

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ ЦИТОЛОГИИ
ИНСТИТУТ ЦИТОЛОГИИ

А. А. ЗАВАРЗИН

ТРУДЫ
ПО ТЕОРИИ
ПАРАЛЛЕЛИЗМА
И ЭВОЛЮЦИОННОЙ
ДИНАМИКЕ
ТКАНЕЙ

(к 100-летию со дня рождения)



ЛЕНИНГРАД
ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

1986

Глава IV

ЗНАЧЕНИЕ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ГИСТОЛОГИИ В РАЗРАБОТКЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ (1939) МАТЕРИАЛЫ К ДОКЛАДУ «ПРОИСХОЖДЕНИЕ КОРЫ БОЛЬШОГО МОЗГА И ЛЕНИНСКАЯ ТЕОРИЯ ОТРАЖЕНИЯ»

Целью нашего доклада является анализ развития нервной системы и главным образом головного мозга, чтобы показать следующее: во-первых, эволюцию отражения внешнего мира в мозгу и на основании этой эволюции возрастающую точность отображения картины мира и перспективы ее развития; во-вторых, появление и развитие мышления в мозгу на основе отображения нервной системой внешней природы и среды.

Совершенно очевидно, что единственный путь и единственный метод, которыми все это может быть показано, — это метод исторический. В настоящем своем развитии таким методом вполне владеет только одна биологическая дисциплина — морфология, т. е. дисциплина, на которой (сравнительной анатомии, эмбриологии и палеонтологии) основывается классический дарвинизм. Физиология сейчас историческим методом не владеет, пока что это дисциплина преимущественно экспериментальная. На протяжении всей истории, особенно новейшей, это было основной причиной того, что физиология давала повод для различных идеалистических философских высказываний (Н. Мюллер, Гельмгольц, Ферворн и мн. др.).

Но работая историческим методом, можно идти по двум направлениям. Как известно, основной метод морфологии есть сравнительный метод. Этим сравнительным методом можно решать вопросы двоякого рода.

Во-первых, можно решить, какие пути прошел в своем историческом развитии тот или иной организм прежде, чем он принял свой современный вид. Таким образом мы устанавливаем, что предками млекопитающих были рыбообразные и рептилиеподобные существа, что мозг млекопитающих развился с перенесением центров в передние части, в большой мозг и т. д.

То же самое можно сделать в отношении насекомых, моллюсков и всяких других форм.

Но знание строения и происхождения, скажем, мозга человека без учета его приспособительного значения нам еще дает очень мало для ответа на поставленные вопросы. Это знание не сможет отвергнуть возражение такого рода, что мозг человека и, скажем, млекопитающего отражает мир одним способом, мозг насекомого совершенно иным, а моллюска третьим, что между этими тремя картинами мира нет ничего общего и что, следовательно, внешний мир непознаваем, т. е. основное возражение субъективных идеалистов и агностиков.

Второй путь сравнительных исследований решает иную задачу, а именно как образуется и развивается, например, мускулатура вообще, как развивается мозг вообще и т. д. Такая постановка вопроса вполне закономерна, так как всякое развитие наряду с частной закономерностью характеризуется и общей. При этом источником однообразия является общее происхождение животных от одного или немногих первобытных предков, возникших в однообразных условиях поддержания обмена веществ, существовавших на единой земной поверхности. Источником различий, многообразия форм является приспособление развивающегося органического мира к разным частным условиям существования.

В эволюции совершенствовались и общие свойства и различия.

Если построение родословных деревьев, животных форм основывается на изучении главным образом различий, то изучение развития тех или иных функционирующих определенным образом структур (органов, тканей) должно строиться на изучении эволюции этих последних независимо от родословных деревьев, животных форм.

В самом деле, первый вопрос, который возникает при такой постановке исследования, состоит в следующем.

Есть ли общие закономерности развития органов чувств, нервной системы, кишки, органов движения и т. д. или таких общих закономерностей нет, и в каждом типе животных они развиваются по-своему? Решить этот вопрос можно только путем сравнения одинаковых органов, одинаковых (функционально) частей во всем животном мире.

Если при этом обнаружится, что кроме различий, обусловленных принадлежностью органа тому или иному животному, они обнаружат и сходства, причем *эти сходства* в различных типах животных будут *эволюционировать одинаково*, то это будет значить, что в этих сходствах и заключаются *общие* для всего животного мира закономерности эволюции данного органа, данной системы. Тогда можно будет говорить об общих закономерностях развития органов чувств, нервной системы, мозга и т. д.

Идя по этому пути, мы будем в состоянии сказать, развивался ли человеческий мозг на основе тех же закономерностей, что и мозг, например, насекомых или моллюсков, или нет. А если да, то мозг человека со всеми его интеллектуальными способностями действительно является «продуктом природы». Такой сравнительный метод вместе с тем углубляет и развивает и саму теорию Дарвина.

Этот метод мы и положим в основу наших дальнейших сравнений, в которых приведем лишь самый необходимый материал и в самом общем виде. Это возможно сделать потому, что детальное и полное изложение его с морфологической точки зрения сделано мною в монографии, посвященной нервной системе, в которой она сопоставлена в этом же аспекте.¹ Для наших целей наибольшее значение имеют периферические рецепторы и нервные центры, потому что периферический эффекторный аппарат несет всюду либо двигательные, либо секреторные импульсы, которыми животное реагирует на восприятия, получаемые нервной системой.

Простейшая нервная система имеет совершенно однообразно устроенную периферию, суммарно воспринимающую внешние раздражения всех видов, которые все-таки как-то должны интегрироваться в центральных частях, потому что последние, развиваясь на почве градиента, должны этой интеграционной способностью обладать. Ощущения, получаемые при посредстве такого аппарата, дают представление о внешнем мире (т. е. *отражают его*) совершенно суммарно, не дифференцируя различных раздражений по качеству. О характере таких ощущений (не о тождественности, конечно) мы можем судить по ощущениям такого же общего характера, которые имеются у человека и которые согласно новейшим исследованиям (Орбели) имеют такой же общий, неопределенный характер и общий недифференцированный (физиологически) воспринимающий аппарат. Это чувство боли.

Совершенно недифференцированная чувствительная периферия из ныне живущих организмов имеется только у части кишечнополостных, а именно у полипов (гидроидных и коралловых). У всех остальных животных рецепторные аппараты уже дифференцированы.

Дифференцировка чувствительной периферии у всех без исключения животных идет в одних и тех же направлениях, которые определяются теми раздражениями, которые животное встречает во внешней природе и которые имеют самое непосредственное отношение к обмену веществ. Прежде всего сюда относятся всевозможного вида механические раздражения: прикосновения, токи окружаю-

¹ Завазин А. А. Очерки эволюционной гистологии нервной системы. М., 1941 (Избр. тр. т. III, Изд. АН СССР, 1950 (Прим. ред.).

щей жидкости, сила тяжести, изменения температуры¹ и т. д. Далее изменения химического состава среды и, наконец, световые раздражения.

Дифференцировка органов чувств, т. е. периферических чувствительных точек, идет по всем этим линиям, причем раньше других и наиболее универсально появляются органы, специально ощущающие свет и химические раздражители, а затем идет и детализация органов, ощущающих раздражения механические и температурные. Дифференцировка периферических органов совершается параллельно с развитием центральных органов, на долю которых ложится необходимость сочетания ассоциации этих уже различных ощущений. Внешний мир, отражаемый такой нервной системой, для животного оказывается более дифференцированным. Становится возможным более дифференцированное к нему отношение. Неизбежным сопутствующим моментом должно быть и более дифференцированное развитие органов движения, а следовательно, и двигательных центров и их сочетательных систем в центральных нервных органах. Все это такие признаки, которые в общем являются положительными приспособительными аппаратами для всех прогрессивно развивающихся организмов, и следовательно, у всех животных в общем их эволюционном прогрессе должны поддерживаться отбором.

Таким образом, мы видим, что усложнение чувствительной периферии неизбежно требует усложнения и центральных органов. Поэтому единственным правильным путем будет одновременное рассмотрение прогресса в развитии органов чувств и органов центральной нервной системы, т. е. мозга.

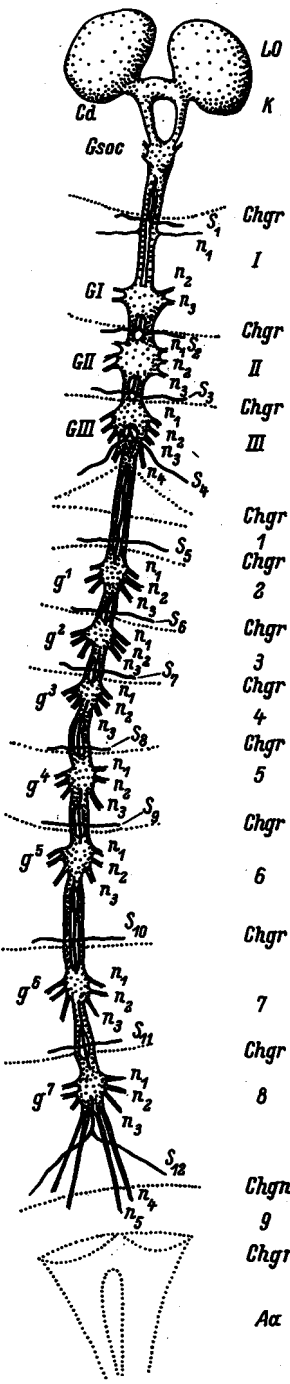
Дифференцировка органов чувств сопровождается их перераспределением на поверхности тела. Если органы ощущения механических раздражений вначале остаются распределенными довольно равномерно по всему телу, то органы, ощущающие свет (зрение) и химические раздражения, смещаются очень быстро на передний конец тела. Являясь органами дистантными, т. е. воспринимающими раздражение от источников, не непосредственно к ним приложенных, а находящихся на расстоянии, эти органы становятся ведущими в определении поведения животного по отношению к внешнему миру и оказывают самое определяющее влияние на образование центральной нервной системы, т. е. мозга.

Смещение дистантных рецепторов, светового и химического, на передний конец и сохранение механических рецепторов по всему туловищу, еще больше усиливает ту интеграцию организма, которая началась с появления основного градиента. У животных, обладающих билатеральной симметрией (а таковых подавляющее большинство), это приводит к образованию головного и хвостового конца, а положение их на субстрате к появлению спинной и брюшной стороны. У таких животных и центральная нервная система располагается по оси симметрии и вскоре дифференцируется на основные свои отделы: головной мозг, связанный с передними дистантными рецепторами, и туловищный мозг, принимающий в себя все механические раздражения и посылающий от себя все двигательные импульсы. Дальнейшая дифференцировка центральной нервной системы наступает в связи с появлением внутренних органов, и в первую очередь кишечника вместе с ротовым отверстием, захватывающим пищу. Появившийся в эволюции кишечник вначале получает свои нервы, свою иннервацию от туловищного мозга. Затем, вероятно, в связи с развитием органов движения из туловищного мозга для иннервации кишечника, динамика которого начинает все больше и больше отличаться по мере усложнения органов движения от этих последних, выделяются специальные участки. Общий вначале туловищный мозг подразделяется на две части: телесную, или соматическую, и внутренностную, или вегетативную. Этот процесс идет совершенно закономерно у всех без исключения животных, начиная с очень ранних этапов филогенеза.² Таким образом, нервные центры у всех почти современных животных (за исключением может быть одних кишечнополостных) оказываются сосредоточенными в туловищном мозге, головном мозге и в автономной системе (рис. 27).

² Заварзин А. А. Очерки эволюционной гистологии нервной системы. М., 1941 (Избр. тр., т. III, Изд. АН СССР, 1950 (Прим. ред.).

Рис. 27. Нервная цепочка личинки стрекозы. Тотальный препарат (по А. А. Заварзину).

Chgr — границы сегментов; *I, II, III* — грудные сегменты; *I—8* — брюшные сегменты; *Gd* — церебральный ганглий; *LO* — оптические лопасти; *Gsoc* — подглоточный ганглий; *GI—GIII* — грудные ганглии; *n₁—n₃* — их боковые нервы; *g¹—g⁷* — брюшные ганглии; *n₁—n₃* — их боковые нервы; *S₁—S₁₂* — непарный нерв.



