

**МАТЕРИАЛЫ К СОВЕЩАНИЮ ПО ФИЛОСОФСКИМ ВОПРОСАМ  
ФИЗИОЛОГИИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
И ПСИХОЛОГИИ**

---

**Институт философии Академии наук СССР**

**На правах рукописи**

**Н. А. БЕРНШТЕЙН**

**НОВЫЕ ЛИНИИ РАЗВИТИЯ  
В ФИЗИОЛОГИИ И ИХ СООТНОШЕНИЕ  
С КИБЕРНЕТИКОЙ**

**Москва — 1962**

**Материалы к совещанию по философским вопросам  
физиологии высшей нервной деятельности  
и психологии**

---

**Институт философии Академии наук СССР**

**На правах рукописи**

**Н.А.БЕРНШТЕЙН**

**НОВЫЕ ЛИНИИ РАЗВИТИЯ В ФИЗИОЛОГИИ И ИХ  
СООТНОШЕНИЕ С КИБЕРНЕТИКОЙ.**

**Москва - 1962**

Н. А. БЕРНШТЕЙН

НОВЫЕ ЛИНИИ РАЗВИТИЯ В ФИЗИОЛОГИИ И ИХ СООТНОШЕНИЯ  
С КИБЕРНЕТИКОЙ

Наше время характеризуется глубокими сдвигами в ходе развития физиологии, как в отношении объектов изучения, так и в самом подходе и постановке исследовательских проблем. Если добавить сюда упоминание об огромном обогащении технических средств и ресурсов экспериментальных исследований, то можно будет смело утверждать, что примерно начиная со 2-й четверти нашего века физиология вступила в новую фазу или новый период своего развития, приходящий на смену "классическому" периоду блистательных успехов, одержанных ею за предшествующее столетие.

Весь путь, пройденный физиологической наукой за столетие, заслуживающее названия классического, совершался под знаком стихийного воинствующего материализма. Это мировоззрение руководило и прославившими свое время исследователями, — их было слишком много, чтобы перечислить здесь даже самые крупные имена, — и популяризаторами, на книгах которых воспитывались младшие поколения, — Фохт, Бюхнер, Молешотт, молодой Сеченов, Писарев. Последовательный стихийный материализм претерпел немало боев как с откровенными мракобесами фидеизма, так и с более тонкими и опасными противниками из виталистического лаге-

ря, но эти бои способствовали тому, что материалистические воззрения на природу организма и совершающихся в нем процессов, на мозг и мышление, получили закалку в качестве мощного оружия идеологической борьбы против всевозможных поползновений сторонников идеалистических взглядов.

Таким образом, начавшись в 30-х годах прошлого столетия, во времена Белля, Маханди и Флуранса, почти на пустом месте / в сущности, фактический багаж физиологии тех лет мало в чем выходил за пределы открытий Гарвея и Гальвани /, физиологическая наука обогатилась к концу обрисовываемого периода и гигантской, буквально всесторонней сокровищницей фактических знаний обо всех функциях организма, и продуманным, разработанным до деталей материалистическим мировоззрением, заложенным в фундамент этих знаний.

Наша отечественная наука может по праву гордиться тем, что, давши со своей стороны блестящую плеяду физиологов мирового значения, авторов важнейших исследований по всем разделам физиологии и обладателей целого ряда научных приоритетов, она смогла при этом выдвинуть два имени непреходящей исторической значимости, которые оказали наибольшее влияние / видимо в мировом масштабе / на торжество материалистического принципа и подхода к трактовке всех процессов организма, возглавляемых высшей нервной деятельностью. Это, разумеется, имена Сече-

нова и Павлова. На долю этих мировых классиков физиологии, с созданными ими школами последователей, выпало, во многом опережая уровень своего времени, довести до логического завершения все то, что мог и обещал дать механистический стихийный материализм для понимания и изъяснения жизненных процессов. И если наше время смогло открыть перед физиологической мыслью новые горизонты и перспективы и встретило эту мысль достаточно вооруженной для овладения вновь возникшими задачами, - то только благодаря тому, что физиология обладала уже для себя важнейшими отправными точками в сокровищнице достижений этих корифеев классического периода науки о человеке. По выражению, бытующему среди научных работников и заслуживающему того, чтобы повторить его здесь, если мы в состоянии видеть больше наших предшественников, то только благодаря тому, что они подняли нас на своих плечах.

