


Рис. 6. Схема синтеза рибосом в клетках эукариот.

Вернемся к рис.1 и обратим внимание на рибосомы⁵⁵, расположенные на всей поверхности ядерной оболочки. С рибосомами мы уже разбирались в [10]. Мы разбирались с трансляцией⁵⁶ белка по информации РНК.

При этом вспомним, что сборка субчастиц⁵⁷ рибосомы в рабочую конструкцию при трансляции белка происходит уже после посадки малой субчастицы⁵⁸ на цепь РНК [10]. Потом на малую субчастицу садится большая, происходит их соединение в единую конструкцию ..., и наконец, сборка рибосомы закончена. Запускается процесс трансляции.

Вот она, рибосома, на рис.7.

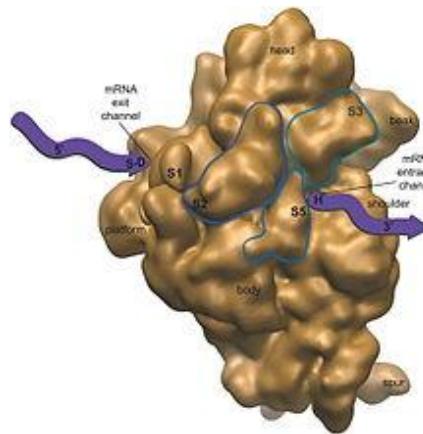


Рис. 7. Рибосома

⁵⁵ <http://ru.wikipedia.org/?oldid=40986853>

⁵⁶ Трансляцией (от лат. translatio — перевод) называют осуществляемый рибосомой синтез белка из аминокислот на матрице информационной (или матричной) РНК (иРНК или мРНК). <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42552511>

⁵⁷ <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42824439>

⁵⁸ <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42695030>

Это рибосома в собранном виде. Малая и большая субчастицы уже соединились в одну структуру. Но, на самом деле рибосома не так монолитна, как показано. Это сгусток РНК и белков.

Например, более реально большая субчастица рибосомы выглядит так, как на рис.8.

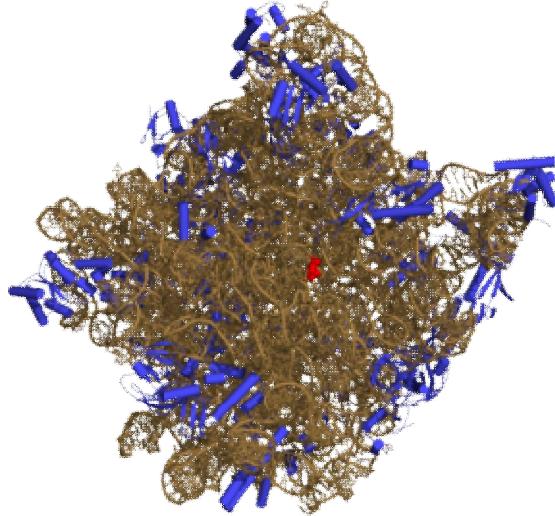


Рис. 8. Большая рибосомная субчастица 50S.

Коричневым показана рРНК, синим — белки нуклеопротеидного комплекса субчастицы, красным — активный центр.

А вот как выглядит малая субчастица примерно в том же понимании. Она на рис.9.

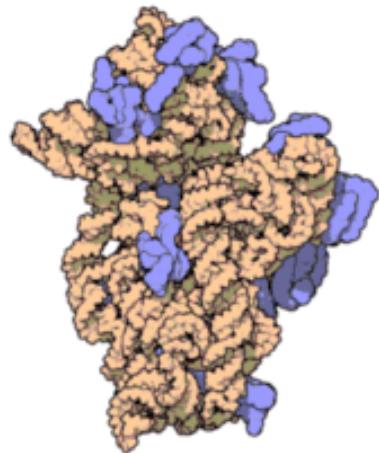


Рис. 9. Модель малой субъединицы рибосомы *Thermus thermophilus*.
РНК показана оранжевым, белок синим.

Тогда, надо признать, что рибосомы на оболочке ядра, аппарата Гольджи и ЭПС, да еще в таком количестве, это уже какие-то другие рибосомы, видимо, не требующие сборки непосредственно на РНК.

Посмотрим на рис.10. Вот они, рибосомы, по всей поверхности. Уже собраны и готовы к работе. Читаем в [Википедии](#):

В эукариотических клетках рибосомы располагаются на мембранах эндоплазматической сети, хотя могут быть локализованы и в неприкрепленной форме в цитоплазме. Нередко с одной молекулой мРНК ассоциировано несколько рибосом, такая структура называется **полирибосомой** (полисомой).

. Почти вся рРНК находится в виде магниевой соли, что необходимо для поддержания структуры; при удалении ионов магния рибосома подвергается диссоциации на субъединицы.

Скорее всего, в цитоплазме и в случае полисомы, мы имеем дело с разными рибосомами для трансляции белка.

Органеллы.

Но еще более впечатляет то, что находится вокруг ядра. Органеллы⁵⁹. Эти структуры тоже могут претендовать на название элементов системы управления клетки. Присмотримся к некоторым органеллам клетки.

Например, комплекс Гольджи⁶⁰ и эндоплазматический ретикулум⁶¹. Вот они, на рис.10.

Но, это далеко не всё. Более подробно об органеллах клетки можно посмотреть на рис.11. Но это чуть позже...

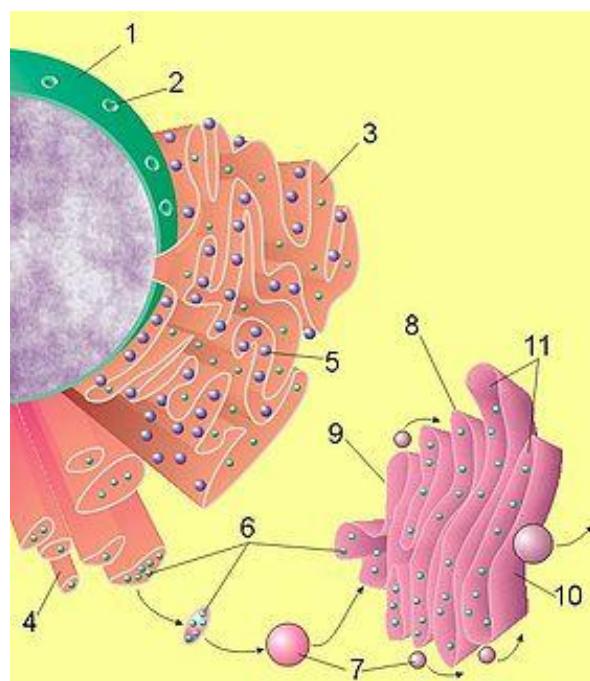


Рис. 10. Схематическое представление клеточного ядра, эндоплазматического ретикулума и комплекса Гольджи.

(1) Ядро клетки. (2) Поры ядерной мембранны. (3) Гранулярный эндоплазматический ретикулум. (4) Агранулярный эндоплазматический ретикулум. (5) Рибосомы на поверхности гранулярного эндоплазматического ретикулума. (6) Макромолекулы. (7) Транспортные везикулы. (8) Комплекс Гольджи. (9) Цис-Гольджи. (10) Транс-Гольджи. (11) Цистерны Гольджи.

И везде рибосомы...

⁵⁹ **Органоиды** (от орган и др.-греч. εῖδος — вид), или **органеллы** — в цитологии постоянные специализированные структуры в клетках животных и растений. Каждый органоид осуществляет определённые функции, жизненно необходимые для клетки. Термин «Органоиды» объясняется сопоставлением этих компонентов клетки с органами многоклеточного организма. Органоиды противопоставляют времененным включениям клетки, которые появляются и исчезают в процессе обмена веществ. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42314017>

⁶⁰ **Аппарат Гольджи (комплекс Гольджи)** — мембранный структура эукариотической клетки, органелла, в основном предназначенная для выведения веществ, синтезированных в эндоплазматическом ретикулуме. Аппарат Гольджи был назван так в честь итальянского учёного Камилло Гольджи, впервые обнаружившего его в 1897 году.

<http://ru.wikipedia.org/?oldid=41305618>

⁶¹ **Эндоплазматический ретикулум** (ЭПР) (лат. reticulum — сеточка) или **эндоплазматическая сеть** (ЭПС) — внутреклеточный органоид эукариотической клетки, представляющий собой разветвлённую систему из окружённых мембраной уплощённых полостей, пузырьков и канальцев. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=41947733>

Комплекс Гольджи.

Подробнее о [комплексе Гольджи](#):

... В цистернах аппарата Гольджи созревают белки предназначенные для секреции, трансмембранные белки плазматической мембраны, белки лизосом и т. д. Созревающие белки последовательно перемещаются по цистернам в органеллы, в которых происходят их модификации — гликозилирование и фосфорилирование. При О-гликозилировании к белкам присоединяются сложные сахара через атом кислорода. При фосфорилировании происходит присоединение к белкам остатка ортофосфорной кислоты.

Теперь попробуем сказать своими словами. Здесь многочисленные рибосомы синтезируют необходимые белки. Потом белки проходят «маркировку» с указанием адреса доставки этого белка. Далее идет доставка белков адресатам. Как раз об этом читаем далее:

Разные цистерны аппарата Гольджи содержат разные резидентные каталитические ферменты и, следовательно, с созревающими белками в них последовательно происходят разные процессы. Понятно, что такой ступенчатый процесс должен как-то контролироваться. Действительно, созревающие белки «маркируются» специальными полисахаридными остатками (преимущественно маннозными), по-видимому, играющими роль своеобразного «знака качества».

В конце концов от *транс*-Гольджи отпочковываются пузырьки, содержащие полностью зрелые белки. Главная функция аппарата Гольджи — сортировка проходящих через него белков. В аппарате Гольджи происходит формирование «трехнаправленного белкового потока»:

- созревание и транспорт белков плазматической мембраны;
- созревание и транспорт секретов;
- созревание и транспорт ферментов лизосом.