Такая нервная система имеет переднезаднюю и спинно-брюшную дифференцировку. Ощущения, воспринимаемые этой нервной системой, позволяя животному несколько дифференцировать окружающий мир, отражают его все-таки весьма несовершенен. Но даже и такое несовершенное отражение могло закрепиться в эволюции отбором только в том случае, если оно было выгодно для животного, т. е. если оно позволяло ему ориентироваться лучше, чем при помощи однообразных недифференцированных органов чувств. Эта лучшая ориентировка возможна только при условии одновременного усложнения *сочетательного аппарата* в центральной нервной системе, что и имеет на самом деле место. У всех животных общая чувствительность (механическая, температурная) сосредотачивается в туловищном мозге, и объединяющие ее центры постепенно концентрируются на переднем его конце. Центры зрительные и обонятельные сосредотачиваются в головном мозге. Устанавливаются координационные связи между головным мозгом и передним концом туловищного. Устанавливается связь между соматической частью (головной и туловищный мозг) и вегетативной частью нервной системы. Нервная система сохраняет единство (так же как и весь организм), будучи подразделенной на эти три своих основных отдела.

Для целей настоящего доклада нам достаточно познакомиться более детально лишь с эволюцией головного мозга. Однако предварительно необходимо сказать несколько слов о развитии и дифференцировке тех органов чувств, которые остаются в непосредственной связи с туловищным мозгом на протяжении всей эволюции и которые мы обозначили суммарно как органы механических (и температурных) ощущений. Это необходимо сделать потому, что в дальнейшей эволюции, когда интеграционные и координирующие центры перемещаются в головной мозг, туда проникают также отростки нервных клеток и от этих туловищных органов и начинают играть значительную роль.

Дифференцировка вначале однотипных и, вероятно, ниве сальных органов чувств туловищного мозга у всех животных шла сходным образом, но достигла разных степеней дифференцированности.

Из этих органов, которым мы дали неопределенное название «органы механических ощущений», развились следующие органы чувств. У очень многих животных (хотя и не у всех, что важно подчеркнуть) развился своеобразный орган статического равновесия — так называемый статоцит, на основе которого у позвоночных развивается слуховой пузырек. Слуховой пузырек на низших ступенях развития играет роль статического органа, дающего представление о положении тела в пространстве, а на высших ступенях, в частности у млекопитающих и у человека, на основе слухового пузырька развивается и орган слуха, приносящий в мозг мир звуков.

У позвоночных и у человека орган слуха развивается в голове в области переднего конца туловищного мозга. У других животных органы равновесия бывают и в других местах.

Из органов механических ощущений у всех животных, имеющих развитые в виде конечностей сложные органы движения (позвоночные, насекомые), дифференцируются и органы мышечного чувства, т. е. такие рецепторы, которые сигнализируют в мозг о состоянии мускулатуры и которые имеют первостепенное значение для координации при помощи нервной системы сложных движений тела и конечностей.

Наконец, значительной дифференцировки достигает и чувствительный кожный аппарат. Сведения о строении этих органов чувств еще далеко не достаточны. Однако в коже у весьма многих животных достаточно высоко организованных и из разных типов (например, позвоночные и насекомые) мы находим органы типа вкусовых и осязательных.

У высших представителей, и в частности у наземных позвоночных и у человека, вкусовые органы остаются только в ротовой полости.

Наибольшего развития и дифференцированности достигают кожные чувствительные аппараты у млекопитающих, и особенно у человека. Здесь удается морфологически различить несколько десятков типов рецепторных аппаратов, часть из которых несомненно связана с осязанием. Возможно, есть специальные температурные рецепторы. Остальные, вероятно, связаны с восприятием других механических раздражений (давления и т. п.).

Современные физиологические данные показывают, что болевые ощущения связаны с каким-то общим недифференцированным аппаратом нервной системы, вероятно, происходящим из того общего диффузного аппарата, который сохранился в подчиненном и, конечно, видоизмененном виде от очень отдаленных предков.

Из этого беглого очерка уже можно судить о том, что внешний мир отражается нервной системой все более и более точно по мере эволюционного развития животного мира, причем это отражение во всем животном мире осуществляется сходным образом. Мы почти всегда можем сказать, какой характер ощущений дает тот или иной орган чувств у самых различных животных.

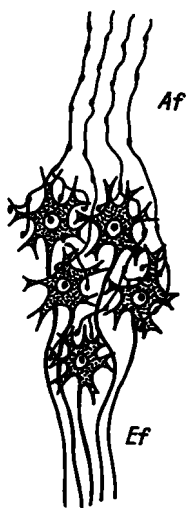
Второй важный момент, который очень часто упускается из виду физиологами органов чувств, отрицающих возможность правильного, сходного с объективной реальностью отражения внешнего мира, состоит в том, что нервная система со всеми органами чувств представляет собою неразрывное единство. Поэтому и отражение ею внешнего мира осуществляется как единой системой, т. е. всеми органами чувств сразу в их полной координированности. Нервная система как рецептор внешнего мира, как зеркало его, работает всегда целиком, т. е. и мозгом, и органами чувств, и все в ней взаимосвязано и обусловлено всей предшествующей историей развития, — всем филогенезом. Таким образом, на каждой ступени своего развития нервная система настолько правильно отражает внешний мир, что обладающее ею животное может существовать и ориентироваться в этом внешнем мире.

В самом деле никакое существо не могло бы победить в борьбе за жизнь, если бы у него, выражаясь фигурально, глаз не знал бы, что делает нога, и нос не был бы координирован с глазом и т. д.

Таким образом, нервная система должна была развиваться и, как мы это показали, и развивалась все время как единое целое, дифференцируясь и совершенствуясь во всех своих частях одновременно. Эта дифференцировка, как мы видели, идет во всех нервных системах у всех животных по линии все более и более точного отражения, все большей дифференцировки внешнего мира.

Уже один тот факт, что все нервные системы всех животных воспринимают одинаково различные воздействия внешнего мира, указывает на объективную реальность этих воздействий, т. е. самого внешнего мира.

Причины такой эволюционной дифференцировки нервных систем в одних и тех же направлениях обнаружить очень просто. Они те же самые, которые приводят к совершенной приспособленности к условиям существования отдельных различных видов и животных, и растений, т. е. эти причины суть дарвиновские законы эволюции. Ибо совершенно очевидно, что при прочих равных усло-



виях прогрессивное развитие нервной системы в направлении все более и более точного отражения внешнего мира для животного выгодно в борьбе за жизнь.

Возвращаясь к центральным органам нервной системы, т. е. к туловищному и головному мозгу,³ мы должны еще раз подчеркнуть, что всякое усложнение, всякая дифференцировка воспринимающего аппарата сопровождается усложнением и счетательного аппарата. Основной счетательный аппарат долгое время в эволюции остается в передних отделах туловищного мозга, куда сходятся приводы и из обонятельных, и из зрительных центров, и из чувствительного аппарата туловищного мозга.

Это вполне понятно потому, что здесь же лежит и общий для всего тела двигательный центр, который приводит в движение все тело животного.

Очень важно отметить, что эти координационные центры имеют строение ядер или, как я их называю, ядерных центров. Происходят эти ядерные центры в эволюции следующим образом. Разбросанные у низших форм достаточно равномерно и диффузно нервные элементы и счетательные, и двигательные по мере дифференцировки собираются в более тесные скопления. В каждое такое скопление группу или ядро собираются нервные клетки (нейроны), однозначные в функциональном отношении. К этому скоплению приходят проводники из разных мест. Этим ядром разные импульсы объединяются в новый, который и передается либо в другой ядерный центр, либо в орган движения (рис. 28).

В простейших нервных системах эти счетательные аппараты носят диффузный характер, в нервных системах, стоящих на следующих ступенях прогрессивной дифференцировки, — все более и более концентрированный и дифференцированный, все более и более ядерный. Чем сложнее нервная система, тем больше в ней таких ядер можно насчитать.

Первые счетательные центры, находящиеся на стыке головного и туловищного мозга, носят также ядерный характер.

Все эти ядерные центры благодаря своему филогенезу оказываются настолько соподчиненными друг другу, что нервная система, несмотря на свою прогрессирующую расчлененность, сохраняет, как и организм, полное единство. Это единство при восхождении организации от низших ступеней к высшим, т. е. по мере увеличения расчлененности, а, вероятно, и благодаря ей, значительно возрастает.

Ограничившись этими общими данными в отношении закономерностей эволюции туловищного мозга, переходим к рассмотрению эволюции наиболее непосредственно относящегося к нашей теме участка нервной системы — головного мозга.

Как об этом было сказано выше, развитие головного мозга в значительной степени стоит в связи с развитием обонятельных и зрительных органов чувств. Из этих двух дистантных рецепторов лучше в сравнительном отношении изучен зрительный, хотя и об обонятельном мы знаем достаточно для тех целей, которые преследуются в нашем докладе.

Сейчас известно,⁴ что у самых разнообразнейших по своему положению в системе животных нервные центры, связанные непосредственно с этими рецепторами, обнаруживают поразительнейшее сходство. Для обонятельных центров хорошо известно строение в типе позвоночных и в типе членистоногих (раки, пауки, многоножки, насекомые). В обоих этих чрезвычайно различных по своему

³ Автономную, вегетативную систему мы оставляем в стороне, так как она заметного влияния на формирование головного мозга не оказывает.

⁴ См.: Заваарзин А. А. Очерки эволюционной гистологии нервной системы. М., 1941 (Избр. тр., т. III, Изд. АН СССР, 1950) (Прим. ред.).

происхождению типах обонятельные центры имеют характернейшую клубочковую структуру, но повторяющуюся ни в каком другом отделе нервной системы. Не следует забывать, что обонятельный рецептор, особенно на высших ступенях своего развития (млекопитающие, насекомые), отличается исключительной тонкостью и точностью восприятия. На основе этого обонятельного рецептора построена значительная часть головного мозга. Здесь полезно будет отметить, что большинство высших животных в своей ориентировке в окружающей природе пользуются обычно преимущественно одним из этих двух рецепторов. Поэтому животных можно разделить на зрительных (птицы) и обонятельных (хищные млекопитающие, многие насекомые). У первых зрение развито сильно, обоняние слабее, у вторых наоборот. Несколько ниже будет рассмотрено относительное значение для организации головного мозга обоих этих органов чувств, а сейчас мы только отметим, что обонятельный рецептор на высших ступенях развития дает мозгу очень дифференцированную (по запахам) картину внешнего мира, которая весьма сложно анализируется мозгом.

Гораздо важнее для понимания происхождения строения и функции той части мозга, которая оставляет непосредственный предмет настоящего доклада, т. е. коры большого мозга человека, является орган зрения, на рассмотрении которого мы и остановимся более подробно.

У позвоночных животных, начиная с рыб и кончая человеком, орган зрения представлен уже высшей формой своего развития. Поэтому основываясь только на этом материале, мы ничего не смогли бы сказать о происхождении и развитии органа зрения.

Но беря в основу те общие установки, которые нами кладутся в основу изучения нервной системы и которые были уже изложены выше, мы можем поставить вопрос шире и рассмотреть происхождение и развитие глаза вообще в животном мире. Тем более что, как это только что было указано выше, зрительные центры у всех животных обнаруживают поразительное сходство в своем гистологическом устройстве.

Органы зрения, воспринимающие световые раздражения на разных этапах своего развития, сильно отличаются по характеру посылаемых ими в мозг отражений или восприятий внешнего мира.

В простейшем случае на самой низшей ступени развития это будут органы, воспринимающие только интенсивность света. Такие «глаза» иногда бывают довольно беспорядочно рассеяны по всему телу. Этот простейший тип, постепенно усложняясь, переходит в следующий, различающий не только интенсивность, но и направление света. Глаза этого типа располагаются обычно на переднем конце, т. е. на голове по крайней мере в числе одной пары.