Здесь необходимо сделать два кратких примечания. Вся история положительного знания приводит к неоспоримому выводу, что неукоснительное развитие от древнейших времен, от Фалеса и Пифагора, до наших дней всех отраслей науки о природе обязано этим непрерывным прогрессом тому, что каждая очередная ступень развития науки находила в себе силы для беспощадного преодоления предыдущей.

Все исторические примеры, начиная с торжества геллоцентрической системы / торжества, стоившего многих мук

и крови и заставившего современников с болью в сердце отрывать от себя привычные иллюзии, и кончая той революцией, которую в начале нашего века пережила физика, все эти примеры говорят о том, что мы должны уметь соединять в себе преклонение и пиетет перед творцами предшествующей нам эпохи - с безбоязненным отрицанием в творениях того, что уже пережило свою фазу прогрессивности и может стать (как и бывало не раз) тормозом для дальнейшего развития науки.

В естествознании есть великие деятели, но нет и не может быть непреерекаемых авторитетов.

Второе вводное примечание, которое кажется необходимым здесь сделать, можно также иллюстрировать на примере из истории физики. Оно сводится к тезису, что преемственность развития - не то же самое, что его непрерывность. История каждой ветви естествознания знает периоды, иногда очень длительные, спокойного и непрерывного развития по установившемуся руслу. Но эти периоды непрерывности сменяются время от времени диалектическими скачками развития, полосами то более мягкой, то бурно-революционной смены устоявшихся представлений и концепций, - вроде той крутой ломки самых фундаментальных понятий, которая начата была трудами и открытиями Планка, Эйнштейна, Бора и их знаменитых современников. И эти фазы диалектического отрицания и антитезы не менее преемственны в смысле их исторической необходимости и обусловленности, нежели

полосы спокойного и непрерывного развития, но отражают собою назревшую по тем или иным причинам необходимость критического пересмотра отправных точек мышления завершившегося периода данной науки.

Все великие заслуги физиологии ее классического периода, как в области накопленных положительных знаний, так и на идеологическом фронте, не могут уже заслонить от нас того, что она, — дочь своего времени, — явилась в основном плодом стихийного механистического материализма, со всеми его положительными и отрицательными чертами. И, несомненно, на нашей обязанности лежит выяснение тех недостатков, имманентно присущих механистической методологии в естествознании, которые в полной мере отразились и в воззрениях представителей классического периода физиологии, и добиваться постановки научной физиологии на прочные рельсы материалистической диалектики.

По-видимому всем ходом исторического развития и возникновением новых производственных форм приходится в первую очередь объяснять как зарождение тех новых линий развития физиологии, которым посвящено настоящее сообщение, так и тех весьма общих задач организации труда, которые привели, после ряда стихийных попыток, к рождению научной кибернетики. Если понимать кибернетику не как доктрину Винера-Шеннона-Эшби и др., а как общую науку об управлении сложными системами, информации и

связи / так именно она и будет пониматься во всем последующем изложении /, - то обнаружится, что очень большая и важная часть вопросов, вставших перед современной физиологией и направивших ее на новые пути развития, близко и тесно соприкасается с теми более общими теоретическими задачами, для разрешения которых и была предпринята разработка научной кибернетики. Отсюда делается понятным и то, что эта последняя нашла и продолжает находить для себя вдохновляющие примеры в новых открытиях и материалах физиологии, и то, что физиология / главным образом наша отечественная / сумела сформулировать некоторые из наиболее важных кибернетических понятий раньше еще, чем появились на свет первые обобщающие труды вышеназванных зарубежных кибернетистов. Так или иначе, обнаружившаяся близость и прямая связь между актуальными задачами физиологии / как покажем ниже, видимо, и всей биологии в целом / и теми проблемами, над которыми работает научная кибернетика, приводят к тому, что эта наука оказывается в переживаемом нами периоде ценнейшим методическим орудием для физиологического исследования. Таким орудием, - при правильном и умелом использовании, являются: и выработанный кибернетикой круг понятий и терминов, и побуждаемые ею к разработке новые ветви математики, и, наконец, те неисчерпаемо-богатые технические ресурсы электроники, которые оказалось возможным в разнообразнейших видах



поставить на службу физиологическому исследованию.