С помощью везикулярного транспорта прошедшие через аппарат Гольджи белки доставляются «по адресу» в зависимости от полученных ими в аппарате Гольджи «меток». Механизмы этого процесса также не до конца понятны. Известно, что транспорт белков из аппарата Гольджи требует участия специфических мембранных рецепторов, которые опознают «груз» и обеспечивают избирательнуюстыковку пузырька с той или иной органеллой.

Аппарат Гольджи создает необходимый набор управляющих белков и транспортирует эти белки к месту их применения. Много, как белков, так и адресов их доставки. И если учесть, что каждый белок нужен в свое время в нужном месте, то можно понять, что мы имеем дело с автоматом высокого уровня.

Эндоплазматический ретикулум

Теперь чуть подробнее о другой органелле клетки - Эндоплазматическом ретикулуме или эндоплазматической сети.

Для [справки](#):

Эндоплазматический ретикулум состоит из разветвлённой сети трубочек и карманов, окружённых мембраной. Площадь мембран эндоплазматического ретикулума составляет более половины общей площади всех мембран клетки.

Мембрана ЭПР морфологически идентична оболочке клеточного ядра и составляет с ней одно целое. Таким образом, полости эндоплазматического ретикулума открываются в межмембранный полость ядерной оболочки. Мембранны ЭПС обеспечивают активный транспорт ряда элементов против градиента концентрации. Нити, образующие эндоплазматический ретикулум, имеют в поперечнике 0,05—0,1 мкм (иногда до 0,3 мкм), толщина двухслойных мембран, образующих стенку канальцев, составляет около 50 ангстрэм (5 нм, 0,005 мкм). Эти структуры содержат ненасыщенные фосфолипиды, а также некоторое количество холестерина и сфинголипидов. В их состав также входят белки.

Трубочки, диаметр которых колеблется в пределах 0,1—0,3 мкм, заполнены гомогенным содержимым. Их функция — осуществление коммуникации между содержимым пузырьков ЭПС, внешней средой и ядром клетки.

Эндоплазматический ретикулум не является стабильной структурой и подвержен частым изменениям.

Выделяют два вида ЭПР:

- гранулярный эндоплазматический ретикулум;
- агранулярный (гладкий) эндоплазматический ретикулум.

На поверхности гранулярного эндоплазматического ретикулума находится большое количество рибосом, которые отсутствуют на поверхности агранулярного ЭПР.

Гранулярный и агранулярный эндоплазматический ретикулум выполняют различные функции в клетке.

Функции эндоплазматического ретикулума

При участии эндоплазматического ретикулума происходит трансляция и транспорт белков, синтез и транспорт липидов и стериоидов. Для ЭПС характерно также накопление продуктов синтеза. Эндоплазматический ретикулум принимает участие в том числе и в создании новой ядерной оболочки (например после митоза). Эндоплазматический ретикулум содержит внутриклеточный запас кальция, который является, в частности, медиатором сокращения мышечной клетки. В клетках мышечных волокон расположена особая форма эндоплазматического ретикулума — саркоплазматическая сеть.

Функции агранулярного эндоплазматического ретикулума

Агранулярный эндоплазматический ретикулум участвует во многих процессах метаболизма. Также агранулярный эндоплазматический ретикулум играет важную роль в углеводном обмене, нейтрализации ядов и запасании кальция. Ферменты агранулярного эндоплазматического ретикулума участвуют в синтезе различных липидов и фосфолипидов, жирных кислот и стериоидов. В частности, в связи с этим в клетках надпочечников и печени преобладает агранулярный эндоплазматический ретикулум.

Синтез гормонов

К гормонам, которые образуются в агранулярном ЭПС, принадлежат, например, половые гормоны позвоночных животных и стероидные гормоны надпочечников. Клетки яичек и яичников, ответственные за синтез гормонов, содержат большое количество агранулярного эндоплазматического ретикулума.

Накопление и преобразование углеводов

Углеводы в организме накапливаются в печени в виде гликогена. Посредством гликолиза гликоген в печени трансформируется в глюкозу, что является важнейшим процессом в поддержании уровня глюкозы в крови. Один из ферментов агранулярного ЭПС отщепляет от первого продукта гликолиза, глюкоза-6-фосфата, фосфогруппу, позволяя таким образом глюкозе покинуть клетку и повысить уровень сахара в крови.

Нейтрализация ядов

Гладкий эндоплазматический ретикулум клеток печени принимает активное участие в нейтрализации всевозможных ядов. Ферменты гладкого ЭПР присоединяют к молекулам токсичных веществ гидрофильные радикалы, в результате чего повышается растворимость токсичных веществ в крови и моче, и они быстрее выводятся из организма. В случае непрерывного поступления ядов, медикаментов или алкоголя образуется большее количество агранулярного ЭПР, что повышает дозу действующего вещества, необходимую для достижения прежнего эффекта.

Роль ЭПС как депо кальция

Концентрация ионов кальция в ЭПС может достигать 10^{-3} моль, в то время как в цитозоле составляет порядка 10^{-7} моль (в состоянии покоя). Под действием инозитолтрифосфата и некоторых других стимулов кальций высвобождается из ЭПС путем облегченной диффузии. Возврат кальция в ЭПС обеспечивается активным транспортом. При этом мембрана ЭПС обеспечивает активный перенос ионов кальция против градиентов концентрации больших порядков. И приём, и освобождение ионов кальция в ЭПС находится в тонкой взаимосвязи с физиологическими условиями.

Концентрация ионов кальция в цитозоле влияет на множество внутриклеточных и межклеточных процессов, таких как активация или инактивация ферментов, экспрессия генов, синаптическая пластичность нейронов, сокращения мышечных клеток, освобождение антител из клеток иммунной системы.

Саркоплазматический ретикулум

Саркоплазматический ретикулум (СР) — специализированный эндоплазматический ретикулум (ЭПР) мышечных клеток поперечнополосатых мышц. По структуре напоминает гладкий ЭПР. СР расположен в непосредственной близости от миофибрилл. Его структуры подразделяются на терминальные цистерны, которые охватывают миофибриллы полукольцом, и продольные трубочки, которые соединяют соседние терминальные цистерны. К терминальным цистернам СР примыкают T-трубочки — глубокие вмятины наружной мембранны. Число T-трубочек примерно соответствует числу саркомеров. СР служит депо ионов кальция. Концентрация ионов кальция в СР может достигать 10^{-3} моль, в то время как в цитозоле составляет порядка 10^{-7} моль (в состоянии покоя).

За время порядка миллисекунд концентрация кальция в цитоплазме рекордно возрастает, что вызывает одновременное сокращение всех саркомеров (связываясь с тропонином, ионы кальция вызывают изменение конформации тропомиозина, что вызывает образование актомиозиновых комплексов и сокращение мышцы).

После деполяризации мембранных волокна ионы кальция выкачиваются из цитоплазмы в СР, и за время порядка 30 мс их концентрация возвращается к исходной. Этот процесс обеспечивается белком — кальциевым насосом (Ca-ATФаза, Ca^{2+} -ATФаза), который в больших количествах содержится в мембране СР.

...Особую форму агранулярного эндоплазматического ретикулума, саркоплазматический ретикулум, представляет собой ЭПС в мышечных клетках, в которых ионы кальция активно закачиваются из цитоплазмы в полости ЭПР против градиента концентрации в невозбуждённом состоянии клетки и освобождаются в цитоплазму для инициации сокращения.

Функции гранулярного эндоплазматического ретикулума

Гранулярный эндоплазматический ретикулум имеет две функции: синтез белков и производство мембран.

Синтез белков

Белки, производимые клеткой, синтезируются на поверхности рибосом, которые могут быть присоединены к поверхности ЭПС. Полученные полипептидные цепочки помещаются в полости гранулярного эндоплазматического ретикулума (куда попадают и полипептидные цепочки, синтезированные в цитозоле), где впоследствии правильным образом обрезаются и сворачиваются. Таким образом, линейные последовательности аминокислот получают после транслокации в эндоплазматический ретикулум необходимую трёхмерную структуру, после чего повторно перемещаются в цитозоль.

Синтез мембран

Производством фосфолипидов ЭПР расширяет собственную поверхность мембранны, которая посредством транспортных везикул посыпает фрагменты мембранны в другие части мембранный системы.

С технической стороны функции ЭПР те же, что и у аппарата Гольджи – синтез белков и частей мембран с последующей транспортировкой их до места применения. ЭПР, это транспортная сеть в отличие от аппарата Гольджи, в основном для локального управления, а потом уже клетки. Но сложность этих автоматических систем управления сопоставима.

Как мне кажется, для биологов главным в выделенных автоматических системах управления клетки является - «ретикулум» (лат. *reticulum* — сеточка). Форма. Вполне возможно, что сходство функций и привело к подобию форм.

Другие органеллы клетки.

Вот теперь посмотрим на органеллы клетки более внимательно.

Их много, и выполняют они различные функции.

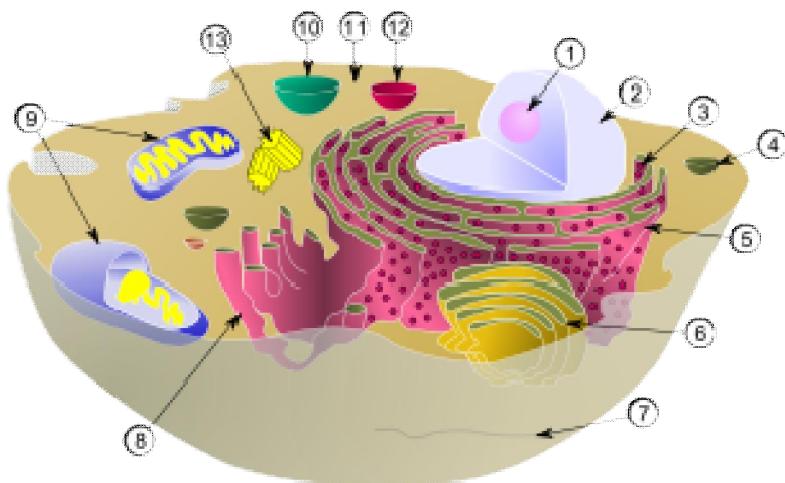


Рис. 11. Схема, показывающая цитоплазму, вместе с ее компонентами (или *органеллами*), в типичной животной клетке.