Наконец, третьим высшим типом органов зрения являются глаза предметного видения, т. е. такие глаза, которые не только различают интенсивность и направление света, но и отображают предметы внешнего мира.

Между вторым и третьим этапами развития органов зрения совершается значительный качественный скачок, который сопровождается очень большими изменениями и в центральной нервной системе. На обоих этих эволюционных процессах мы прежде всего и должны остановиться.

Глаза, различающие интенсивность света у разных животных, обнаруживают различную степень сложности строения (рис. 29). В простейшем случае они представлены небольшим числом светочувствительных клеток, лежащих скученной группой в коже и связанных своими нервными отростками с мозгом. Между светочувствительными клетками всегда имеются пигментные клетки с темным пигментом, изолирующие в оптическом отношении светочувствительные клетки друг от друга. Нервные отростки этих последних входят в мозг и там вступают в контакт с сочетательными нейронами в соответствующих центрах, имеющих *ядерное* строение. Глаза интенсивности могут иметь и более сложное строение. Светочувствительная область может образовывать ямкообразное впячивание (рис. 29). В эту ямку может выделяться сильно преломляющее свет вещество. Такой глаз начинает отчасти различать и направление света.

Наконец, он переходит в типичный глаз направления. Светочувствительная ямка замыкается своими краями в пузырек, который несколько погружается под кожу. Кожный покров перед глазным пузырьком, равно как и стенка пос-

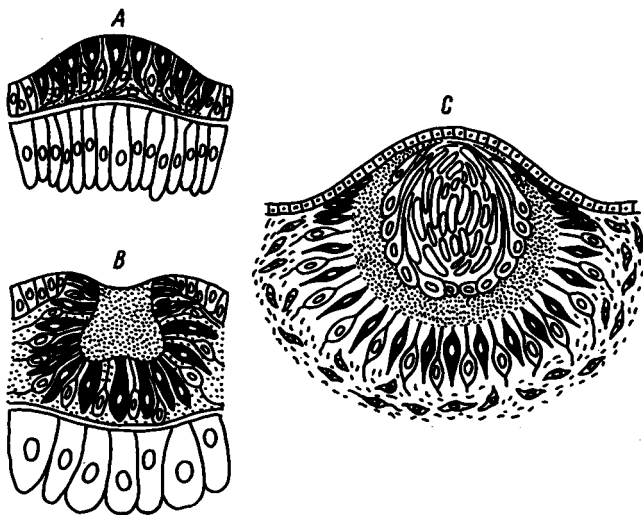


Рис. 29. Глаза медуз. *A* — *Catalema eurystoma* (по Линко); *B* — *Sarsia mirabilis* (по Линко); *C* — *Charibdaea marsupialis* (по Шевякову).

ледного, примыкающая к коже, становится прозрачным. Полость пузырька всегда бывает заполнена прозрачной массой, сильно преломляющей свет. Светочувствительная часть (пигментированная) стенки глазного пузырька сохраняет приблизительно такое же строение, как и в глазах более простого устройства. В такой глаз свет проникает только через небольшое отверстие в коже, поэтому в него могут попадать главным образом лучи, идущие прямо от источника света. Животное приобретает возможность различать *направление* световых лучей.

В таких глазах нервные центры, где оканчиваются оптические волокна, сохраняют ядерное строение. Таким образом, эти два простейших типа глаз, различающих интенсивность и направление света, никакими принципиальными изменениями в центральных органах нервной системы не сопровождаются.

Если мы представим себе животное, достигшее такой стадии развития, когда у него имеются глаза, различающие интенсивность и направление света, рецепторы, различающие химические раздражители и т. н. тангорцепторы, т. е. органы чувств, воспринимающие механические раздражения вроде прикосновения, трения, жидкости и т. д., температурные рецепторы и т. д., то в нервной системе, в мозге такого животного внешний мир будет отражаться совсем не так, как в мозге высших животных и человека. Представление *о предметах* внешнего мира будет основано почти исключительно на раздражениях, связанных с прикосновением тела животного непосредственно к этим последним. Кроме того, в такой нервной системе будут отражаться изменения в силе освещения, изменения температуры, химические вещества и т. п., а также общие неопределенные ощущения, сходные с нашим чувством боли и чувством, ему противоположным. Таким образом, внешний мир для такого животного будет представлять из себя нечто совсем другое, чем для высших животных и человека, но элементы этих ощущений будут в основном те же самые. Доминирующее значение на такой низкой ступени развития в деле различения предметов будет иметь чувство осязания.

Появление предметного зрения у всех животных производит полный переворот в строении головного мозга, на котором мы и должны остановиться подробнее. Для этой цели нам прежде всего необходимо рассмотреть появление, развитие и строение глаз предметного зрения.

Изменения, которые происходят в глазу при переходе к предметному зрению, заключаются в двух моментах: 1) появляется такой диоптрический аппарат, который отбрасывает на светочувствительную поверхность глаза *изображение* предмета, и 2) светочувствительная поверхность значительно обогащается рецепторными клетками, которые занимают очень правильное расположение на поверхности.

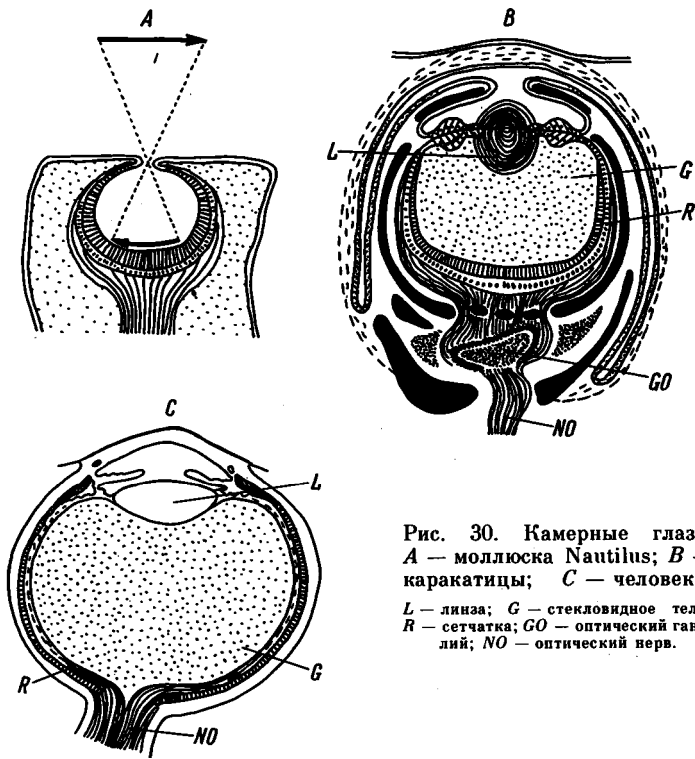


Рис. 30. Камерные глаза.
 А — моллюска *Nautilus*; В —
 каракатицы; С — человека;
 L — линза; G — стекловидное тело;
 R — сетчатка; GO — оптический ганглий;
 NO — оптический нерв.

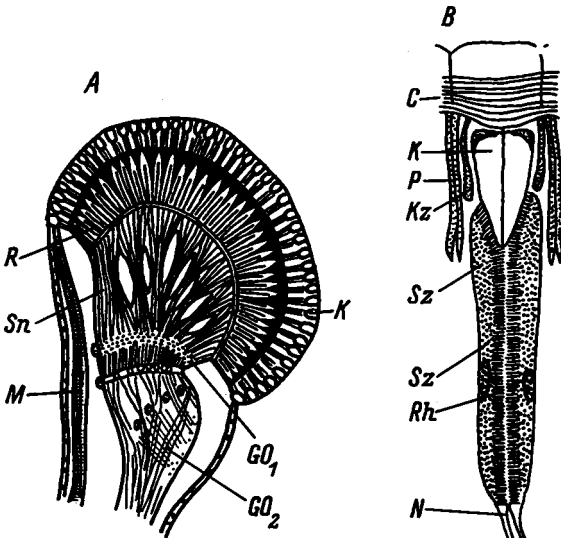


Рис. 31. Фасетизированные глаза. А — продольный разрез сложного глаза рачка *Branchipus* (по Клаусу); В — омматидий из сложного глаза таракана (по Гессе).

GO₁, GO₂ — первый и второй оптические ганглии; К — кристаллический конус; R — ретинулы; Sn — зрительный нерв; M — мышца; C — роговица; Kz — клетки кристаллического конуса; N — нервные отростки ретинальных клеток; Sz — ретинальные клетки; Rh — рабдомеры; P — пигментные клетки.

При этом замечательным моментом является тот факт, что в природе создаются все возможные типы глаз.

Среди предметных глаз имеются глаза, построенные по типу камеры-обскуры, в которых диоптрическим аппаратом является просто маленькое отверстие, проходя через которое световые лучи от предмета дают обратное изображение его на светочувствительной поверхности (рис. 30, А). Такие глаза имеются у некоторых головоногих моллюсков, например, у кораблика, *Nautilus*.

Камерные глаза обычного типа снабжены линзой объективом, как фотографический аппарат. Этим объективом на светочувствительную поверхность отбрасывается обратное и уменьшенное изображение предмета (рис. 30, В, С) (у всех позвоночных и у некоторых головоногих моллюсков, например, у осьминогов и каракатиц). Наконец, третий тип предметных глаз имеет совершенно своеобразное строение. Это так называемые сложные или фасеточные глаза членистоногих (раки, насекомые, многоножки) (рис. 31). Эти сложные глаза состоят из очень большого числа расположенных вплотную и совершенно правильно по одной поверхности отдельных миниатюрных глазков, в каждом из которых имеется своя маленькая линзочка и своя светочувствительная точка. В таких глазах изображение предмета разбивается на отдельные точки. Отличительным свойством таких глаз является их крайняя «близорукость», так как они различать предметы могут только на очень близком расстоянии.

Все эти три типа глаз легко выводятся из различных типов глаз, различающих направление света. Но на этом вопросе мы не будем здесь останавливаться, так как он не имеет прямого отношения к теме.

В камерных глазах изображение падает на ровную светочувствительную поверхность, как на экран. Но этот экран не сплошной, а состоит из отдельных оптически изолированных друг от друга светочувствительных точек.

Совершенно понятно, что если таких точек на поверхности будет очень мало, то изображение, отброшенное на экран, будет воспринято только этими точками, т. е. очень неполно. Таким образом, есть какая-то граница, какой-то порог в отношении густоты расположения чувствительных точек на экране, начиная с которого предмет будет восприниматься всеми своими очертаниями. Этот порог и есть порог начала предметного видения. Это порог качественного изменения светового рецептора.

Эволюция камерных предметных глаз и идет дальше в направлении умножения этих чувствительных точек на светочувствительном экране. Совершенно очевидно, что чем больше при прочих равных условиях на определенной площади экрана будет таких точек, тем полнее получится изображение.

В случае сложных фасеточных глаз происходит такое же разложение изображения на отдельные элементы-точки, только оно осуществляется отдельными глазками. Чем этих глазков больше и чем они мельче, тем точнее и полнее видит сложный глаз.

Во всех случаях анализ изображения предмета, т. е. разложение его на отдельные элементы — точки, можно сравнить с таким же разложением изображения на точки, которое производится в цинкографии при помощи сетки или раstra. Чем эта сетка грубее, тем изображение при репродукции получается более грубым, контрастным, тем меньше передается деталей. Чем сетка тоньше и мельче, тем точнее и «мягче» передается изображение. Таким образом, во всех предметных глазах изображение предмета разлагается на некоторое число элементов воспринимаемых таким же числом рецепторных клеток, которые по своим отросткам посылают соответствующие сигналы в нервные центры, где из этих сигналов синтезируется мозговое изображение предмета.

Это мозговое воспроизведение предмета может осуществляться только центрами совершенно нового типа.