В последующем изложении я не буду повторно и по каждому поводу упоминать о кибернетике или ссылаться на неё; методические проявления ее как высокоценного ключа к физиологическим проблемам будут в каждом случае ясны сами собой. Необходимо лишь еще раз подчеркнуть, что было бы глубоко ошибочно рассматривать кибернетику, как ввезенную на нашу почву определенную доктрину с теми или иными качествами и пороками / как у нас и попытались взглянуть первоначально /; это есть наука, которая может и должна быть поставлена на правильные методологические рельсы, и которая именно на переживаемом этапе способна принести неоценимую методическую пользу биологической науке вообще и физиологии - в частности.

Последний приблизительно полувековой период является временем глубоких и очень разносторонних сдвигов, продолжающихся и сейчас и касающихся как объектов исследования, так и всей теории и методологии физиологической науки. Прежде всего, физиология классического периода была почти исключительно физиологией животных, с постепенным типовым повышением уровня последних на филогенетической лестнице (лягушка-голубь - кошка - собака, - макака), имея, в связи с этим, ничтожное соприкосновение с практикой. В последний период, наоборот, все более повышается удельный вес физиологии человека, с возрастающим количеством точек приложения к жизненной

практике.

Далее на место характерного для классики стремления изучать функции органов и систем в состояниях покоя (декапитация, децеребрация, наркоз, по наименьшей мере - привязной станок), приходит исследование человека в условиях деятельности, с возникновением прикладных дисциплин, - физиологии труда, биомеханики, физиологической профессиографии и т.п. Очень характерным образом это перемещение интереса в сторону деятельных, рабочих состояний сказывается в повышении внимания к двигательным функциям, - разделу физиологии, бывшему, за минимальными исключениями, в полном забросе в течение классического периода.

Наряду с этими изменениями в отношении объекта исследования совершается и глубокий, принципиальный пересмотр и переработка самых основных понятий предшествующего периода, на чем необходимо остановиться подробнее.

Главным знаменем и ведущим принципом классического периода являлась рефлекторная дуга. В полной мере были оценены ее положительные методологические черты: возможность исчерпывающего материалистического детерминизма и ясность постановки основной задачи - нахождения закономерных входно-выходных взаимоотношений организма с окружением, формулирования передаточных функций, наконец, четкой трактовки организма как высокоорганизованной реактивной машины.

Главная методологическая порочность дуги, разорванной на периферии, не воспринималась на уровне механистического материализма. Характерный для этого мировоззрения атомизм, стойкая уверенность в том, что целое есть всегда сумма своих составных частей и ничто более, легко позволяли мириться со многими упрощающими построениями, уже не выдерживающими в наши дни натиска новых фактов и современной методологии. Приятие атомистических воззрений позволяло рассматривать целостный организм как совокупность клеток / см. концепции Вирхова /, а его поведение и жизнедеятельность, как подобные же совокупности или цепи рефлексов. Воззрениям стихийных материалистов, недооценивавших решающе-важный фактор целостности и системности организма и его функций, чуждо было понимание того, что рефлекс - не элемент действия, а элементарное действие, занимающее то или другое место в ранговом порядке сложности и значимости всех действий организма вообще.

Установленный к нашему времени всеобщий факт регуляции и контроля всех отправлений организма по принципу обратной связи заставляет признать необходимость замены понятия рефлекторной дуги, незамкнутой на периферии - понятием рефлекторного кольца, с непрерывным соучаствующим потоком афферентной сигнализации контрольного или коррекционного значения. Судя по всему, даже в самых элементарных видах рефлекторных реакций организма

имеет место кольцевое замыкание указываемого типа, лишь ускользавшее от внимания вследствие краткости и элементарности этих реакций. Таким образом приходится рассматривать рефлекторную дугу как первое приближение к фактической картине основного типа нервного процесса, - приближение, прогрессивная роль которого ( в свое время - очень значительная) к настоящему времени уже сыграна.

Важнейшее принципиальное значение перехода от структурной схемы дуги к схеме кольца не ограничивается признанием огромного значения контрольно-коррекционной афферентации<sup>ж)</sup> в каждом случае упорядоченного реагирования. На место атомизированной цепочки элементарных рефлексов, не связанных ничем, кроме последовательного порядка, современное физиологическое воззрение ставит непрерывный циклический процесс взаимодействия с переменчивыми условиями внешней или внутренней среды, развертывающийся и продолжающийся как целостный акт вплоть до его завершения по существу. Далее, эта концепция позволяет сблизить между собой две обширные группы физиологических процессов - эффекторные и рецепторные

---

ж) Термин "обратная афферентация", предложенный П.К. Анохиным, мало удачен, т.к. никакой "необратной" афферентации, не центростремительного направления, вообще не существует.