Органеллы: (1) Ядрышко, (2) Ядро, (3) рибосома (маленькие точки), (4) Везикула, (5) шероховатый эндоплазматический ретикулум (ER), (6) Аппарат Гольджи, (7) Цитоскелет, (8) Гладкий эндоплазматический ретикулум, (9) Митохондрия, (10) Вакуоль, (11) Цитоплазма, (12) Лизосома, (13) Центриоль и Центросома

Везикула⁶². Это средство доставки компонентов строительства и управления во все структуры клетки. А так же и средство переработки и уничтожения отработанных компонентов.

На этом основании к везикулам относят **лизосому**⁶³:

Лизосомы формируются из пузырьков (везикул), отделяющихся от аппарата Гольджи, и пузырьков (эндосом), в которые попадают вещества при эндоцитозе. В образовании аутолизосом (автофагосом) принимают участие мембранные эндоплазматического ретикулума. Все белки лизосом синтезируются на «сидячих» рибосомах на внешней стороне мембран эндоплазматического ретикулума и затем проходят через его полость и через аппарат Гольджи. Лизосомы — гетерогенные органеллы, имеющие разную форму, размеры, ультраструктурные и цитохимические особенности. «Типичные» лизосомы животных клеток обычно имеют размеры 0,1-1 мкм, сферическую или овальную форму. Число лизосом варьирует от одной (крупная вакуоль во многих клетках растений и грибов) до нескольких сотен или тысяч (в клетках животных).

Вакуоль⁶⁴. Это склады, хранящие запас всего необходимого. В вакуолях содержатся органические кислоты, углеводы, дубильные вещества, неорганические вещества (нитраты, фосфаты, хлориды и др.), белки и др. Вакуоль — это место запаса воды.

Одна из важных функций растительных вакуолей — накопление ионов и поддержание **тургора (тургорного давления)**.

Вполне возможно, что вакуоли — продолжение развития везикул. С другой стороны, вакуоли, это и центры переработки клеточных компонентов. Это роднит их с лизосомами.

Вакуоли особенно хорошо заметны в клетках **растений**: во многих зрелых клетках растений они составляют более половины объема клетки. И в любом случае связь между везикулами, лизосомами и вакуолями очевидна. Сходство формирования видно невооруженным глазом, как очевидно и место их образования — ЭПР и комплекс Гольджи.

Теперь обратим внимание на **центросому**⁶⁵. У многих живых организмов (**животных** и ряда **простейших**) центросома содержит пару **центриолей**, цилиндрических структур, расположенных под прямым углом друг к другу. Каждая центриоль образована девятью триплетами **микротрубочек**, расположенными по кругу, а также ряда структур, образованных центрином, ценексином и тектином.

Цитоскелёт — это клеточный каркас или скелет, находящийся в **цитоплазме** живой клетки. Он присутствует во всех клетках как у **эукариот**, так и у **прокариот**. Это динамичная, изменяющаяся структура, в функции которой входит поддержание и адаптация формы клетки ко внешним воздействиям, экзо- и эндоцитоз, обеспечение движения клетки как целого, активный внутриклеточный транспорт и клеточное деление.

Цитоскелет образован белками. Вот цитоскелеты клеток на рис. 12.

Можно выделить несколько основных систем, называемых либо по основным структурным элементам, заметным при электронно-микроскопических исследованиях

⁶² Везикула — в **цитологии** — это относительно маленькие внутриклеточные **органоиды**, мембранные сумки, в которых запасаются или транспортируются питательные вещества. Везикула отделена от **цитозоля** минимальным **липидным** слоем. ... Везикула — это базисный инструмент клетки, обеспечивающий **метаболизм** и **транспорт** вещества, хранение **ферментов** также как настоящий химически инертный отсек. Также везикулы играют роль в поддержании плавучести клетки.¹¹ Некоторые везикулы способны образовываться из частей **плазматической мембраны**. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42484964>

⁶³ Лизосома — (от греч. λύσις — растворяю и σῶμα — тело) клеточный **органоид** размером 0,2 — 0,4 мкм, один из видов **везикул**. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42784258>

⁶⁴ Вакуоль — одномембранный **органоид**, содержащийся в некоторых **эукариотических клетках** и выполняющий различные функции (**секреция**, **экскреция** и хранение запасных веществ, **автофагия**, **автолиз** и др.). Вакуоли развиваются из цистерн эндоплазматической сети. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=41890155>

⁶⁵ Центросома (др.-греч. σῶμα — тело), центросфера, центроплазма или **клеточный центр** — немембранный органоид, главный **центр организации микротрубочек** (ЦОМТ) и регулятор хода **клеточного цикла** в клетках **эукариот**. Помимо участия в делении ядра, центросома играет важную роль в формировании жгутиков и ресничек. Центриоли, расположенные в ней, выполняют функцию центров организации для микротрубочек **аксонем жгутиков**. ... У организмов, лишенных центриолей (например, у **сумчатых** и **базидиевых** грибов, **покрытосеменных** растений), жгутики не развиваются. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=37491820>

(микрофиламенты, промежуточные филаменты, микротрубочки), либо по основным белкам, входящим в их состав (актин-миозиновая система, кератины, тубулин-динеиновая система).

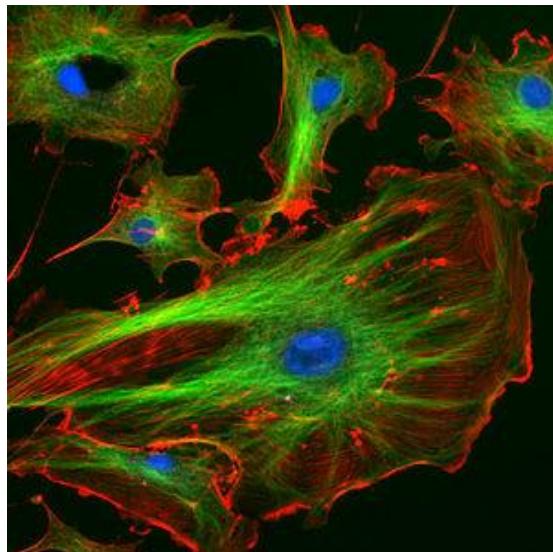


Рис. 12. Цитоскелет эукариот.

Актиновые микрофиляменты окрашены в красный, микротрубочки — в зелёный, ядра клеток — в голубой цвет.

И наконец, **митохондрии**⁶⁶. Энергостанция клетки. Содержит собственную кольцевую ДНК.

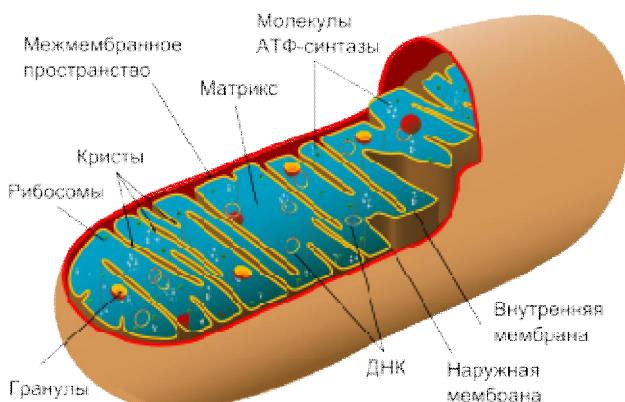


Рис. 13. Схема строения митохондрии

Основной функцией митохондрий является синтез АТФ — универсальной формы химической энергии в любой живой [клетке](#).

В целом весь процесс энергообразования в митохондриях может быть разбит на четыре основные стадии, первые две из которых протекают в матриксе, а две последние — на кристах митохондрий:

1. Превращение поступивших из [цитоплазмы](#) в митохондрию пирувата и жирных кислот в [ацетил-СоА](#);
2. Окисление ацетил-СоА в [цикле Кребса](#), ведущее к образованию [НАДН](#);

⁶⁶ **Митохондрия** (от греч. μίτος — нить и χόνδρος — зёрнышко, кручинка) — двумембранный гранулярный или нитевидный органелла толщиной около 0,5 мкм. Характерна для большинства [эукариотических](#) клеток как [автотрофов](#) ([фотосинтезирующие растения](#)), так и [гетеротрофов](#) (грибы, животные). Энергетическая станция клетки; основная функция — окисление [органических соединений](#) и использование освобождающейся при их распаде [энергии](#) в синтезе [молекул АТФ](#), который происходит за счёт движения [электрона](#) по [электронно-транспортной цепи](#) [белков](#) внутренней мембранны. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42571154>

3. Перенос электронов с НАДН на кислород по дыхательной цепи;
4. Образование АТФ в результате деятельности мембранныго АТФ-синтетазного комплекса.

Завершающим этапом функционирования митохондрии является генерация [АТФ](#), осуществляющаяся встроенным во внутреннюю мембрану специальным макромолекулярным комплексом с молекулярной массой 500 кДа. Этот комплекс, называемый АТФ-синтетазой⁶⁷, как раз и катализирует синтез АТФ путём конверсии энергии трансмембранныго электрохимического градиента протонов водорода в энергию макроэргической связи молекулы АТФ.

Работа **АТФ-синтетазы** связана с механическими движениями её отдельных частей, что позволило отнести этот процесс к особому типу явлений, названных «вращательным катализом». Подобно тому, как электрический ток в обмотке [электродвигателя](#) приводит в движение ротор относительно статора, направленный перенос протонов через АТФ-синтетазу вызывает *вращение отдельных субъединиц фактора сопряжения F₁* относительно других субъединиц ферментного комплекса, в результате чего это уникальное энергообразующее устройство совершают химическую работу — синтезирует молекулы АТФ. В дальнейшем АТФ поступает в цитоплазму клетки, где расходуется на самые разнообразные энергозависимые процессы. Подобный перенос осуществляется специальным встроенным в мембрану митохондрий ферментом АТФ/АДФ-транслоказой, который обменивает вновь синтезированную АТФ на цитоплазматическую АДФ, что гарантирует сохранность фонда адениловых нуклеотидов внутри митохондрий.