Несомненно, что в разных глазах у разных животных чувствительность фоторецепторных элементов может быть различной, что и подтверждается непосредственными экспериментами. Вероятно, в различных случаях воспринимаются лучи различной длины волны, в том числе и невидимые для человеческого глаза, и порог раздражимости для светочувствительных клеток у разных животных различен. Несомненно есть глаза, различающие цвета и не различающие таковых. Неизвестно, какой оттенок будут иметь предметы, отображаемые инфра-

красными или ультрафиолетовыми лучами. Но несомненно одно: во всех этих случаях нервная система будет воспринимать приблизительно правильные отображения реальных предметов внешнего мира. У разных животных получаются несомненно различные в деталях и в разной степени, но всегда приблизительно правильные изображения предметов. Мы даже можем иметь некоторое конкретное представление о характере этой разницы, сравнивая зрение дальтоников и нормальных людей.

Обратимся теперь к тем изменениям, какие вызывает появление предметного зрения в мозгу. Только что было сказано, что синтез изображения разложенного фоторецепторным экраном глаза на элементы осуществляется только центрами особого устройства. Здесь имеется два положения, каждое из которых имеет для всего дальнейшего настолько важное значение, что требует исключительно веских доказательств.

Первое положение заключается в том, что появляются центры особого типа. Второе в том, что в этих центрах синтезируются изображения приблизительно такие же, как они отражаются на рецепторном экране глаза.

Первое положение доказывается сравнительно просто. Если удастся показать, что у *различных* по своему происхождению животных наличие глаз предметного видения сопровождается появлением в мозгу центров сходного строения и таких, каких не было у животных, не обладающих предметным зрением, то этот факт будет свидетельствовать в пользу утверждения этого положения. Такие данные действительно имеются. Впервые они были обнаружены мною, затем много раз были подтверждены рядом весьма авторитетных исследователей.⁵

Как уже было сказано выше, несомненным предметным зрением обладают позвоночные, членистоногие (насекомые и раки) и головоногие моллюски. Все эти животные находятся на концах трех различных с самого основания отводов родословного дерева. У этих животных не только глаза, но и вся нервная система формировались в эволюции совершенно независимым образом. И вот в головном мозгу у всех этих животных обнаруживаются очень сходные друг с другом центры, стоящие в непосредственной связи со светочувствительным экраном глаза.

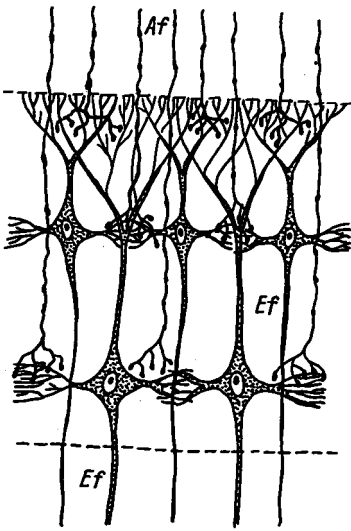
Эти центры характеризуются правильным плоскостным расположением своих элементов и правильным слоистым строением (рис. 32). При этом чем совершеннее зрение, тем этих центров больше и строение их тем более многослойно. Микроскопическое изучение этих центров показывает, что каждый из них подобен многослойному экрану, на котором оканчиваются волокна, приносящие из светочувствительного экрана глаза сигнал от воспринятых им точек или элементов изображения предмета. Таким образом, каждый из таких мозговых центров также имеет строение очень сложного экрана. Поэтому я и предложил эти центры назвать *экранными* в отличие от описанных выше ядерных центров. Особенностью экранных зрительных центров мозга является еще то обстоятельство, что в них имеются многочисленные горизонтальные ассоциативные связи, которые объединяют (ассоциируют) все его элементы в одно целое, синтезируют посылаемые на этот экран импульсы. Соотношения элементов очень напоминают те, которые имеют место в телеграфных билдаппаратах и в телевизорах.

Другой особенностью этих экранных оптических центров является то обстоятельство, что центры правой и левой стороны в большей или меньшей степени непосредственно друг с другом связаны, т. е. картины обоих глаз объединяются. В эволюции при первом возникновении таких экранных структур в связи с предметным зрением при каждом глазе в мозгу появляется только один и притом весьма несовершенный экранный центр.

В дальнейшей эволюции на почве этого центра образуются два, а затем и три параллельно расположенных экранных центра.

По три экранных центра, последовательно включенных в оптический путь,

⁵ Литературу см.: Зава р з и н А. А. Очерки эволюционной гистологии нервной истемы. М., 1941 (Избр. произв. т. III, изд. АН СССР, 1950 (Прим. ред.).



имеют почти все позвоночные⁶ и высшие раки и насекомые. Головоногие моллюски обладают только двумя экранными центрами.

Такое усложнение экранных оптических центров связано, вероятно, с ассоциацией зрительных картин и осуществлением связи этих зрительных ощущений с другими внешними восприятиями. На этом последнем вопросе мы остановимся ниже, а сейчас удовольствуемся тем, что мы доказали несомненную связь экранных центров с появлением предметного зрения, и займемся доказательством второго положения, что в этих экранных центрах действительно происходит экранирование отблесков, посылаемых из светочувствительного экрана глаза,

как это можно было заключить на основании их морфологического строения.

Доказательство этого второго положения значительно облегчается благодаря наличию прямых экспериментов. Так, если вырезать участок из светочувствительной оболочки глаза даже у низшего позвоночного (например, у рыбы), то в мозговом экранном центре произойдет перерождение элементов на площадке, имеющей такую же форму, как и вырезанный кусочек. Такие опыты были проделаны неоднократно и с рыбами, и с млекопитающими⁷ и дали положительные результаты. Таким образом, предположение, которое делается на основании морфологического устройства оптического экранного центра, целиком подтверждается экспериментом.

Следовательно, наше определение этих плоскостных центров как экранных имеет под собою все основания.

На почве всех этих совершенно безукоризненных в научном отношении данных возможно сделать весьма вероятное предположение о функциональных особенностях экранных центров по сравнению с ядерными.

В экранных центрах мы не можем не видеть совершенно новых для мозга структур с качественно отличным по сравнению с ядерными центрами ассоциативным аппаратом. Об этом новом качестве мы также с большой долей вероятности можем судить на основании только что приведенных морфологических и экспериментальных данных. Мы видели, что сигналы от элементов зрительной картины, воспринятой светочувствительными элементами, отображаются в том же порядке и в экранном центре. Совершенно естественно предположить, особенно имея в виду наличие в экранных центрах многочисленных горизонтальных связей, что в этих центрах сигналы синтезируются в какие-то образы, вроде того, как синтезируется разложенное изображение на экране телевизора. Но для этого необходимы два условия. Элементы изображения должны расположиться правильно в пространстве относительно друг друга, т. е. на плоскости экранного центра, и сигналы об этих изображениях должны одновременно попасть на экран. И то и другое обеспечивается правильным плоскостным строением экранных центров.

Эти оба обстоятельства с моей точки зрения имеют чрезвычайно важное принципиальное значение. В самом деле, если до появления предметного зрения мозг еще не отразил в своей эволюции пространства и времени как объективных реальностей природы, то во всяком случае с появлением предметных глаз и экранных центров он должен неизбежно это сделать, так как без пространственно пра-

⁶ За исключением млекопитающих и человека, у которого дело обстоит еще сложнее, о чем см. ниже.

⁷ Литературу см.: Заварзин А. А. Очерки эволюционной гистологии нервной системы. Медгиз, 1941 (Избр. произв., т. III, Изд. АН СССР, 1950) (Прим. ред.).

видного и одновременного появления зрительных сигналов в нервном центре не может построиться мозговой «копии» глазного изображения. Таким образом, по крайней мере с момента появления предметных глаз в мозгу должны были появиться и пространственные и временные «формы» обработки импульсов как *отражение* тех же самых «форм» внешней природы.

Этими соображениями, основанными на очень хорошем фактическом материале, мне кажется, с достаточной убедительностью показывается, откуда могли взяться в мозгу априорные кантовские формы восприятия пространственных отношений. Дальнейший материал, как это мы увидим, сильно подкрепляет эти наши соображения. Вместе с этим всякие рассуждения физиологического свойства, ведущие свое начало еще от Иоганнеса Мюллера, находившегося под сильным влиянием кантовской философии, о том, что сетчатка глаза обладает каким-то пространственным самоощущением, также отпадают, так как удастся показать эволюционный источник этого пространственного «самоощущения», и этим источником является не что иное, как пространство и время внешнего мира, отображаемое мозгом. Далее на основании имеющегося морфологического материала мы должны допустить, что предметное зрение проработало с момента своего появления очень длинную эволюцию и что вначале оно давало в мозг очень несовершенные представления о предметах внешнего мира. Такое допущение придется сделать на основании того факта, что при наличии предметных глаз происходит увеличение числа последовательно поставленных друг за другом мозговых экранных центров. Только у наиболее высоко организованных в отношении предметного зрения животных имеются три последовательных мозговых (см. выше) экрана и, вероятно, только в третьем из них осуществляется окончательная пространственная обработка элементов изображения и полноценное сочетание полученного зрительного образа с основным аппаратом нервной системы.

О характере этого сочетания и его развития в процессе эволюции мы также на основании имеющегося морфологического материала можем иметь совершенно определенное представление. Но для этого нам необходимо будет обратиться уже к более детальному рассмотрению головного мозга в целом. Как это было указано в своем месте, на основании даже того неполного материала, который имеется по сравнительной гистологии нервной системы сейчас, мы все же можем утверждать, что головной мозг у всех животных в основе своего строения имеет одну и ту же закономерность, и этой закономерностью является нахождение в его передних отделах обонятельных и зрительных центров и установление ассоциативных интеграционных связей между этими центрами и центрами всех остальных органов чувств.

Сейчас мы и постараемся показать эти закономерности на конкретных примерах. Для этой цели необходимо сопоставить головной мозг у двух каких-нибудь высоко организованных в отношении нервной системы и оптических центров, но совершенно неродственных животных. Наиболее изученными сейчас, как об этом уже говорилось выше, являются позвоночные и насекомые (рис. 33). На прилагаемом рисунке представлены очень схематично два головных мозга: рыбы и стрекозы. В обоих случаях⁸ в заднем отделе находятся центры всех органов чувств, кроме зрения и обоняния, а в передних эти последние. Наконец, в обоих случаях имеется центр ядерного типа, куда сходятся все сигналы из чувствительной периферии и откуда начинаются эффлекторные импульсы в органы, осуществляющие поведение.

Однако несмотря на все сходство, имеется и одно существенное различие, сыгравшее в эволюции беспозвоночных, и в частности насекомых, вероятно, очень важную роль.

При сравнении обеих схем бросается в глаза, что зрительные и обонятельные центры у насекомых по сравнению с позвоночными поставлены в обратном порядке. У позвоночных, т. е. у рыбы, переднюю часть мозга составляют обонятельные центры и непосредственно за ними лежат зрительные; у стрекозы и вообще у насекомых, наоборот, впереди находятся зрительные, а позади них обонятельные.

⁸ Подробно см.: Заварзин А. А. Очерки эволюционной гистологии нервной системы. М., 1941 (Избр. тр., т. III, Изд. АН СССР, 1950) (Прим. ред.).

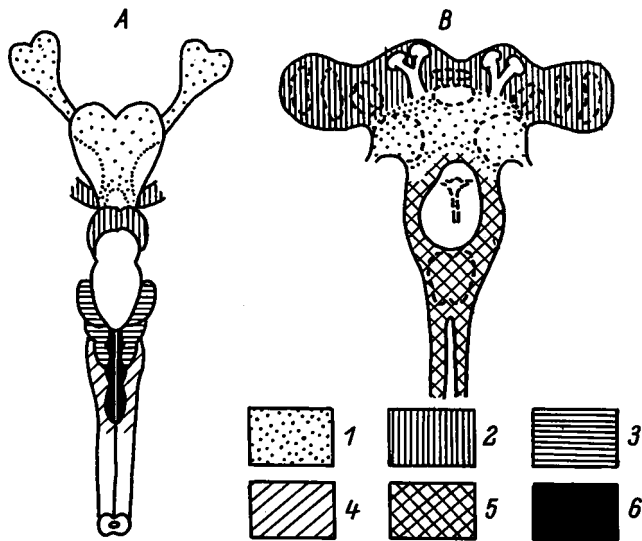


Рис. 33. *A* — мозг акулы, *B* — мозг насекомого.