процессы. В этих последних сейчас отчетливо прослеживается кольцевой тип связи между эфферентными и афферентными нервными импульсами; именно кольцевой связью объясняется неизменно активный характер протекания всех видов рецепций. Все модальности внешних органов чувств оснащены мускулатурой, как гладкой, так и поперечнополосатой, участвующей в настроечно-приспособительных изменениях в этих органах. Сами процессы восприятия протекают не как пассивные запечатления (вдобавок с подчеркиванием необходимости повторов для усиления прототипического эффекта, как если бы здесь был применим закон Тальбота), а как активный от начала до конца процесс, о чем речь будет ниже. Как решающе важна кольцевая структура процессов управления двигательными актами, можно уже считать общеизвестным; здесь следует упомянуть только о том, что весь характер работы рецепторов и сенсорных синтезов при выполнении ими контрольно-коррекционных функций в кольцевом процессе управления двигательными актами оказался, по современным данным, глубоко-отличным от функционирования этих же рецепторов в сигнально-пусковой роли. С позиций незамкнутой рефлекторной дуги могла быть замечена и принята в расчет только вторая из выше-названных форм функционирования, восприятие безусловных или условных стимулов реагирования, что оставляло вне поля зрения глубоко-важные формы работы рецепторики как неотрывного участка кольцевых процессов взаимодействия

с внешним миром.

Так же точно, как анализ легко подменялся для механистического мировоззрения - атомизмом, так и на место синтеза нередко вступали взгляды, заслуживающие названия мозаицизма.

Уже упоминалось выше о клеточной мозаике вирховианцев, и о трактовке сложных смысловых двигательных актов как цепной постройки из элементарных кирпичиков-рефлексов. Но этот же принцип мозаицизма использовался в рассматриваемом периоде ещё гораздо более широко. Вслед за обнаружением в коре головного мозга первичных проекций сенсорных и сенсомоторных полей стала очевидной необходимость допустить рядом с этими проекциями, передающими мозгу всю текущую сенсорную сигнализацию, области, в которые передаются и складываются получаемые впечатления для длительного хранения в хранилищах памяти. Эта необходимость привела к созданию очень детально разработанной принципиальной схемы работы мозга, заслуживающей наименования клеточного центризма. /Корсаков, Бехтерев и др. /. В основе этой предположительной схемы лежали представления а) о клетках, первоначально порожних, но в какие то очередные моменты жизни заполняемых, каждая, микроэлементами прибывающей от органов чувств информации, и б) о проекции в эти клеточные поля сложных восприятий из внешнего мира по простейшим принципам поэлементного соотнесения множества элементов картины мира - к множеству

клеток, воспринимающих и долженствующих хранить в себе эти элементы. Эта концепция создавала возможность трактовать совокупность накопленного в течение жизни сенсорного опыта как коллекцию или совокупность запечатленных в клетках памяти элементов этого сенсорного опыта в их сигнальной роли / напомним, что это была единственная роль рецепторов, известная адептам рефлекторной дуги /. Сложнейшую по своей структуре и глубокому своеобразию отношений между мыслью и словом речевую систему тот же мозаицизм делал возможным представлять как еще одну позлементную коллекцию - словник, разнесенный по корковым клеткам того же типа, что и выше. Если и не приходится сомневаться в том, что такого рода попытки физиологической интерпретации функций восприятия и речи, как существенно-материальных мозговых процессов (облегченные при этом терпимостью к мозаицизму, подменяющему собой действительный синтез), были в течение всего классического периода прогрессивными, как опиравшиеся на стойко-материалистические взгляды, - то к нашему времени необходим и неизбежен их критический пересмотр. Для нас уже очевидна методологическая порочность мозаицизма во всех его проявлениях и формах, а напор новых фактов и материалов вынуждает сейчас рассматривать обрисованный круг представлений и гипотез о структуре мозговых процессов как сыгравший уже свою роль первого приближения, в такой же мере, как и принцип рефлекторной дуги. Более

подробный анализ мозаичизма и разбор современных представлений о принципах мозгового проецирования дан мною в другом месте <sup>I</sup>.

Теперь своевременно будет обратиться к краткому обзору новых линий развития физиологии, возникших и оформляющихся на наших глазах как под прямым напором требований практики, так и в результате эволюции взглядов и центров преобладающего интереса.