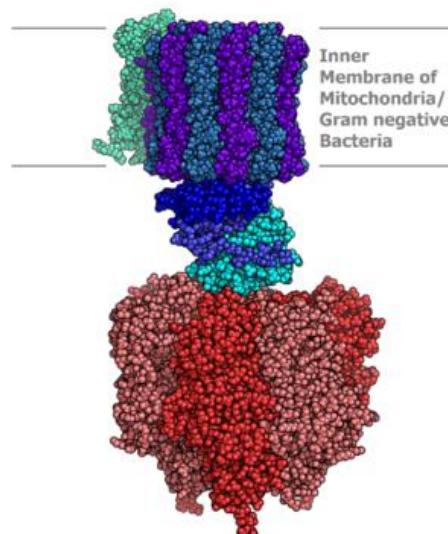


Рис. 14. Молекулярная модель АТФ-синтазы

АТФ-синтетаза показана на рис. 14.

Её более схематичное, но функциональное изображение мы можем увидеть на рис.15. Рисунок АТФ-синтетазы⁶⁸ взят [здесь](#), и указано название для подобных клеточных образований — *молекулярная машина*⁶⁹.

Подробнее об этом [12-14].

⁶⁷ Аденозинтрифосфатсингтаза (АТФ-синтаза) — класс [ферментов](#), синтезирующих [аденозинтрифосфат](#) (АТФ) из [аденозиндифосфата](#) (АДФ) и неорганических [фосфатов](#). <http://ru.wikipedia.org/?oldid=41661807>

⁶⁸ <http://bio.fizteh.ru/student/files/biology/biolections/lection03.html>

⁶⁹ Молекулярные машины http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=411

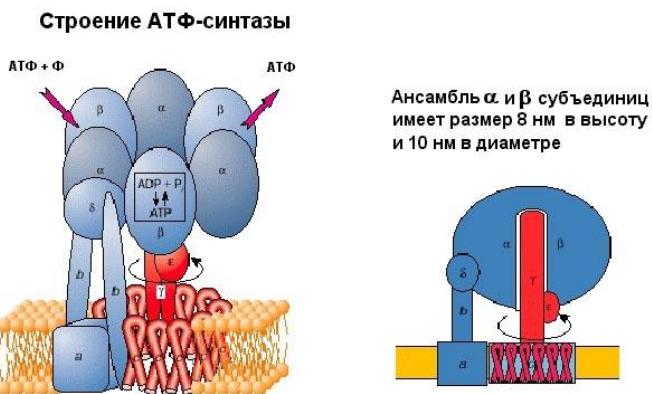


Рис. 15. Строение АТФ-синтетазы.

Вот как о составных частях АТФ-синтетазы говорит Википедия:

В структурно-функциональном плане АТФ-сингтетаза состоит из двух крупных фрагментов, обозначаемых символами F_1 и F_0 . Первый из них (фактор сопряжения F_1) обращён в сторону матрикса митохондрии и заметно выступает из мембраны в виде сферического образования высотой 8 нм и шириной 10 нм. Он состоит из девяти субъединиц, представленных пятью типами белков. Полипептидные цепи трёх субъединиц α и стольких же субъединиц β уложены в похожие по строению белковые глобулы, которые вместе образуют гексамер ($\alpha\beta)_3$, имеющий вид слегка приплюснутого шара. Подобно плотно уложенным долькам апельсина, последовательно расположенные субъединицы α и β образуют структуру, характеризующуюся осью симметрии третьего порядка с углом поворота 120° .

В центре этого гексамера находится субъединица γ , которая образована двумя протяжёнными полипептидными цепями и напоминает слегка деформированный изогнутый стержень длиной около 9 нм. При этом нижняя часть субъединицы γ выступает из шара на 3 нм в сторону мембранных комплекса F₀.

Также внутри гексамиера находится миорная субъединица ε , связанная с γ . Последняя (девятая) субъединица обозначается символом δ и расположена на внешней стороне F_1 .

Мембранный комплекс АТФ-сингтетазы, называемый фактором сопряжения F_0 , представляет собой гидрофобный белковый комплекс, пронизывающий мембрану насквозь и имеющий внутри себя два полуканала для прохождения протонов водорода (ядер протия). Всего в состав комплекса F_0 входит одна белковая субъединица типа а, две копии субъединицы b, а также от 9 до 12 копий мелкой субъединицы с. Субъединица а (молекулярная масса 20 кДа) полностью погружена в мембрану, где образует шесть пересекающих её α -спиральных участков.

Субъединица β (молекулярная масса 30 кДа) содержит лишь один сравнительно короткий погружённый в мембрану α -спиральный участок, а остальная её часть заметно выступает из мембраны в сторону F_1 и закрепляется за расположенную на её поверхности субъединицу δ . Каждая из 9-12 копий субъединицы β (молекулярная масса 6-11 кДа) представляет собой сравнительно небольшой белок из двух гидрофобных α -спиралей, соединённых друг с другом короткой гидрофильной петлёй, ориентированной в сторону F_1 , а все вместе образуют единый ансамбль, имеющий форму погруженного в мембрану цилиндра. Выступающая из комплекса F_1 в сторону F_O субъединица γ как раз и погружена внутрь этого цилиндра и достаточно прочно зацеплена за него.

Вот примерно так.

Но это еще не все органеллы клетки. Есть ещё пероксисомы⁷⁰, например.

В пероксисомах происходит окисление жирных кислот, с образованием ацетил-СоА, который переходит в цитозоль для повторного использования в метаболических реакциях.

У млекопитающих окисление жирных кислот происходит в митохондриях и пероксисомах, у дрожжей и растений - только в пероксисомах.

⁷⁰ **Пероксисомы** - клеточные органеллы диаметром ~0,5 мкм, имеющиеся во всех эукариотических клетках и состоящие из одинарной мембраны происходящей из гладкого эндоплазматического ретикулума. Пероксисомы не содержат ДНК; все белки приходят из цитозоля. <http://www.cellbiol.ru/book/kletka/peroksisomy>

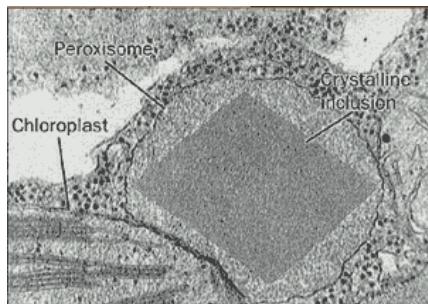
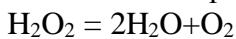


Рис. 16. Кристаллические включения в пероксисомах.

Пероксисомы содержат окислительные ферменты (катализ, уратоксидаза, оксидаза-D-аминокислот) в высокой концентрации, так что на микрофотоснимках видны кристаллические структуры (см. рис 17). Наряду с митохондриями являются главным местом утилизации O_2 . Фермент пероксисом **пероксидаза** катализирует реакцию $RH_2 + O_2 = R + H_2O_2$. Фермент **катализ** катализирует реакцию $H_2O_2 + RH_2 = R + 2H_2O$, окисляя фенолы, муравьиную кислоту, формальдегид и спирты. При накоплении H_2O_2 происходит распад перекиси:



На этом мы пока закончим описание органелл клетки. Но их список на этом не закончен.

Попробуем оценить ситуацию...

Мы посмотрели наиболее известные составляющие клетки и их основные функции. Это взгляд со стороны биологии. И язык изложения соответствующий.

Если же оценить техническую сложность работы любой органеллы клетки, то она оказывается весьма высокой. Любая органелла клетки оказывается автоматом достаточно высокого уровня. И работает этот автомат весьма надежно.

Логическая машина клетки включает в себя целый набор постоянно работающих сложных автоматических устройств. Узкоспециализированных и потому, сильно взаимосвязанных. Это надо отметить особо.

Для образования единой системы все автоматы необходимо связать каналами транспортировки компонентов и каналами связи. С контролем по обратной связи. Исключить возможные нестабильности и четко зафиксировать границы самоуправляемости при изменении любых внешних и внутренних факторов влияния. Жестко ограничить рамки управления в границах стабильности и выработать правила автоматического управления на любой случай. Даже самый нестандартный.

Всё это в системе управления клетки есть.

Клеточная сигнализация.

Материал изложен [здесь](#):

Все клетки способны получать информацию об окружении и изменять свой метаболизм в ответ на поступающие сигналы.

Внеклеточные сигналы могут быть **химическими или физическими**.

Химические сигналы: аминокислоты и их производные, пептиды, белки, нуклеотиды, жирные кислоты и их производные, стероиды, ретиноиды и малые неорганические молекулы.

Физические сигналы: энергия света, тепло, холод, давление и т.д.

Первичные сигналы воспринимаются **рецепторами** на клеточной поверхности. Вторичные посредники передают сигнал к клеточным компонентам вовлеченым в ответ. Универсальные вторичные посредники: Ca^{2+} , cAMP

(cyclic adenosine monophosphate), **cGMP** (cyclic guanosine monophosphate), диацилглицерол **DG** и инозитол трифосфат **IP₃**⁷¹.

Рецепторы воспринимающие сигналы гидрофобных молекул, способных проникать через мембрану самостоятельно располагаются в цитоплазме.

Свойства сигнальных систем

1. **Специфичность.**
2. **Адаптация.** Есть системы модифицирующие рецепторы (метилирование, рибозилирование). Пример отрицательной обратной связи
3. **Амплификация.** Небольшое число сигнальных молекул способно вызывать реакцию во многих клетках. Один рецептор соединенный с лигандом способен активировать множество G-белков, активирующих вторичные посредники (например, cAMP), которые активируют киназы. Киназы способны активировать множество молекул различных ферментов, запускающих клеточный ответ. Таким образом происходит **расширение сигнала**
4. **Интеграция.** Усреднение результата

Материал по сигнальным системам клетки дан с точки зрения биологии, но ... хоть так. Постепенно разберемся и изложим техническим языком. Но, в общем, все основные составляющие сигнальных систем клетки показаны. Конечно, с механизмами реакции рецепторов надо еще разбираться. Особенно с первичными рецепторами.