1 — обонятельный мозг, 2 — зрительный мозг, 3 — вестибулярный мозг, 4 — кожная чувствительность, 5 — туловищная чувствительность, 6 — осязание.

За исключением этого обстоятельства весь остальной план строения в обоих этих мозгах очень сходен, что несомненно указывает на то, что головной мозг является органом нервной системы, развивающимся во всем животном мире однообразно. Да это и не может быть иначе, так как мозг, как мы видели, во время всего своего филогенетического развития отражает одну и ту же природу. Поэтому было бы непонятно, если бы это было иначе. Вместе с тем этот факт указывает на то, что отражаемая мозгом природа представляет собою совершенно объективную реальность и не оставляет места для субъективного идеализма. В самом деле, если сознательно не прибегать ни к каким философским схоластическим спекуляциям, то только на основании одного этого факта сходного строения мозга у неродственных животных следует допустить, что в каждом мозге элементы восприятия и мозговой обработки внешнего мира должны быть приблизительно одинаковыми. Этим, однако, отнюдь не утверждается возможность развития одинаковой степени мозговой работы, как это будет ясно из всего последующего.

Для того чтобы закончить наше сопоставление мозга насекомых и рыб и более к нему не возвращаться, необходимо отметить еще один очень важный факт. И у насекомых, и у рыб зрительная картина разрешается тремя последовательными экранными центрами. В обоих случаях два первых экрана имеют большое отношение к самому глазу, а у рыб (как и у всех позвоночных вообще) они и лежат даже в глазном яблоке в его сетчатке. В этих центрах, вероятно, совершается первоначальная синтетическая обработка изображения и вырабатываются импульсы, посылаемые в третий экранный центр.

Этот третий центр в обоих случаях уже теснейшим образом входит в состав самого мозга, и в нем несомненно совершаются те процессы, которые позволяют ассоциировать зрительные картины с другими органами чувств.

Только что сделанное сопоставление, ставшее возможным только в результате очень большой работы, проделанной гистологами за последние 20—25 лет, с абсолютной ясностью указывает на то, что с появлением предметного зрения в составе мозга появляется новый, построенный по совершенно отличному от других частей тип нервного центра — экран с гораздо большей и принципиально отличной сочетательной способностью. Последнее обстоятельство сразу создает в нервной системе противоречия, которые разрешаются только у позвоночных, с которыми мы и будем исключительно иметь дело во всем дальнейшем изложении. Но прежде чем переходить к этому дальнейшему изложению, отметим, как должно было измениться отношение к внешнему миру у животных с появлением предметного зрения.

Для таких животных неизмеримо расширилась картина внешнего мира, притом расширилась качественно. При этом неизбежно должна была произойти и переоценка значения всех других рецепторов. Животные до предметного видения могли (если можно так выразиться по отношению к низкоорганизованным существам) получать представления о форме предметов внешнего мира только тангорецепторами, т. е. путем непосредственного прикосновения с самими предметами и сочетания их с химическими дистантными (обонятельными) восприятиями. С появлением предметного видения в арсенале нервной системы появляется могучий дистантный рецептор, дающий мозгу представления о *форме* предметов внешнего мира на расстоянии. Очевидно, что он и должен был занять ведущую роль в отражении внешнего мира, увеличив неизмеримо удельный вес химического дистантного рецептора и сведя на второе место все тангорецепторы (осязание).

Кроме того, возможность видеть предметы на расстоянии для животных должна была необычайно расширить возможности в борьбе за существование и даже изменить и самый характер естественного отбора. Мне кажется, прогрессивное эволюционное значение предметного видения до сих пор еще не оценено по-настоящему.

Не оценено это значение и в эволюции головного мозга. Мне кажется, что ведущим моментом в этом значении являются те противоречия, внесенные появлением в мозгу экранных центров, о которых было сказано выше.

Сейчас мы и постараемся охарактеризовать эти противоречия и рассмотреть их разрешение на примере развития мозга позвоночных животных и человека, чем мы, наконец, и исчерпаем биологическую тему настоящего доклада.

Мы уже указали, что интеграция и ассоциация всех ощущений, в том числе и предметного видения, первоначально осуществляется общим центром ядерного типа, заложенным в области задней части головного мозга (у позвоночных в продолговатом мозгу). С появлением предметного зрения возникает при наличии такого интеграционного центра разрыв, противоречие, заключающееся в том, что центру менее дифференцированному, с меньшими и качественно иными ассоциативными возможностями приходится интегрировать импульсы, приносимые проводниками из оптических центров, обладающих гораздо более высокими и принципиально отличными ассоциативными свойствами. Таким образом, более молодые высшие по своим потенциям центры оказываются в подчиненном положении по отношению к более древним, но менее совершенным ядерным центрам.

В настоящее время в типе позвоночных сохранился ряд форм, на примере которых, по моему мнению, на основании имеющихся данных по анатомии и гистологии их головного мозга можно шаг за шагом проследить тот эволюционный процесс, при помощи которого преодолевается это противоречие.

Подробные обоснования этой моей теории изложены в цитированной выше монографии, поэтому здесь я могу ограничиться лишь некоторыми результативными выводами, тем более что разбираться в неврологическом материале неспециалисту было бы трудно.

Головной мозг у всех позвоночных состоит из следующих отделов (сзади наперед): продолговатого мозга (рис. 34, *bulbus*), над передней частью которого лежит мозжечок, играющий только регулятивную роль; далее следует средний мозг, за ним промежуточный мозг, в основании которого лежат большие ядра, известные под названием чертогов (*thalamis*). Эти ядра переходят в основание переднего мозга, представленное так называемыми полосатыми телами (*striatum*), над которыми в виде крыши располагается та пластинка, из которой у млекопитающих и человека развиваются полушария большого мозга, называемые еще иначе плащом (*neopallium*).

Среди ныне живущих позвоночных можно различать три различных типа строения головного мозга (рис. 34).

Низшим типом будет тот, который мы уже рассмотрели выше. Он представлен мозгом рыб и амфибий, почему и называется ихтиопсидным (рыбьим) или бульбарным. В этом типе основные интеграционные ядра находятся в задней части, в бульбусе. Экранные центры имеются только в среднем мозге,⁹ промежу-

⁹ Мозжечок я исключаю здесь из рассмотрения по указанной выше причине.

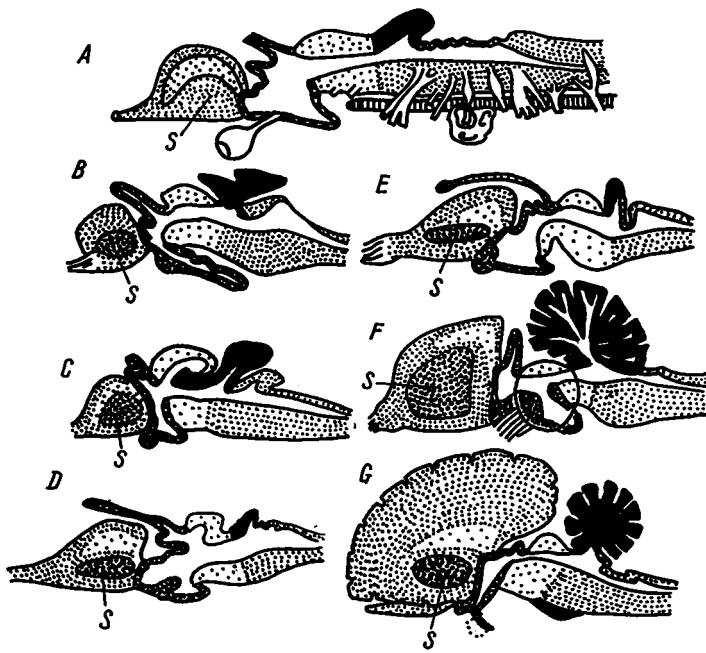


Рис 34. Схемы головного мозга позвоночных (из Клауса и Гроббена).

A — схема мозга примитивного позвоночного; B — акулы; C — костистой рыбы; D — амфибии; E — рептилии; F — птицы; G — млекопитающего; S — полосатое тело.

точный мозг обслуживает главным образом переключение обонятельных импульсов на общий бульбарный центр, а передний мозг (полосатое тело) содержит в себе преимущественно обонятельные центры. Второй тип представлен мозгом рептилий и птиц, почему он может быть назван зауропсидным, или анатомическим, стриатальным. Наивысшего и кончающегося тупиком своего развития он достигает у птиц.

В этом типе доминирующие интеграционные аппараты перемещаются в более передние части мозга: в кору среднего мозга, в чертоги и в полосатые тела (striatum), которые у птиц достигают огромного развития при почти полном отсутствии коры (neopallium).

Наконец, третьим высшим типом развития (мамальный тип) является мозг млекопитающих, у которых впервые появляется кора большого мозга, куда и переходят доминирующие интеграционные аппараты. При этом старые интеграционные центры не уничтожаются, но приобретают совсем другое, все более и более подчиненное и зависимое положение.

Четвертым типом является мозг человека, в котором хотя никаких принципиально новых по сравнению с млекопитающим аппаратов в мозгу не возникает, но кора большого мозга достигает такого развития, что эти количественные изменения переходят в те качественные особенности, которыми человек отличается от млекопитающих животных.

Чем же объясняется сдвиг вперед доминирующего интеграционного аппарата, который состоит, в сущности говоря в создании новых центров этого рода и в снятии доминирующего значения со старых?

На этот вопрос некоторый ответ, наводящий на размышления, дают работы о гистологическом строении среднего мозга в ихтиопсидном типе и, в частности, у амфибий (лягушка, тритон, саламандра).

Крыша среднего мозга представлена главным образом третьим оптическим экранным центром. Здесь следует отметить только одну особенность этого экрана. Все оптические экранные центры являются экранами не простыми, а многослойными, состоящими из правильных параллельных слоев разветвлений нервных элементов, в которых и совершается переключение импульсов. По мере удаления от глаза многослойность этих экранов увеличивается.

Таким образом, наименее многослойным центром является первый и наиболее многослойным третий, последний, экран, т. е. кора среднего мозга. Эта правильная многослойность обеспечивает сложную переработку зрительных восприятий. В коре среднего мозга у лягушки удается насчитать всего 15 слоев, из них сочетательных не меньше 6—7.

Из этих слоев выходят волокна, связывающие зрительную кору среднего мозга с общим интеграционным центром, как и у всех остальных рецепторов. Упомянутыми выше работами показано, что от остальных рецепторов, т. е. от нервных волокон, направляющих их импульсы в головной мозг, отходят боковые веточки, которые направляются в корковый оптический экран среднего мозга. Этот факт можно объяснить одним путем. Он может означать только, что экранный центр, возникший как мозговой представитель предметного зрения, начинает приобретать значение интеграционного центра для остальной чувствительности.

В ихтиопсидном типе эта его роль незначительна, главное значение сохраняют бульбарные центры, но уже в зауропсидном типе его роль значительно возрастает, точно так же, как и интеграционная роль центров второго основного дистантного рецептора (обонятельного), заложенных в полосатых телах, с которыми также через чертоги у общей чувствительности устанавливается связь.

Однако положение в среднем мозге и непосредственная связь с предметной зрительной рецепцией не позволяет, вероятно, этим экранным сочетательным центрам проявиться во всей эволюционной мощности. На это указывают следующие факты. В зауропсидном типе птицы являются группой очень высокоорганизованной и в эволюционном отношении безусловно прогрессивной. Птицы очень разнообразны и многочисленны в видовом отношении, имеют широчайшее распространение по земной поверхности и, как и млекопитающие, являются животными теплокровными. Однако мозг у них остался на зауропсидной стадии развития, т. е. конечным оптическим экраном является средний мозг. В качестве особенности птичьего мозга следует отметить исключительное развитие полосатых тел, т. е. базальных частей переднего мозга, своим происхождением обязанных обонятельным центрам. В полосатых телах птиц имеются очень значительные надстройки, ничего общего с обонянием не имеющие и играющие роль *основных интеграционных центров мозга*. Таким образом, в этом типе положение экранных зрительных центров в среднем мозге, несмотря на весьма значительное их развитие, все-таки ограничивает их интеграционную роль. Между тем прогрессивное развитие класса вызывает к жизни менее, вероятно, удобные по структуре, но более удобные по своему расположению в передней части мозга стриатальные центры. В этом мозге сохраняется значительный разрыв между обоими основными рецепторами.