Физиология человека в условиях трудовой деятельности успела испытать важные изменения в прямой связи с эволюцией самих производственных форм. По мере безостановочного снижения удельного веса грубо - физического труда, прикладная физиология, начав с энергетике труда, биомеханики, охраны и гигиены физического труда и т.п., стала интенсивно переключаться на задачи интеллектуализированного труда в комплексе человека и машины, на задачи рационализации управления и связи, распределения функций и т.д., - те именно задачи, для разработки которых столь ценным оказалось привлечение на помощь методов и всего круга понятий кибернетики. Важнейшим разделом современной прикладной психофизиологии является также, бесспорно, изучение труда в условиях, требующих от человека наивысшего напряжения его внимания, находчи-

---

<sup>I</sup> См. "Вопросы философии", 1961, № 6.



восты, воли и т.д. /космонавтика, скоростное летание, верхолазные, кесонные, саперные работы и др./.

В области теоретической физиологии сейчас могут быть названы и заслуживают рассмотрения две возникшие в самое последнее время ветви. Одна из них, - физиология регуляций, - была ровесницей и, в известной мере родоначальницей К., вторая - физиология активности - возникает и оформляется на наших глазах, развертывая в своем составе широчайший круг новых проблем, не мыслившихся раньше. Обзор этих ветвей целесообразно повести в обратном порядке, начиная с проблематики активности.

Чем более уяснялся принцип кольцевой регуляции жизненных процессов, тем в большей мере обнаруживалась и неотрывно связанная с ним активность. Не говоря уже о проявлениях и формах активности в самом прямом смысле, - о двигательных функциях (где господство и значимость кольцевого принципа управления и корригирования были уже неоднократно описаны), - активная форма и структура всех без изъятия процессов рецепции и процессов центральной переработки информации находится сейчас вне сомнений. Наше время подтвердило полностью тезис Сеченова, что "мы слушаем, а не слышим, смотрим, а не только видим". Все главные виды наших периферических рецепторов оснащены эфферентной иннервацией и мускулатурой; на долю которых приходится как функции оптимальной настройки (в очень широком смысле), так и бесчисленные проявле-

ния поиска, наведения, прослеживания, гаптики и т.д.; сюда же относятся все виды и проявления "проверки через практику" как конкретных рецепций, так и всей наладки органов чувств, перекрестная проверка и синтезирование показаний разных рецепторов в порядке организации сенсорных синтезов; наконец, активны самые процессы отбора необходимых минимумов информации с отсевом излишних или избыточных "шумов".

Может быть, наиболее ярко выявилось глубокое значение активных форм функционирования в области центральных мозговых процессов, связанных с построением в мозгу упорядоченной и динамичной модели внешнего мира. В то время, как воззрения клеточного центризма были существенным образом неотделимы от представлений о пассивном характере приема и запечатления поступающей в мозг сенсорной информации предназначенными для этого изначально-порожними клетками, - современная психофизиологическая мысль (как я стремился обосновать в "Вопр.Филос.") склоняется к пониманию познавательного процесса как активного моделирования, принципиально-отличного от механистического соотнесения "элемент к элементу". Активным является и выбор принципа упорядочения воспринимаемых множеств, и внутренняя классификация выделяемых подмножеств, и управление гапстикой в самом широком смысле этого понятия, т.е. теми процессами активной рецепции, о которых было сказано выше. Мне казалось целесообразным

обозначить совокупность центральных процессов активной переработки захватываемой информации термином "операторы", а синтезированное отражение в мозгу реального мира - термином "модель" (существующего или настояще-прошедшего). Я не могу задерживаться здесь на предварительных соображениях по локализации и субстрату обсуждаемых процессов, вновь ссылаясь на статью в "Вопр.Филос."

Но корни принципа активности живых организмов уходят гораздо глубже высказанного до сих пор, придавая этому принципу черты важнейшего обще-биологического фактора. Уместно будет начать с двигательных функций.

Двигательные отправления - это основная группа процессов, где организм не только и не просто взаимодействует с окружающим миром, но и активно воздействует на этот мир, изменяя его в потребном ему отношении. Из этого положения вытекает следующее.