Свет, тепло, холод... - для клетки нет таких понятий. Для клетки это наличие или отсутствие внешнего электромагнитного излучения определенной длины волны. Это излучение несет в клетку информацию. Какую? Работы [П.П.Гаряева](#) только немного начинают отвечать на этот вопрос.

Похоже, что с физическими сигналами вопрос пока запутан...

Для начала понимания смотрим:

Сигнал (в теории информации и связи) — материальный носитель информации, используемый для передачи сообщений в системе связи. Сигнал может генерироваться, но его приём не обязателен, в отличие от сообщения, которое должно быть принято принимающей стороной, иначе оно не является сообщением. Сигналом может быть любой физический процесс, параметры которого изменяются в соответствии с передаваемым сообщением.

И вот биологическое [определение](#) :

Передача сигнала (сигнальная трансдукция, трансдукция, сигналинг, сигнализация, англ. *signal transduction*) — в молекулярной биологии термин «[Передача сигнала](#)» относится к любому процессу, при помощи которого клетка превращает один тип сигнала или стимула в другой.

Существование сложных многоклеточных организмов возможно благодаря координации биохимических процессов, протекающих в их клетках. Основой такой координации служат межклеточная коммуникация и передача сигнала внутри отдельных клеток. Вместе это даёт возможность одной клетке контролировать поведение остальных. В большинстве случаев передача сигнала внутри клетки представляет собой цепь последовательных биохимических реакций, осуществляемых ферментами, часть из которых активируется вторичными посредниками. Такие процессы обычно являются быстрыми: их продолжительность — порядка миллисекунд в случае ионных каналов и минут — в случае активации протеинкиназ и липид-опосредованных киназ. Однако в некоторых случаях от получения клеткой сигнала до ответа на него могут проходить часы и даже сутки (в случае экспрессии генов). Пути передачи сигнала, или сигнальные пути, часто бывают организованы как сигнальные каскады (англ. *signal cascade*): количество молекул белков и других веществ, принимающих участие в передаче сигнала, возрастает на каждом последующем этапе по мере удаления от первоначального стимула. Таким образом, даже относительно

⁷¹ Сигнальный путь вовлекающий вторичные сигналы IP₃ и DG. Фактор роста или гормон связывается с рецептором на клеточной поверхности изменения конформацию рецептора, что стимулирует присоединение GDP к а-субъединице G-белка. а-субъединица диссоциирует от b и g-субъединиц G-белка и GDP меняется на GTP. Активированный G-белок стимулирует фосфолипазу C (PLC), которая гидролизует фосфатидилинозитол 4',5'-бисфосфат (PIP₂) до DG и инозитол 1',4'5'-трифосфата (IP₃). IP₃ активирует ионный канал выпускающий ионы кальция из эндоплазматического ретикулума в цитоплазму. Ионы кальция и DG активируют протеиновые киназы C (PKC) запускающие ответный каскад реакций в клетке.

http://www.cellbiol.ru/book/kletka/kletochnaya_signalizaciya

слабый стимул может вызывать значительный ответ. Это явление называется **амплификацией сигнала**. Оригинальный термин en:Signal transduction впервые появился в реферируемых журналах в 1974 году, а в названии статьи фигурировал в 1979 году.

Передача сигнала предполагает примерно следующую схему:

1. взаимодействие внешнего агента (стимула) с клеточным рецептором,
2. активация эффекторной молекулы, находящейся в мембране и отвечающей за генерацию вторичных посредников,
3. образование вторичных посредников,
4. активация посредниками белков-мишеней, вызывающих генерацию следующих посредников,
5. исчезновение посредника.

Сигнальные пути

Иногда активация рецептора внешним стимулом сразу приводит к ответу клетки. Например, когда нейротрансмиттер ГАМК активирует свой рецептор, входящий в состав ионного канала на поверхности нейрона, канал начинает пропускать ионы хлорида, что приводит к изменению мембранныго потенциала всей клетки. В других случаях активация рецептора лишь инициирует цепь событий, передающих регуляторный стимул внутри клетки через более или менее длинную цепь посредников. Такая цепь называется **сигнальным путём**.

Сигнальный путь Notch относительно короток. Активация этого рецептора позволяет протеазе расщепить его, часть белка может затем попасть в клеточное ядро и выполнять функции регулятора транскрипции. В результате клетка начинает синтезировать другие белки и изменяет своё поведение. Более сложный сигнальный путь инициируют факторы роста. Некоторые из их рецепторов являются киназами и после активации фосфорилируют себя и другие белки, тем самым изменяя способность к межбелковому взаимодействию. Например, эпидермальный фактор роста, связывая свой рецептор, активирует его аутокаталитическое фосфорилирование. Фосфорилированный receptor может связывать адапторный белок GRB2, передающий сигнал на следующий посредник. Далее это может привести к активации сигнального пути Ras-MAPK. В нём киназа MAPK (митоген-активируемая протеинкиназа) может далее активировать фактор транскрипции C-myc и изменять функционирование ряда генов, влияющих на клеточный цикл.

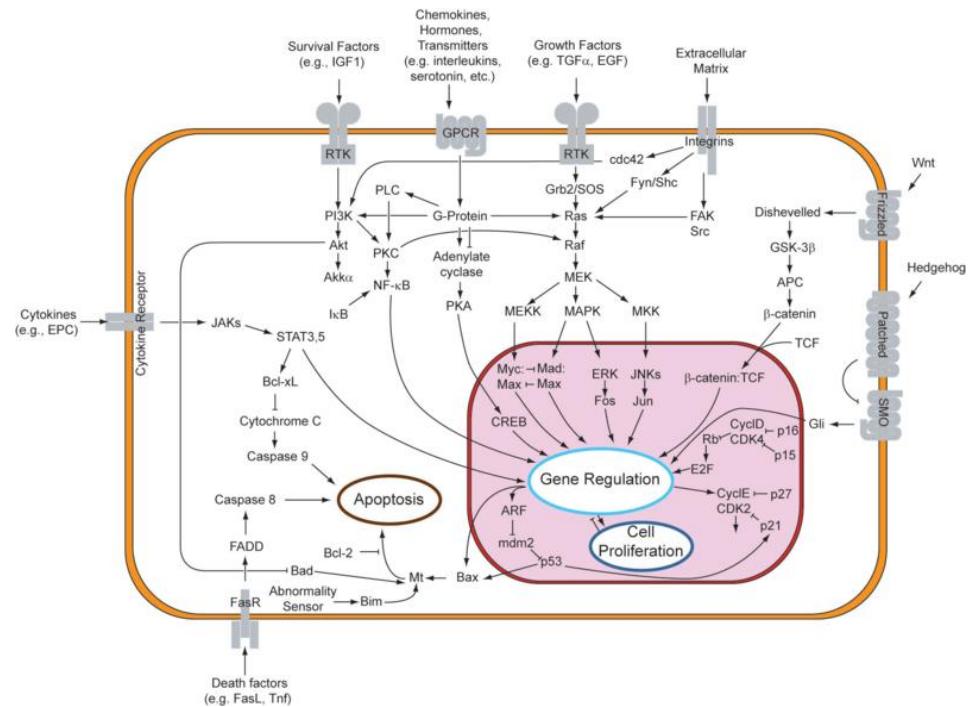


Рис. 17. Наиболее известные сигнальные пути: JAK-STAT, NF-κB, гетеротримерных G-белков, Ras-MAPK, Wnt, Hedgehog, Fas

Тут я пока совсем мало что понял, даю без комментариев.

Пути транспорта белков в клетке

Конечно, биологи, как всегда, главным процессом в клетке считают синтез белка. С него начинается любое изложение, им и заканчивается. Ну, что же, не будем нарушать традицию.

Материал дан [здесь](#).

Синтез белка всегда начинается в цитоплазме. Окончание синтеза происходит в цитоплазме либо на шероховатом эндоплазматическом ретикулуме (ШЭР).

Можно условно выделить два пути транспорта белка в клетке:

1. Из цитоплазмы в некоторые органеллы (ядро, пластиды, митохондрии)
2. Большой путь везикулярного транспорта из ШЭР через аппарат Гольджи (АГ) к другим органеллам (лизосомы, пероксисомы) и через секреторные везикулы во внеклеточную среду. Поскольку синтез всех белков начинается в цитоплазме, а конечная локализация каждого белка может быть различна внутри полипептида имеется система сигналов определяющая его транспортный путь. Первичный сигнал определяет путь из цитоплазмы (в ШЭР, в ядро, в митохондрию или в пластиду), вторичный сигнал определяет дальнейшее направление, например, внешняя или внутренняя мембрана митохондрии или матрикс; лизосома, пероксисома или секреторная гранула.

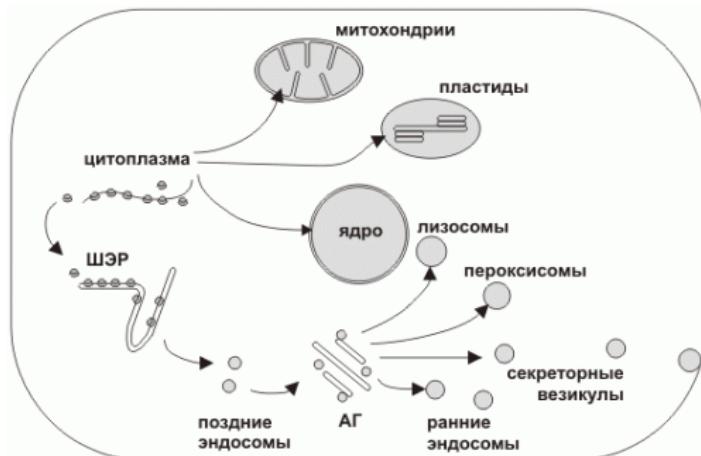


Рис. 18. Пути транспорта в клетке

Странно, с самого начала. Мы совсем недавно в материале о рибосомах видели несколько другую картину. Но, не будем слишком углубляться. Специалистам виднее...

Отметим лишь, что здесь не указан путь поставки аминокислот к месту синтеза белка. Картина получилась неполной.