Очень важно, что приблизительно той же степени развития как и у птиц, достигает мозг у насекомых — животных, также очень высоко дифференцированных. У последних зрительные центры также ограничиваются такими же тремя экранами, причем третий входит непосредственно в состав мозга. У насекомых переднее положение оптических центров, вероятно, также препятствует их дальнейшему усложнению.

Головной мозг у птиц и насекомых имеет много общих свойств, которые обуславливают схожие формы поведения. И птицы и насекомые обладают значительно развитыми способностями в виде устройства гнезд, перелетов, развитых общественных инстинктов. Но все это построено главным образом на инстинктах, а не на мыслительных способностях, зачаток которых появляется только у млекопитающих.

Таким образом, в лице птиц и насекомых мы имеем границу того этапа развития нервной системы, на котором она не только отражает природу весьма полно, но на основе этого отражения наследственно вырабатывает очень сложные и многообразные инстинкты. Таким образом, стриатальный, зауропсидный тип строения нервной системы создает только инстинкт, но не мыслительные способности. Очень важно отметить, что оптический путь кончается в этом типе третьим экраном, заключенным в крыше среднего мозга (или в переднем мозге у насекомых). Таким образом, противоречие между экранными и ядерными центрами в зауропсидном типе остается неразрешенным.

Разрешается оно во всем животном мире только у млекопитающих образованием коры большого мозга, отчего, вероятно, происходит качественное изменение и высшей нервной деятельности.

Анатомически произошло это, по моему мнению, следующим образом. Зрительный тракт, соединявший у предков млекопитающих второй экран, находящийся в сетчатке глаза, с третьим экраном, заложенным в коре среднего мозга, стал давать боковые второстепенные веточки к чертогу, что вполне естественно, так как к этому времени чертог («зрительный» бугор) приобретает значение центра, куда приходят приводы от всех органов чувств. Постепенно в чертог стало попадать все больше и больше оптических волокон, и часть этого стволового ядра (наружные коленчатые тела и подушки) приобрела значение второго такого же экрана, как и кора среднего мозга. Этот новый экран постепенно заступил место среднемозгового экрана и стал принимать все большее и большее количество зрительных волокон, вследствие чего экран среднего мозга редуцировался почти до конца и утратил свое прежнее значение. Из чертога, т. е. из его оптических частей (например, коленчатые тела и подушки) волокна стали попадать в ту тонкую пластинку, которой, как мы это уже видели выше, была представлена крыша полушарий переднего мозга у стриатальных животных. Благодаря этому в этой тонкой пластинке, содержащей вначале минимальное количество нервных элементов, под влиянием оптических волокон, требующих для разрешения своих предметных пространственных сигналов экранного детектора, развилась экранная структура. При этом образовавшаяся экранная структура не ограничилась только областью расположения оптических приводов, но распространилась и на всю крышу большого мозга. Выше мы видели, что сложность строения экрана по мере удаления от непосредственно воспринимающих световое раздражение элементов неизменно возрастает. Образовавшаяся кора большого мозга стала для оптического пути уже четвертым экраном. Вполне естественно ожидать, что он должен приобрести сразу же очень многослойное и сложное строение, причем максимума эта сложность должна была достигать в области оптических волокон. Это мы и имеем в действительности. Даже у самых примитивных из ныне живущих млекопитающих (у сумчатых) в коре больших полушарий различают 6 основных слоев, которые в наиболее дифференцированной оптической ее части подразделяются на 13—14 слоев. То есть мы имеем ту же типическую экранную структуру, которая, как мы это показали выше, в мозгу у всех животных вообще появляется вместе с предметным видением и, вероятно, осуществляет мозговое его разрешение.

Очень веским доказательством в пользу развиваемой мною теории происхождения коры большого мозга служили бы факты экспериментального обнаружения плоскостных картин на оптических центрах чертогов и оптической области коры полушарий. Такие факты, и не единичные, имеются в литературе.¹⁰ В отношении млекопитающих были проделаны опыты, подобные тем, какие делались с рыбами. Фигурное повреждение сетчатки глаза вызывает такое же фигурное перерождение в оптической части зрительных бугров. На основании этих опытов вполне возможно допустить экранную передачу зрительных импульсов вплоть до самой коры.

Другим, правда косвенным, доказательством является тот факт, что с уходом из коры среднего мозга оптических волокон, что имеет место у млекопитающих и у человека, там совершенно исчезают плоскостные экранные структуры.

Для оправдания моей теории необходимо осветить еще один вопрос, а именно: какие причины обуславливают распространение экранной структуры на всю кору, а не ограничивают ее только оптической областью.

Для ответа на этот вопрос нам необходимо вернуться к остальным органам чувств. Но сначала следует еще раз подчеркнуть, что такое внимание мы уделили зрению только потому, что оно создало в мозгу экранные центры. Кроме того, зрительные пути в современной науке и изучены полнее, чем какие-либо другие. Из этого отнюдь не следует делать вывода о том, что мы отдаем зрению предпочтительное значение в деле развития нервной системы. Это совсем не так.

¹⁰ Подробнее см.: Заваззин А. А. Очерки эволюционной гистологии нервной системы. М., 1941 (Избр. произв., т. III, Изд. АН СССР, 1950) (Прим. ред.).

Мы уже видели, что на заре развития нервной системы ведущую роль играли тангорцепторы, затем она перешла к двум дистантным рецепторам: обонятельному и зрительному. Обонятельный обусловил у позвоночных полосатое тело, зрительный создал экранные центры и ряд противоречий, которые, как это мы сейчас увидим, разрешаются появлением коры большого мозга. С образованием коры большого мозга, как это будет сейчас показано, ведущая роль зрения в деле формирования мозга снимается и переходит к другим рецепторам. Таким образом, я подчеркиваю еще раз, что во всем изложении я беру нервную систему и головной мозг в целом и не придаю никакого специфического (в идеалистическом смысле этого слова) значения ни одному из рецепторов.

После этой необходимой оговорки возвращаемся к ответу на поставленный вопрос о причинах распространения экранной структуры в коре большого мозга за пределы оптической области. Здесь прежде всего следует отметить два обстоятельства. Первое заключается в том, что общим биологическим законом является тот факт, что при появлении какой-нибудь новой структуры она образуется в большем, чем это необходимо, количестве, а потом уже организуется более экономно. Таким образом, естественно допустить, что в коре большого мозга экранная структура образовалась на большей площадке, чем это было необходимо для принятия оптических импульсов. Второе обстоятельство состоит в том, что в чертогах (зрительных буграх) к моменту образования коры уже было представительство всех остальных органов чувств, в том числе и слуха (оно есть в зауропсидном типе). Переход зрительных проводников в кору, вероятно, вызвал появление путей из чертога в коре и от других рецепторов, т. е. от мышечного чувства, от кожных рецепторов, от органов вкуса и слуха.

Подобное явление мы уже видели и в ихтиопсидном типе, на примере среднего мозга лягушки, где к оптической коре уже начинали тянуться приводы от других рецепторов.

Вероятно, в первую очередь в экран большого мозга попали чувствительные приводы от глазных мышц, от этого экран еще расширился, и затем все остальные, причем эта экранная структура оказалась для всей чувствительности очень мощным ассоциативным аппаратом совершенно нового типа, и притом с огромной эволюционной динамикой.

Могучее развитие этого нового высшего ассоциативного аппарата обусловило, вероятно, тот факт, что благодаря отличному своему положению в оптическом пути (экран коры большого мозга для зрительного пути является четвертым, в то время как кора среднего мозга была только третьим) он приобрел непосредственную связь и со всем эффекторным аппаратом туловищного мозга.

Таким образом, этот высший экранный сочетательный аппарат, в котором наконец сошлись приводы от *всех* чувствительных органов, оказался связанным *непосредственно со всем* эффекторным механизмом нервной системы. Другими словами, кора большого мозга с самого момента своего появления встала над всеми частными аппаратами, в том числе и над зрительным и над обонятельным. Поэтому и средний мозг, и чертоги, и полосатые тела утратили свое ведущее интеграционное значение. Оно перешло к коре большого мозга. Появился новый тип мозга и высшей нервной деятельности — тип корковый или кортикальный. Принципиальным отличием от всех предшествующих ступеней развития головного мозга для коры большого мозга млекопитающих, этого совершенно нового аппарата мозга, является то обстоятельство, что он представляет сочетательный *центр высшего экранного типа* и что в этом новом центре сходятся приводы от всех рецепторов, получая возможность сложных и совершенных сочетаний в одном месте.

Поэтому вполне понятно, что эволюция идет по линии развития все более и более сложных сочетательных (ассоциативных) систем. Положение в передней части мозга и, вероятно, обусловленная филогенетически потенция к значительному прогрессивному развитию дали все возможности для чрезвычайного увеличения поверхности новообразованного экрана за счет все большего и большего развития ассоциативных систем.

В этом отношении млекопитающие представляют очень большое разнообразие форм, на которых можно было бы изучить очень детально эволюцию функций

кору большого мозга, если бы физиологи встали наконец на исторический путь в решении этого вопроса. К сожалению, морфология в этом деле стоит уже почти на границе точности своих методов и без физиологии бессильна продвинуть решение этого вопроса.

У наиболее примитивных форм, каковыми являются яйцекладущие и сумчатые, полушария большого мозга имеют еще сравнительно небольшие размеры и поверхность их гладкая. Затем у более и более высокоорганизованных форм значительно увеличивается объем, и на поверхности их появляется все большее и большее количество извилин. В конце концов у высших представителей — человекообразных обезьян полушария в виде плаща покрывают собою почти весь мозг, и поверхность их покрывается многочисленными извилинами. Имея в виду данные физиологии, основанные на опытах с лабораторными животными, и главным образом собаками, мы можем сказать, что в этой эволюции происходит все большее и большее уточнение представительства в коре периферической чувствительности и все большее и большее усложнение сочетаний между различными родами чувствительных импульсов, попадающих на этот корковый экран.

Таким образом устанавливается эволюционное взаимодействие между чувствительной периферией и корой. Чем дифференцированней и сложней становится периферия, тем больше развивается кора. Увеличение поверхности коры позволяет дифференцироваться и усложняться дальше воспринимающей периферии. Если мы вспомним, что кора с самого возникновения получает непосредственные связи и с эффекторным аппаратом, то мы увидим, что в лице коры большого мозга природа получает чрезвычайно динамичный в эволюционном отношении и весьма совершенный реактивный аппарат, при посредстве которого животное начинает уже иначе отражать внешний мир и при помощи этого отражения с ним взаимодействовать.

Что же внес нового в мозг этот сочетательный аппарат нового типа, сосредоточивший в себе приводы от всех органов чувств и связавшийся непосредственно и суверенно по отношению ко всем другим центрам с эффекторной системой?

На этот вопрос довольно определенный и недвусмысленный ответ дает физиология.

Не вдаваясь в детали, которые неинтересны для широкого читателя,¹¹ я считаю все-таки необходимым сказать, что выведенные здесь мною чисто теоретически на основании сравнительного, исторического материала отношения в мозговой коре млекопитающих вполне согласуются с экспериментальными данными Лючиани и И. П. Павлова, а также с данными Флексига, полученными на основании изучения эмбриологического материала. Такое согласие, и притом с такими авторитетами, не может не свидетельствовать о том, что путь был взят правильный. Физиология учит, что основным отличием высшей нервной деятельности млекопитающих по сравнению с другими животными, отличием, которое следует связывать с появлением коры большого мозга, заключается в способности вырабатывать временные связи, не врожденные, а зависящие от вырабатываемой «привычки» к определенным раздражителям. Эти связи называются условными рефlekсами, и на их долю, т. е. на долю больших полушарий мозга, физиологи относят все, что мы обозначаем словами — «научение» или «приобретение личных навыков», «приобретение личного опыта», «индивидуальное приспособление», «приноровление к новым условиям существования» (Орбели Л. А. Лекции по физиологии нервной системы. 2-е изд., 1935, с. 199).