Но вот еще:

Внутриклеточная сортировка белков (англ. protein sorting, protein targeting) — процессы мечения и последующего транспорта белков в живых клетках, которые приводят к попаданию белков в определенные компартменты клетки.

Синтезируемые в цитоплазме на рибосомах белки должны попадать в разные компартменты клетки — ядро, митохондрии, эндоплазматический ретикулум (ЭПР), аппарат Гольджи, лизосомы и др., а некоторые белки должны попасть на наружную мембрану или во внеклеточную среду. Для попадания в определенный компартмент белок должен обладать специфической меткой. В большинстве случаев такой меткой является часть аминокислотной последовательности самого белка (лидерный пептид, или сигнальная последовательность белка). В некоторых случаях меткой служат посттрансляционно присоединенные к белку олигосахариды.

Там же находим:

Транспорт белков в ЭПР

Транспорт белков в ЭПР осуществляется по мере их синтеза, так как рибосомы, синтезирующие белки с сигнальной последовательностью для ЭПР, «садятся» на специальные транслокационные комплексы на мемbrane ЭПР. Сигнальная последовательность для ЭПР включает обычно 5-10 преимущественно гидрофобных аминокислот и расположена на N-конце белка. В ее удаленном от конца части имеется консенсусная последовательность, узнаваемая специфической протеазой. Эта сигнальная последовательность опознаётся специальным комплексом — «опознавающей сигнальной частицей» (signal-recognition particle, SRP)...

Транспорт белков в аппарат Гольджи, лизосомы, на наружную мембрану и во внеклеточную среду

Из ЭПР в аппарат Гольджи (АГ), а оттуда в лизосомы, на внешнюю мембрану или во внеклеточную среду белки попадают путем везикулярного транспорта. Большинство белков, попавших в полость ЭПР, гликозилируются с помощью стандартного олигосахарида, синтез которого осуществляется на мембранах шероховатого ЭПР.

... Если за некоторое время белок не свернулся правильно, то он ретранслюцируется обратно в цитозоль, лишается олигосахарида, убиквитинилируется и деградирует в протеасомах. Если же белок свернулся правильно, то он может переместиться в АГ или остаться в ЭПР.

... Белки поступают из ЭПР в АГ внутри окаймленных мембранных пузырьков, оболочка которых образуется из белка COP-II. Все правильно свернутые белки попадают в такие пузырьки «по умолчанию» и перемещаются в АГ, а затем некоторые из них возвращаются в ЭПР. Однако белки со специальными сигнальными метками концентрируются в транспортных пузырьках, а белки без таких меток попадают туда в небольшом количестве. Отделившиеся от ЭПР пузырьки, лишившись оболочки, сливаются в трубчато-везикулярные кластеры, которые с помощью моторных белков перемещаются по микротрубочкам к АГ. От этих кластеров (как и от цис-Гольджи) отделяются пузырьки, одетые белком COP-I, обеспечивающие обратный транспорт резидентных белков в ЭПР. Возврат белков в ЭПР обеспечивается короткой сигнальной последовательностью на их С-конце, которая связывается либо непосредственно с COP-I (для мембранных белков), либо со специфическим рецептором, взаимодействующим с COP-I (для растворимых белков). Лишенные этих последовательностей белки преимущественно остаются в АГ.

Внутри пузырьков белки постепенно перемещаются из цис-Гольджи в транс-Гольджи. По мере перемещения белков анути АГ ферменты гликозилтрансферазы осуществляют модификацию их олигосахаридных «меток». С помощью подобных ферментов в АГ происходит синтез гликопротеидов — муцинов и протеогликанов.

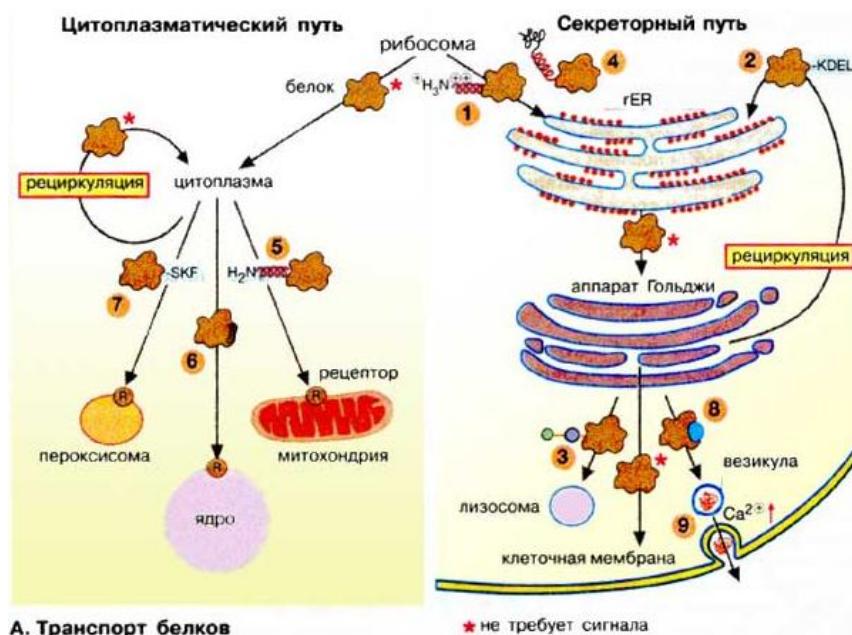


Рис. 19. Транспорт белков.

Оригинал рисунка 19 находится [здесь](#).

Здесь [Сортировка белков](#). Вот еще [о транспорте белков](#).

Ну и так далее...

Сигнальные последовательности белков

Читаем в Википедии [о белках](#):

Сигнальная функция белков — способность белков служить сигнальными веществами, передавая сигналы между клетками, тканями, органами и разными организмами. Часто сигнальную функцию объединяют с регуляторной, так как многие внутриклеточные регуляторные белки тоже осуществляют передачу сигналов.

Сигнальную функцию выполняют белки-гормоны, цитокины, факторы роста и др.

Сигнальный пептид, или сигнальная последовательность, — короткая (от 3 до 60 аминокислот) аминокислотная последовательность в составе белка, которая обеспечивает посттрансляционный транспорт белка в соответствующую органеллу (ядро, митохондрия, эндоплазматический ретикулум, хлоропласт, апопласт или пероксисома). После доставки белка в органеллу сигнальный пептид может отщепляться под действием специфической сигнальной протеазы.

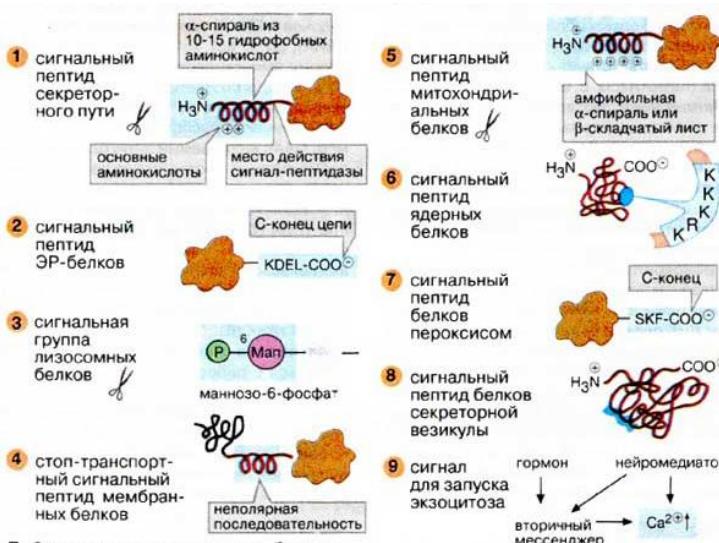


Рис. 20. Сигналы для сортировки белка.

Оригинал рисунка 20 находится [здесь](#).

Теперь вернемся [к сигнальным последовательностям белков](#):

Сигнальные последовательности имеют длину 3-80 аминокислот узнаются специфическими рецепторами на мембранах различных компартментов клетки.

Сигнальная последовательность ЭР - гидрофобный участок 5-15 аминокислот на N-конце полипептида.

Сигнал митохондриальных белков 20-80 аминокислот состоящий из спирали и торчащих концов - (+)-заряженного и гидрофобного. 5 (+)-заряженных аминокислот для транспортировки в ядро. Пероксисомные белки имеют последовательность на C-конце Ser-Lys-Leu-COOH.

Имеется класс сигнальных последовательностей которые не позволяют белку достигшему определенной локализации транспортироваться дальше. Например, мотив Lys-Asp-Glu-Leu-COOH (KDEL) не позволяет белкам покидать эндоплазматический ретикулум.

Одна из функций гладкого ЭР - удержание кальция готового для выпуска в цитозоль при стимуляции клетки. **Кальретикулин** - белок удерживающий ионы кальция. Первые 17 аминокислот включают 14 гидрофобных (синие) - сигнальная последовательность для проникновения в ЭР из цитозоля. Последние четыре аминокислоты KDEL удерживают белок в ЭР.

(NH₂)MLLSPVPLLGLLGLAVAEPAYFKEQFLDGDGWTCSRWIESKHKSDFGKFVLSGGKF
YGDEEKDKGLQTSQDARFYALSASFEPFSNKGQTLVVQFTVKHEQNIDCGGGYVKLFP
NSLDQTDMHGDSEYNIMFGPDICPGTKKVHVIFNYKGKNVLINKDIRCKDDEFTHLYTLLIVRP
DNTYEVKIDNSQVESGSLEDDWDLPPKKIKDPASKPEDWDERAKIDDPTDSKP
EDWDKPEHIPDPDAKKPEDWDEEMDGEWEPPVIQNPEYKGEWKPRQI
DNPDYKGTWIHPEIDNPEYSPDPSIYAYDNF
GVLGLDLWQVKSGTIFDNFLTNDEAYAEEFGNETWGVTKAEEKQMKDKQDEEQLR
KEEEEEDKKRKEEEEAEKDDEDKDEDEEDEEDKEEDEEEDVPGQAKDEL(COOH)

Некоторые белки имеют различные локализации в клетке. Существует несколько путей транспортировки идентичных полипептидов в различные компартменты клетки [Karniely, 2005]:

1. Несколько сигнальных последовательностей в одном полипептиде предназначенные для разных компартментов. Каталаза А дрожжей имеет две сигнальные последовательности - для митохондрий и пероксисом, причем количество ферmenta в этих органеллах зависит от состава среды. Некоторые цитохромы имеют два сигнала - митохондриальный и ЭР. Митохондриальный сигнал запускается после посттрансляционного фосфорилирования белка. Известно, что белок-предшественник амилоида болезни Альцгеймера также имеет два сигнала локализации - ЭР и митохондрий.

2. Одна сигнальная последовательность узнается различными рецепторами на поверхности компартментов. Например, некоторые белки митохондрий и хлоропластов имеют общую сигнальную последовательность, которая

более гидрофобна чем специфические сигналы.

3. Сигнал может быть блокирован другим белком. Апуриновая/апиримидиновая эндонуклеаза 1 (Aprn1) - основной фермент эксцизионной репарации ДНК в ядре и митохондриях. С-конец имеет сигнал ядерной локализации (NLS), за которым идет сигнал митохондриальной локализации. белок Pif1 взаимодействует с С-концом Aprn1 блокируя NLS.

4. Сигнал может быть блокирован специфическим сворачиванием белка. Аденилат-киназа дрожжей Aky2 локализуется в цитоплазме и в небольшом количестве в межмембранном пространстве митохондрий, имеет две сигнальные последовательности, активность которых зависит от конформации белка.

5. Сигнал может быть блокирован после модификации полипептида. Фосфорилированный цитохром CYP2B1, взаимодействует с цитозольным шапероном Hsp70, что приводит к конформационным изменениям и переключает одну сигнальную последовательность на другую.

6. Одна РНК может иметь два сайта инициации трансляции при этом образуются два белка - один с сигнальной последовательностью, другой без нее, что определит различную локализацию белков в клетке. В другом случае может образовываться две различные РНК кодирующие два идентичных белка, но у одного будет сигнальная последовательность, а у другого нет.

Транспорт в митохондрии и пластиды

Митохондрии и пластиды имеют собственную ДНК и самостоятельно синтезируют некоторые белки.

Однако многие из основных белков митохондрий и пластид синтезируются в цитозоле.

Белки проникающие в митохондрии должны нести сигнал, определяющий локализацию - внутренняя или наружная мембрана, или матрикс.

Белки предназначенные для матрикса несут сигнал на N-конце, который узнается рецепторами на внешней мембране. Рецептор связан с комплексом переноса белка, который разворачивает белок и переносит его через мембрану. После переноса белка сигнальная последовательность отрезается и белок снова сворачивается.

Белки шапероны связываются с вновь синтезированным белком предотвращая его сворачивание.

Шаперонины связываются с белком после его транспортировки к месту доставки и способствуют правильному сворачиванию.

В ответ на различные стрессовые воздействия (например повышение температуры) в клетке синтезируются шапероны называемые белками теплового шока - hsp (heat-shock proteins), которые стабилизируют клеточные белки. Hsp обнаружены во всех клеточных компартментах эукариот и у бактерий.

Везикулярный транспорт

Материал дан [здесь](#):



Рис. 21. Везикулярный транспорт

Из одной органеллы в другую перемещение происходит в везикуле или на ее поверхности в виде интегральных белков.

Донорый компартмент – органелла от которой отделяется мембрана в составе везикулы,
акцепторный компартмент – принимает везикулу.

конститутивная секреция – происходит постоянно и не зависит от внешних сигналов.

регулируемая секреция – под ПМ происходит накопление пузырьков, которые сливаются с ПМ при наличии внешних сигналов – гормоны, нервы – и повышении конц. Ca^{2+} до 1мкм

ретроградный транспорт – возвращение рецепторных белков и липидов из АГ в ЭР – восполнение мембранны ЭР.
антероградный транспорт – растворимые грузовые белки двигаются по секреторному пути ЭР...

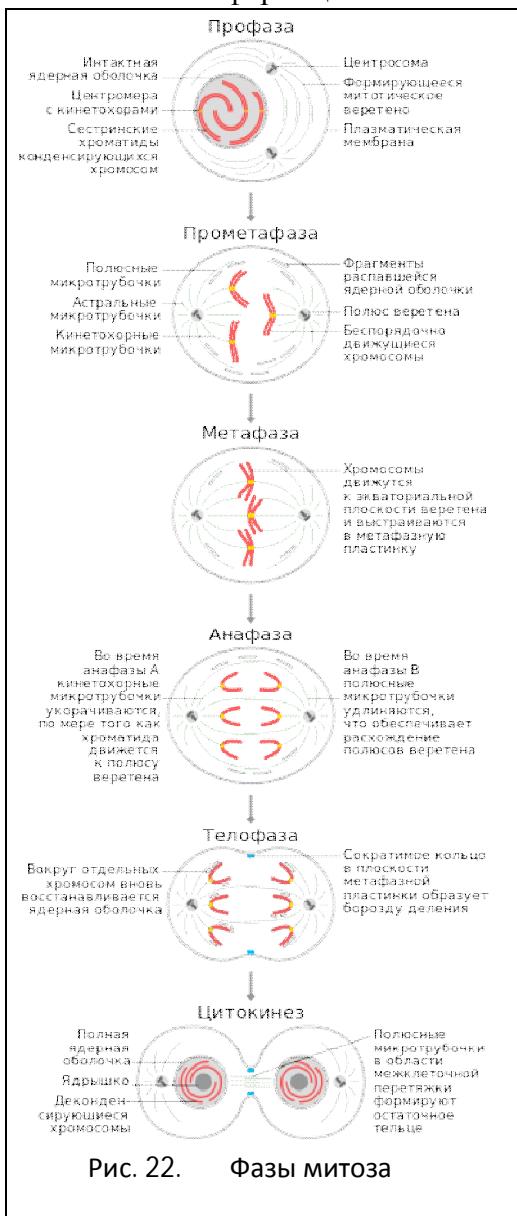
Тут, вроде бы, все понятно.

Клеточная машина.

Сложно, конечно, очень сложно организована клетка.

Вот, где-то в этой системе единого логического управления для всех составляющих клетки - высокоуровневых био-автоматов, и появляется Живое, как форма существования.

Клеточная логическая машина работает на логических законах, вполне понимаемых всеми её составляющими. С едиными принципами кодирования информации в любой форме исполнения информационного сообщения: ДНК, РНК, белок, ...



Похоже, что центром управления клеточной логической машины является все же **ядро**. Там могут формироваться управляющие команды для обязательного исполнения всеми функциональными автоматами клетки. Немного пока мы знаем о логической машине клетки, надо сказать, очень немного.

Теперь уточним основные функции составляющих клетки:

РНК-полимераза проводит *транскрипцию* ДНК, снимает копию в виде РНК.

ДНК-полимераза отвечает за *репликацию* ДНК и обратную транскрипцию из РНК в ДНК.

Рибосома проводит *трансляцию* РНК, создает белок по информации РНК.

Ядрышко производит рибосомы, распределяемые по всей клетке.

Ядро содержит ДНК. В ядре идет транскрипция ДНК в РНК. И естественно, трансляция части белков.

В цистернах **комплекса Гольджи** рибосомы создают **белки**, в том числе и **ферменты** и **секреты**, которые **везикулами** (пузырьками) транспортируются по всей клетке или складируются в **вакуолях**. Там же формируются и **лизосомы**, перерабатывающие отходы деятельности клетки.

В **эндоплазматическом ретикулуме** производится трансляция белков, производство **липидов** для мембран и **стериоидов**. Там же идет накопление *ионов кальция*.

Митохондрии обеспечивают все органеллы клетки энергией в виде АТФ.

Центриоли и центросомы. Вот что осталось пока без внимания...

Хотя именно центриоли и центросомы технически обеспечивают митоз⁷². Этот процесс деления клетки показан на рис.22. В Википедии [находим](#):

⁷² **Митоз** (греч. μίτος — нить) — непрямое *деление клетки*, наиболее распространенный способ *репродукции* эукариотических клеток. Биологическое значение митоза состоит в строго одинаковом распределении хромосом между дочерними **ядрами**, что обеспечивает образование генетически идентичных дочерних клеток и сохраняет преемственность в ряду клеточных поколений.^[1]

Митоз — один из фундаментальных процессов *онтогенеза*. Митотическое деление обеспечивает рост **многоклеточных** эукариот за счёт увеличения популяции **тканевых** клеток. В результате митотического деления клеток **меристем** увеличиваются тканевые популяции растительных клеток. **Дробление** оплодотворённого яйца и рост большинства тканей у животных также происходит путём митотических делений.^[2] <http://ru.wikipedia.org/?oldid=42747727>

Первые описания митотических фаз и установление их последовательности были предприняты в 70—80-х годах XIX века. В конце 1870-х — начале 1880-х годов немецкий гистолог Вальтер Флемминг для обозначения процесса непрямого деления клетки ввёл термин «митоз».^[3]

Продолжительность митоза в среднем составляет 1—2 часа.^{[1][4]} В клетках животных митоз, как правило, длится 30—60 минут, а в растительных — 2—3 часа.^[5] Клетки человека за 70 лет суммарно претерпевают порядка 10^{14} клеточных делений.^[6]

... Наиболее интенсивно митоз протекает в эмбриональных клетках (10—40 минут в дробящихся яйцеклетках).