Условные рефlekсы могут создаваться и в мозгах у низших позвоночных и у насекомых, но там они носят очень недифференцированный, общий характер, и доминирующую роль безусловно играют инстинкты. Сами условные рефlekсы у низших (бескорковых) животных по своему содержанию носят качественно отличный характер и несколько напоминают условные рефlekсы таких млекопитающих, у которых удалена значительная часть коры мозга. Да и вырабатываются они гораздо труднее.

¹¹ Интересующиеся их могут найти у Л. А. Орбели (Лекции по физиологии нервной системы. Биомедгиз, 1935).

Таким образом, в коре большого мозга мы должны видеть такой аппарат, специфической особенностью которого является быстрая и дифференцированная выработка условных рефлексов. При этом те немногие сравнительные данные, какие имеются у физиологов (главным образом, собака и обезьяна), показывают, что с усложнением мозга, т. е. увеличением объема и поверхности его полушарий, быстро возрастают и детальность, и разнообразие, и быстрота вырабатываемых им условных связей.

С появлением условных рефлексов появляются и признаки сознательности у животного; животное начинает, правда самым элементарным образом, «мыслить» и на основании этого процесса дифференцировать свое отношение к предметам и явлениям внешнего мира.

Если у всех некортикальных животных господствует инстинкт, т. е. врожденное закрепленное естественным отбором отношение к внешним явлениям, выражающееся часто даже в очень сложном поведении, то у млекопитающих животных, «кортикальных», быстро развивается способность ориентироваться во внешних условиях, относиться к ним сознательно, их так или иначе анализировать и сопоставлять.

Другими словами, мы не можем на основании того блестящего анализа условных рефлексов, который дан И. П. Павловым, не признать, что кортикальные животные приобретают способность определять *отношения между предметами* (и явлениями) внешнего мира. Эту способность нельзя приписать ни к чему иному, как корковому экрану большого мозга и его мощно развивающемуся в филогенезе сочетательному аппарату.

Самый факт установления условных рефлексов, т. е. определенных ответов на определенные *новые* для животного раздражения может стать возможным только при наличии *памяти*, которая совершенно не требуется для инстинкта. Таким образом, мы должны признать, что кора большого мозга представляет собой и орган памяти, которая также дифференцируется и усложняется по мере развития коры, как и «сознательное», построенное на основе вырабатываемых условных рефлексов отношение животного к явлениям внешнего мира.

Дифференцированное и изменяемое на основании этой примитивной «сознательности», обусловленной условными связями, отношение к явлениям природы возможно только при наличии «осознания» связей явлений и предметов, их отношений друг к другу, т. е. при наличии осознания причинности. Конечно, эта причинность будет не та, которая является формой человеческого мышления, а ее первый предок, который должен был возникнуть при создании первого условного рефлекса в первом кортикальном мозгу.

Таким образом, различие отношений между предметами, память и начала причинности — вот то принципиально новое, что вносит в мозг, отражая внешний мир, новый тип экранного центра — кора большого мозга, определяющая поведение животного уже не на основе врожденных инстинктов, а на основе индивидуально вырабатываемых условных рефлексов.

Последним этапом в развитии мозга в настоящее время является мозг человека. Этот мозг в своем анатомическом и гистологическом устройстве ничего принципиально нового не содержит. Имеется только мощное развитие плаща (т. е. коры большого мозга), покрывающего собою все остальные части. Возможности анатомического исследования этого плаща в настоящее время настолько грубы и несовершенны, что на основании их сделать какие-либо определенные выводы очень трудно. Значительно больше дает физиология с ее более тонкими методами исследования, правда еще до сих пор в отношении изучения человеческого мозга сделавшая мало.

Все это вполне понятно потому, что, как мы это увидим из дальнейшего, на человеческом мозге в сущности говоря кончается биологическое исследование. Оно должно ограничиться определением тех новых моментов, которые обусловили появление человеческого мозга и ту эволюционную динамику, которая лежит в основе прогрессивного развития этой высшей формы осуществления нервной деятельности. Дальнейшее же ее изучение переходит уже в область других наук, и, в частности, психологии, а биология отступает на второстепенное, «снятое» положение.

В настоящее время благодаря тем экспериментам и наблюдениям, какие удалось сделать физиологам во время империалистической войны над ранеными с обнаженным или поврежденным в той или иной области головным мозгом, мы знаем, что кора большого мозга человека отличается от коры млекопитающих, даже самых высокоорганизованных, необычайным развитием ассоциативного аппарата, который занимает большую часть коры, и одновременно необычайной тонкостью и дифференцированностью представительства чувствительных аппаратов и связей их с эффекторными органами.

Таким образом, физиология и анатомия констатируют значительное *количественное* нарастание определенных функциональных структур, таких же, какие есть и у млекопитающих. Непосредственное наблюдение показывает, что современный человек и *качественно* в отношении своей нервной деятельности отличается от животных. Таким образом, можно заключить, что наблюдаемые количественные изменения обусловили в нервной системе новый качественный сдвиг, в результате которого и получился человеческий мозг с его новыми формами отражения внешнего мира и взаимодействия с ним.

Постараемся вскрыть обстоятельства этого качественного сдвига, насколько это позволяет та чисто биологическая точка зрения, которой мы сознательно ограничиваем вопрос в нашем докладе.

При описании появления коркового экрана млекопитающих, в котором сошлось представительство всех органов чувств и получило непосредственную связь с эффекторной периферией, мы указали, что этот аппарат тем самым приобрел некоторую собственную динамику развития благодаря тому, что всякое усовершенствование чувствительного аппарата неизбежно совершенствовало кору, а это последнее в свою очередь стимулировало развитие периферических аппаратов, как рецепторных, так и эффекторных.

Сейчас мы постараемся показать, какое влияние на эволюцию коры человека должны были оказать те обстоятельства, при которых совершилось очеловечение нашего обезьяноподобного предка. Вероятным рубежом, на котором этот животный предок стал *человеческим* предком, был тот момент, когда появились первые признаки труда. Ибо труд — «первое основное условие всей человеческой жизни, и притом в такой мере, что мы в известном смысле должны сказать: труд создал самого человека» (Маркс К., Энгельс Ф. Собр. соч., изд. 2-е, 1961, т. 20, с. 480).

Труд — это сознательное воздействие на природу в целях обеспечения средств существования. Труд — это начало господства над природой. Органом труда стала передняя конечность, освободившаяся от функции хождения, после того как наш предок принял вертикальное положение. Освободившиеся передние конечности стали руками, т. е. радикально изменили свою функцию. Прежде всего они стали главным органом осязания. Если у животных органом осязания была кожа, то у человека органом осязания является рука. Это значит, что рука не только чувствует прикосновения к предметам, но может совмещать эти прикосновения с очень сложными движениями, может *исследовать* предметы путем ощупывания и т. п. Таким образом, в руке создался очень сложный и совершенный подвижный осязательный рецептор нового типа. Одновременно рука на почве этих изменений стала и органом труда, при помощи нее человек стал создавать все более сложные орудия производства.

Тот весьма динамичный в смысле установления новых сложных связей нервный аппарат, который представлен корой большого мозга, не мог не измениться под влиянием появления того нового типа органа чувства, каким стала рука, и вместе с тем своим развитием, установлением новых, более сложных и дифференцированных связей между представительством руки и других органов чувств, создал условия для дальнейшего прогрессивного своего развития. Принимая во внимание эту связь развития руки с развитием коры мозга, мы можем сказать вместе с Энгельсом, что «рука, таким образом, является не только органом труда, она также и продукт его». (Маркс К., Энгельс Ф. Собр. соч., изд. 2-е, 1961, т. 20, с. 488).

Наши животные предки были, вероятно, общественными существами, и первобытные люди эту общественность не только унаследовали, но она в условиях существования первобытного человека все время развивалась, так как

была безусловно выгодна в борьбе с природой. Общественность человеческая, основывавшаяся все больше и больше на труде, вызвала необходимость общения между отдельными индивидами гораздо большего, чем это было у животных предков. Появился язык как способ передачи приказаний, сведений и т. п. во время охоты, рыбной ловли, защиты и нападения.

В настоящее время у лингвистов есть очень обоснованные и остроумные предположения о том, что первым по происхождению был *ручной язык*, т. е. что люди начали объясняться друг с другом при помощи жестыкуляций, которые затем приобрели характер языка.

Таким образом, руки стали не только *органом* осязания, не только органом труда, но и *органом речи*. Это в свою очередь не могло не вызвать дальнейшего развития коры большого мозга уже на совершенно новой основе, неизвестной у животных, на основе выражения своих мыслей и намерений и их восприятия. Эта возможность несомненно не могла не дать сильнейшего толчка к развитию коры большого мозга, так как должна была вызвать к жизни совершенно новую систему ассоциативных связей между зрительными восприятиями и движениями рук, связей речевых. И развитие этих связей поддерживалось общественными формами существования и труда.

Наконец, последняя революция, которая совершилась в мозгу и дала несомненно гигантский толчок к его развитию, была обусловлена переходом от ручного языка к слуховому. То есть когда на фоне ручной речи, подготовившей мозг к образованию определенных связей между восприятием чужих мыслей и передачей своих, способ передачи с ручного перешел на звуковой, а способ восприятия со зрительного на слуховой.

И вот у человека звуковой рецептор начинает приобретать, развиваясь вместе со звуковым эффектором, то значение, какого он не имеет ни у одного животного. Причиной этому является в первую очередь общественный характер производства, т. е. трудового процесса.

До сих пор нам не было необходимости останавливаться на органе слуха; по своему происхождению он является органом туловищного мозга, а не головного, и в этот последний включается вторично и притом в заднюю, бульбарную его часть. У животных орган слуха достигает как рецептор весьма высокого развития, даже иногда может быть большего, чем у человека, во всяком случае современного. Так, собака весьма тонко различает музыкальные тона, но соответствующего эффекторного аппарата у собаки нет. Поэтому животные могут тонко улавливать звуки из окружающей природы, но использовать слуховые возможности в полной мере для общения они не могут, так как в их распоряжении нет соответствующих эффекторных звуковых возможностей.

Эти возможности впервые создает кора большого мозга человека. Если справедлива точка зрения Марра на происхождение языка, то весьма логично предположить, что тот характер связей, которые создаются в мозгу между зрительными восприятиями и центрами движения руки как органа речи, в условиях общественных отношений и создает тот фон, на котором возникают аналогичные связи для звуковой речи.

Раз возникшая звуковая речь как способ общения гораздо более богатый, позволяющий на высоте своего развития выражать и самые отвлеченные понятия, допускающий гораздо более тонкие и дифференцированные формулировки, что недоступно для ручного языка, не мог не произвести целого переворота в свойствах коры большого мозга.

Не следует забывать (на что уже я имел случай два раза обратить внимание читателей), что кора большого мозга по самому своему происхождению является очень пластичным и динамичным органом, легко устанавливающим любые ассоциативные связи и выходящим из различных возникающих по ходу развития противоречий.

Рука как новый орган осязания (и труда) и язык как орган речи — вот те два фактора, которые в биологическом отношении на почве количественного изменения ассоциативных связей большого мозга должны были создать те качественные сдвиги, которые отличают мозг человека от мозга животных. Условия, которые эти сдвиги обеспечили, — общественный характер человеческого труда и борьба с природой.

Таким образом, ассоциативный аппарат человеческого мозга, начав отражать не только природу, но и *общественные отношения*, не мог не достичь значительной тонкости и совершенства.

Мы уже имели случай показать, что у млекопитающих с появлением коркового экрана приобретает способность к образованию условных рефлексов, что связано со способностью к восприятию *отношений* между предметами внешнего мира.