Длительность митоза находится в зависимости от целого ряда факторов: размеров делящейся клетки, её плоидности, числа ядер. Частота клеточных делений также зависит от степени дифференцировки клеток и специфики выполняемых функций. Так, нейроны или клетки скелетной мышцы человека не делятся совсем; клетки печени обычно делятся раз в один или два года, а некоторые эпителиальные клетки кишечника делятся чаще, чем 2 раза в сутки.^[29]

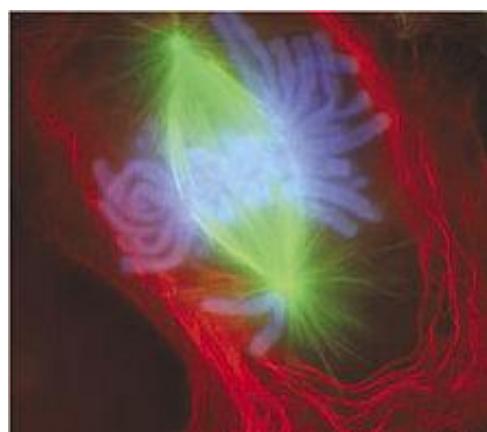


Рис. 23. Поздняя метафаза митоза в клетке лёгкого тритона (использованы иммунофлуоресцентные красители).^[33] Четко просматривается веретено деления, образованное микротрубочками (зелёные), и хромосомы (синие)

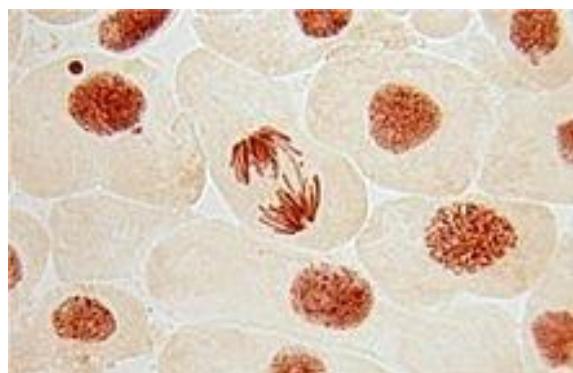


Рис. 24. В центре клеточного поля видна делящаяся клетка в стадии анафазы. Отчётливо заметен хроматидный мост и одиничный фрагмент хромосомы. Микрофотография сделана во время проведения эксперимента Allium test по изучению влияния активного излучения сотового телефона на клетки *in vivo*

Все эти клеточные процессы идут в условиях контроля по обратным связям, взаимосвязаны и синхронизированы.

И чем выше уровень сложности клетки, как автономной системы управления, тем выше и уровень централизации в организации управления.

Это мы уже отмечали не раз.

В каком-то смысле, это закон развития Живого для всех автономных систем управления. К этому виду относится и клетка ..., и все мы.

Заключение.

Да, опять материал получился многоплановый.

Но хотелось показать, как наши завышенные исторические оценки, может быть очень простых, но очень важных моментов в понимании себя, приводят к кризису.

Человек всегда оценивал себя в превосходной степени. Он – Царь, он – ЭТАЛОН, он единственный и неповторимый. Во всем. С этого начинались все подходы в оценке своих способностей и возможностей.

Сегодня мы уже вполне отчетливо понимаем, что это далеко не так. Да, человек имеет принципиальное отличие от всего остального Живого на нашей Земле – Разум.

Но вот что-то пользуется он им не всегда разумно, как мне кажется.

В остальном человек, это естественное продолжение развития Живого, со всеми его достоинствами и недостатками. Мы не самые сильные, не самые выносливые, не самые приспособленные, не самые..., и список можно продолжать очень долго.

Мы – не эталон, мы только вариант Живого.

И так, как мыслим мы, мыслят и все представители Живого. Вопрос только в уровне развития этого процесса. В индивидуальных отличиях и уровне технических возможностей.

Мы все мыслим действиями. Логическим переходами... от причины к следствию, от «было» к «есть». К цели. В этом основа логики, как системы «правильного мышления».

Но исторически сложилось так, что логика, в нашем понимании, шла в своем развитии в обратную сторону. Не от клетки к человеку, а от человека..., как ЭТАЛОНА.

И получилась парадоксальная ситуация, когда логика сначала формировалась конечными логическими построениями человеческого системного мышления, а потом перешла к их постепенной формализации, к абстрагированию от человеческих принципов логического обоснования. Формализация логического доказательства пошла по пути применения математических методов, которые сами являются одним из конечных продуктов логики.

И вопрос здесь не в правильности или неправильности математического доказательства, не в его формальной обоснованности и видимой очевидности, а в применении выработанных человеком правил узкоспециализированного направления к широкому кругу системных логических обоснований. Не может человеческая математика решить все логические задачи. Прежде всего, потому, что логика не является продуктом человеческого мышления.

Это человек – продукт логики, как системы обоснования и принятия управляющего решения. Логика, как система, появилась задолго до человека.

Логику, как систему мышления, надо еще только начинать понимать и пытаться разобраться в её основах. На примерах, от клетки до человека.

Механистический подход к этой логике не просто необходим, это единственно возможный путь постижения истины в этом направлении. Логика управления - автоматическая по своей природе и происхождению. Техническая реализация ИИ на принципах человеческой логики возможна только при таком подходе. В виде логической машины.

По этой причине и было уделено столько внимания, как различным разработкам логических машин, так и клетке, как реально действующей логической машине Живого.

С другой стороны, логика, как наука, как часть философии, должна сохраниться в самостоятельном виде, без математических наслоений. В ней есть своя система и свои методы, выработанные веками.

Математическая логика вполне может существовать, как совершенно самостоятельная система научного обоснования системного управления на математических принципах.

Компьютер это доказал. И полученный на этой основе ИИ несовместим с нашей логикой.

Это надо бы учитывать...

г. Екатеринбург

Май 2012г

Литература

1. Никитин А.В., Механистическое понимание логики // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.17252, 24.01.2012 <http://trinitas.ru/rus/doc/0016/001c/00161928.htm>
2. Никитин А.В., Логика управления клетки // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.17037, 29.11.2011 <http://trinitas.ru/rus/doc/0016/001c/00161905.htm>
3. Никитин А.В., Проблемы понимания системы кодирования ДНК // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.16181, 27.11.2010 <http://trinitas.ru/rus/doc/0016/001c/00161731.htm>
4. Шрейдер Ю.А. Равенство, сходство, порядок.М.: Наука, 1971. 256 с.
Тираж 100000 экз. <http://www.math.ru/lib/book/djvu/shodstvo.djvu>
5. Кондаков Н.И. [Логический словарь-справочник.](#) – М.: Наука, 1976. – 720 с
6. Никитин А.В. От «мира РНК» к Началу Жизни... <http://andrejnikitin.narod.ru/otRNKkNachalu.htm>
7. Никитин А.В. Информация в ДНК, РНК и белках.
http://andrejnikitin.narod.ru/InformaciaDNK_RNK_belkah.htm
8. Голубниченко А.Н. Логические машины: от Р. Луллия к ТДИС.
<http://math.nsc.ru/conference/zont09/reports/54Golubnichenko.pdf>
9. Калашников Ю.Я. Информационное управление клеточными процессами - авторский материал
<http://www.nestudent.ru/show.php?id=79994&p=14>
10. Никитин А.В., Работа рибосомы при трансляции белка // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.16234, 19.12.2010 <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001c/00161745.htm>
11. Толковый словарь. Рибосома. <http://greenfuture.ru/dictionary/рибосома>
12. В. П. СКУЛАЧЕВ Электродвигатель бактерий <http://nature.web.ru/db/msg.html?mid=1159127>
13. А. Н. ТИХОНОВ МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭНЕРГИИ В ЖИВОЙ КЛЕТКЕ
<http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/355.html>
14. А. Н. ТИХОНОВ Молекулярные моторы Часть 1. Вращающиеся моторы живой клетки
<http://nature.web.ru:8002/db/msg.html?mid=1159126&uri=index.html>
<http://nature.web.ru:8002/db/msg.html?mid=1159126&uri=1.html>
15. Янковский Н.К. Курс лекций по биологии <http://bio.fizteh.ru/student/files/biology/biolections/>
16. Создано вычислительное устройство с механической логикой <http://mestechko.info/science/1089-sozdano-vychislitelnoe-ustroystvo-s-mekhanicheskoy-logikoj.html>
17. В. В. Шилов. ЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ИХ СОЗДАТЕЛИ Краткая, но практически полная история <http://wwwcdl.bmstu.ru/it/schilov2.html>
18. Кудрявцев А.В. Блистательный мастер Раймунд Луллий
<http://www.metodolog.ru/00110/00110.html>
19. Логика как наука. <http://nauka-logica.ru/>
20. У млекопитающих нашли новый тип регуляции генов <http://lenta.ru/news/2008/07/14/ribozyme/>
21. А.Н. Стациевич Жизнь и смерть на уровне клетки. По материалам Гильberta Linga от 2001 года. <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0237/001a/02372022.htm>
22. А.Н. Стациевич, Электронный механизм дистанционного каскадного управления клеток <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0237/001a/02372023.htm>
23. А.А.Ивин, А.Л.Никифоров Словарь по логике <http://yanko.lib.ru/books/dictionary/slovar-po-logike.htm>
24. А.А.Ивин ЛОГИКА. Учебное пособие. Издание 2-е, Москва, Изд. «Знание» 1998
<http://www.philosophy.ru/edu/ref/logic/ivin.html>
25. А.А. Ивин «Логика. Элементарный курс. Учебное пособие» <http://readr.ru/aleksandr-ivin-logika-elementarniy-kurs-uchebnoe-posobie.html?page=1#>
26. Логика : Учебное пособие для студентов гуманитарных факультетов / В. И. Кобзарь :
Санкт-Петербургский государственный университет. Кафедра логики философского факультета. - СПб., 2001. <http://law.edu.ru/script/cntsource.asp?cntID=100019478>
27. Г. Челпанов Учебник логики. http://krotov.info/lib_sec/shso/37_chelpanov.html
28. Круглянский С. М. [Логика](#) электронное учебное пособие
<http://www.kgau.ru/distance/resources/sergius/lek1.html>

29. Никитин А.В., Логика автономных систем // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.15858, 28.03.2010 <http://trinitas.ru/rus/doc/0016/001c/00161628.htm>
30. Гусев Д.А. Логика. Учебный курс. <http://www.e-college.ru/xbooks/xbook005/book/part-003/page.htm#i00208>
31. Никитин А.В. Логика автономных систем - 2. Машина логика.
http://andrejnikitin.narod.ru/meshin_logic.htm
32. В.Н. Сафонов, Всеобщий периодический закон в биологии и в других гомологичных объект-системах // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.17400, 01.04.2012
<http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001c/1945-sfr.pdf>
33. Хронология робототехники http://www.myrobot.ru/articles/hist_1900.php