Человеческий мозг, получивший возможность при помощи органов труда воздействовать на природу, тем самым получил возможность ее исследовать, т. е. *проверять* возникающие ассоциации об *отношениях вещей* и делать из этой проверки выводы. Другими словами, труд дал в руки человека с развивающимся в новом направлении мозгом средство понимать и исследовать закономерности природы, то есть, выражаясь специальной философской терминологией, *существенные отношения вещей*, приобрел способность к абстрактному мышлению, происхождение форм которого — пространство, время, и причинность мы уже выяснили выше.

Способность к абстрактному мышлению и есть основное свойство человеческого «духа». Следовательно, дав материалистическую теорию происхождения и развития человеческого «духа», в основу которой была положена теория отражения, мы могли бы считать свою задачу выполненной, особенно если иметь в виду, что ограничиваемся анализом только биологических закономерностей и доводим наше исследование до того момента, когда выступают на первый план, снимая биологические закономерности, законы развития человеческого общества.

Однако наша задача будет выполнена не до конца, если мы не остановимся на некоторых следствиях, непосредственно вытекающих из рассмотренного материала и имеющих непосредственное отношение к содержанию настоящей статьи.

Первое, на что необходимо обратить внимание, это тот вопрос, который неизбежно затрагивают все авторы, пишущие о высшей нервной деятельности человека — и философы, и биологи, это вопрос об отношении учения И. П. Павлова об условных рефлексах к изучению человеческого мозга. Сам И. П. Павлов видел в своем учении и в своих открытиях только лишь *объективный метод* для анализа высшей нервной деятельности. В этом его величайшая заслуга и в этом же заключается тот переворот, который совершил И. П. Павлов своим учением в деле изучения высшей нервной деятельности. Павлов показал, что эта деятельность закономерна, и дал метод для изучения ее закономерностей, поставив, таким образом, это дело на твердую материалистическую основу. Однако к историческому пониманию этих закономерностей И. П. Павлов начал подходить с большой глубиной и с величайшей осторожностью только в конце своей жизни, когда он перешел к работе с обезьянами и над человеком. Определенных высказываний о работе человеческого мозга И. П. Павлов не делал. Действительно грубейшей ошибкой было бы безоговорочное перенесение метода условных рефлексов на человека, т. е. точки зрения на работу человеческого мозга как на сложнейшую комбинацию условнорефлекторных процессов. Как мы старались показать на предыдущих страницах на основе исторического анализа развития нервной системы, человеческое мышление представляет собою высшую ступень развития нервной деятельности, которая стоит уже *над* тем состоянием, которое сводимо на условные рефлексы. Поэтому необходимо искать объективные методы для его изучения. Попытки свести работу человеческого мозга к условным рефлексам также безнадежны, как например, попытки свести биологический процесс к законам физики и химии. К сожалению, этими попытками грешат еще многие исследователи, причем своей неправильной постановкой вопроса они не только не способствуют его разрешению, но даже значительно его запутывают.

Второй вопрос, который неразрывно связан с предыдущим и который биология должна поставить в результате изучения развития человеческого мозга, но решение и дальнейшее изучение которого, вероятно, уже выходит за пределы ее компетенции, заключается в установлении тех противоречий, которые возникают между мозгом и органами чувств у человека и из которых он выходит уже не биологическим путем.

Человеческий мозг, человеческая мысль, развиваясь все быстрее и быстрее по мере завоевания на основе труда науки и техники, все большего и большего господства над силами и предметами окружающей природы, начинает все глубже проникать в сущность этих вещей, и притом в их объективную, реальную сущность. Я надеюсь, что всеми предыдущими страницами мы показали полнейшую справедливость следующего высказывания В. И. Ленина: «Если мы находим, что законы мышления соответствуют законам природы, то это становится вполне понятным, — говорит Энгельс, — если принять во внимание, что мышление и сознание суть „продукты человеческого мозга, и человек сам продукт природы“. Понятно, что „продукты человеческого мозга, будучи сами в конечном счете продуктами природы, не противоречат остальной природной связи (Naturzusammenhang), а соответствуют ей» (Л е н и н В. И. Полн. собр. соч., т. 18, с. 160).

Очень важно отметить, что человеческие органы чувств на известном этапе развития перестают уже удовлетворять мозг. Мозг, человеческая мысль ищут более глубокого, более объективного отражения природы, чем то, которое дают ему органы чувств. Создается упомянутое выше противоречие, из которого человеческая мысль выходит, вооружая органы чувств все более и более точными приборами, увеличивающими и глубину проникновения в сущность явлений и объективность конкретных истин в субъективных восприятиях и мышлении.

Таким образом, став с появлением мышления над органами чувств, человеческий мозг получил тенденцию к неограниченному развитию. Это развитие может идти только в таком же соответствии с природными законами, в каком создавался и достиг современного состояния человеческий мозг. Поэтому не должно оставаться никакого места для какого бы то ни было субъективного идеализма. Весь приведенный биологический материал полностью подтверждает то положение, что «Логические понятия субъективны, пока остаются „абстрактными“, в своей абстрактной форме, но в то же время выражают и вещи в себе. Природа и конкретна и абстрактна, и явление и суть, и мгновение, и отношение. Человеческие понятия субъективны в своей абстрактности, оторванности, но объективны в целом, в процессе, в итоге, в тенденции, в источнике» (Л е н и н В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 190).

Точно также на основании приведенного здесь материала целиком подтверждаются неоднократные указания В. И. Ленина на то, что «...человеческое мышление *по природе своей* (курс. мой. — А. З.) способно давать и дает нам абсолютную истину, которая складывается из суммы относительных истин» (Л е н и н В. И. Полн. собр. соч., т. 18, с. 137), т. е. что оно есть исторический процесс.

Здесь мы уже вплотную упираемся в гносеологию, и потому биолог должен умолкнуть.

Но мне кажется, что биолог должен сдавать свое исследование материалисту философу окончательно только в этом месте, так как «...логика и теория познания должна быть выведена из „развития (курс. мой — А. З.) всей жизни природы и духа“» (Л е н и н В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 80), а еще и потому, что философия диалектического материализма как наука о всеобщих законах движения материи человеческого общества и духа должна всегда иметь в виду «...всеобщее такое, которое воплощает в себе богатство особенного, индивидуального, отдельного» (Л е н и н В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 90).

Проблемой высшей нервной деятельности занимаются преимущественно физиологи. Физиология же является биологической дисциплиной, преимущественно экспериментальной, до сих пор не выработавшей своего исторического метода и потому не могущей оценивать добываемые факты в их исторической эволюционной динамике.¹²

В нашем докладе к проблеме деятельности человеческого мозга мы подошли преимущественно морфологически. То есть с позиций той биологической

¹² В настоящее время в этом отношении наблюдается значительный сдвиг у нас в Союзе. Наиболее серьезные и оригинальные попытки исторической оценки физиологических фактов принадлежат Л. А. Орбели.

дисциплины, которая в последарвиновский период выросла как раз на историческом методе исследования и вполне овладела им.

Незачем доказывать важность исторического метода для решения биологических проблем, раз основной особенностью всех биологических закономерностей является их историчность. Всякий биологический процесс, в том числе, конечно, и нервная деятельность, исторически, т. е. филогенетически, обусловлен.

Так в онтогенетическом развитии млекопитающих на определенной стадии появляются жаберные щели, которые млекопитающими как органы дыхания не используются и в значительной своей части подвергаются обратному развитию. Не появиться же они не могут, так как представляют собою отражение в индивидуальном развитии того исторического пути, который обусловил развитие млекопитающих на земной поверхности. Это есть как бы онтогенетическое отражение филогенетического процесса.

В сравнительной анатомии обращают главное внимание на такие органы вроде жабр млекопитающих, которые бросаются в глаза как яркие примеры биогенетического закона.

При этом очень часто, особенно среди исследователей, не имеющих солидной морфологической эволюционной эрудиции (каковыми у нас до сих пор, к сожалению, является большинство врачей), упускается из виду, что такой же исторической обусловленностью, как жабры млекопитающих, обладают и все без исключения органы нашего тела, в том числе и прodelывающие прямое развитие. К числу последних относится в первую очередь мозг.

Мозг человека также исторически обусловлен в своем развитии, как и жабры млекопитающих, как и всякий другой орган, как и всякий другой биологический элемент, развивающийся на основе исторических закономерностей, т. е. так или иначе воспроизводящий в своем развитии и содержащий в своем сформировавшемся состоянии историю своего возникновения.

Таким образом, те формы, которые проходил мозг во время своего филогенетического формирования, должны как-то содержаться в его сегодняшнем состоянии. В докладе мы старались показать, как на основании морфологического материала можно определить (может быть, с некоторым опозданием) те моменты, когда в мозгу должны были отразиться способы отражения таких форм существования внешнего мира, как пространство и время, как причинность, когда должна была появиться память, способность к отвлеченному мышлению и т. д.

Мы видели, что этими моментами были: появление предметного зрения, образование коры большого мозга, освобождение руки как органа труда и т. д.

Все эти исторические моменты, согласно основному закону историчности биологических процессов, должны содержаться в мозгу человека к моменту его окончательного формирования у каждого отдельного индивида.

Таким образом, мозг мыслящего человека, являющийся «продуктом природы» и *только* продуктом природы, тем не менее не представляет собою чистой страницы, на которую беспорядочно ложатся отражения внешнего мира. Напротив, страница эта к определенному «человеческому» способу отражения окружающего мира приспособлена всей предшествующей историей своего развития. Мозг, вероятно, вносит в это отражение кое-что свое врожденное, исторически обусловленное. Это врожденное для каждого отдельного индивида будет субъективно, но по своему историческому филогенетическому происхождению оно будет одновременно и совершенно объективно, так как будет представлять собою результат отражения объективного реального мира в развивающемся мозгу животного мира вообще.

Таким образом, имея в виду только человеческий мозг (дух) и окружающую природу, абсолютно противопоставлять их нельзя, так как человеческий мозг на природу смотрит *своими* человеческими исторически обусловленными очами. Вместе с тем эти «духовные очи» до конца материальны, так как они возникли в результате развития человеческого мозга в конечном счете из тел мертвой природы путем долгого исторического процесса.

Таким образом, «Материя не есть продукт духа, а дух есть лишь высший продукт материи». (Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 18, с. 85).

Поэтому «...противоположность материи и сознания имеет абсолютное значение только в пределах очень ограниченной области; в данном случае исключительно в пределах основного гносеологического вопроса о том, что признать первичным и что вторичным. За этими пределами относительность данного противоположения несомненна» (Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 18, с. 151).

Приведенным в настоящем докладе биологическим материалом с достаточной убедительностью подтверждается материалистическая и диалектическая точка зрения на происхождение человеческого «духа», и тем самым конкретными природными фактами опровергаются всякие дуалистические, идеалистические концепции. Мне кажется даже несколько более чем только опровергаются.

Наиболее распространенным среди современных естествоиспытателей, делающих попытку философских обобщений, являются воззрения, так или иначе берущие свое начало от Канта или Юма.

Все эти воззрения, как это прекрасно показано Лениным, имеют свою, партийную, обусловленность. С точки зрения последовательного материализма их вполне возможно отвергнуть «с порога», как воззрения половинчатые и в основе своей идеалистические. Однако можно заглянуть в них несколько глубже и попытаться поискать те зерна истины, которые дали повод к их построению. Если вернуться к самому Канту, то его идеализм в значительной степени, помимо непознаваемости «вещей в себе», заключается в «априорных» формах мышления и восприятия объективного мира. Мне кажется, что приведенные выше соображения о филогенетической обусловленности человеческого мозга и мышления объясняют всю ошибочность этих допущений. Формы восприятия и мышления (время, пространство, причинность) для человеческого мозга являются врожденными, т. е. исторически обусловленными, но они сложились в процессе филогенетического развития у предков человека как отражение объективных форм существования материи.

Таким образом весь кантовский априоризм самым простым образом объясняется, а вместе с тем и окончательно опровергается при первой же последовательно проведенной исторической трактовке филогенетического становления человеческого мышления и человеческого мозга как некоторого биологического единства со взаимнообусловленными и взаимопроникающими формой и функцией.