Прежде всего, двигательные действия обуславливаются ситуацией, но не определяются ею. В частности, если мысленно расположить все действия в ряд по признаку значимости для них пускового раздражителя, то в таком ряду можно будет усмотреть всю непрерывную градиацию от действий, полностью детерминированных раздражителем (рефлексы, врожденные и условные), через акты, запускаемые в ход раздражителем, но программированные ранее и независимо от него (действия по пусковым командам, действия по предварительной инструкции, нападения из засады и мн.др.), - и до дей-

ствий, вообще не нуждающихся в пусковом раздражителе. Легко убедиться, что описанная градация не имеет ничего общего с градацией по жизненной значимости совершаемых действий, и как раз немалое количество наиболее значимых найдутся на фланге "спонтанных" актов без пусковых стимулов.

Если проанализировать, на чем базируется формирование двигательных действий, то окажется, что каждый значимый акт представляет собой решение (или попытку решения) определенной задачи действия. Но задача действия, иными словами, результат, которого организм стремится достигнуть, есть нечто такое, что должно стать, но чего еще нет. Таким образом, задача действия есть (закодированное так или иначе в мозгу) отображение или модель потребного будущего; очевидно, что жизненно-полезное или значимое действие не может быть ни запрограммировано, ни осуществлено, если мозг не создал для этого направляющей предпосылки в виде названной сейчас модели потребного будущего.

Судя по всему, мы имеем перед собой два связанных процесса. Один из них есть вероятностное прогнозирование по воспринимаемой текущей ситуации, - своего рода экстраполяция на некоторый отрезок времени вперед; фактические материалы и наблюдения, указывающие на такие процессы, уже накапливаются и у нейрофизиологов и у клиници -

I  
стов . Наряду же с этой вероятностной экстраполяцией хода окружающих событий (каким он был бы при условии "невмешательства"), совершается процесс программирования действия, долженствующего привести к реализации потребного будущего, о модели которого было сказано выше. Такое программирование (простого или цепного) действия выглядит уже как своего рода интерполяция между наличной ситуацией и тем, какой она должна стать в интересах данного индивида. Не буду задерживаться здесь на том, что и программирование и осуществление действия совершается обычно, в условиях "жизненного цейтнота", т.е. внутреннего конфликта между срочностью и точностью прогностики, и на том (вполне очевидном) обстоятельстве, что фактическое осуществление действия обязательно протекает как борьба или активное преодоление изменчивых внешних препятствий, каковы бы они ни были, - неподвластные внешние силы сопротивления, противодействие противника, неожиданности и т.п. Здесь интересно, и заслуживает внимания для дальнейшего, что признание реальности кодированной в мозгу модели или экстраполята вероятного будущего и отображения в мозгу задач действия как формул потребного будущего создает возможность строго-материалистической

I Группа так назыв. "ориентировочных реакций" (конечно не рефлексов!) представляет собой класс реакций на расхождение или рассогласование фактической рецепции с текущим вероятностным прогнозом (реакция на низкую вероятность).

трактовки понятий целенаправленности, целесообразности и т.п.

Действительно, в предшествующем периоде развития научной физиологии такие установленные к нашему времени факты, как кодированные отображения информационного материала, первичные или рекомбинированные мозгом, были еще совершенно неизвестны. Поэтому большинство таких понятий, как отвечающая потребностям организма задача, или цель действия, т.е. код программы, направленный к оптимизации тех или иных условий существования организма, и т.п., считались неотъемлемой принадлежностью психологии, высокеразвитого сознания, обладающего возможностью формулирования для себя очередных задач и целей действия. Материалистическая платформа стояла, таким образом, перед альтернативой: либо допустить наличие психики и сознания у дождевого червя или у дерева, — это, разумеется, отвергалось как абсурд, — либо считать, что ни одно из понятий обсуждаемой категории вообще не приложимо к преобладающему, множеству организмов. Свободно чувствовал себя в этой области только идеалистический витализм, ничем не обоснованные гипотезы которого позволяли идти сколь угодно далеко в направлении финализма.

Именно обнаружение возможности построения и комбинирования организмом материальных кодов, отображающих все бесчисленные формы активности и экстраполяции предстоящего, начиная с тропизмов и кончая наиболее сложными фор-

мами направленного воздействия на окружение, позволяет нам теперь говорить о целенаправленности, целеустремленности и т.д. любого организма, начиная, может-быть, уже с протистов, ни мало не рискуя соскользнуть к финализму, а накапливаемый сейчас фактический материал из области сравнительной физиологии говорит о таком не предполагавшемся разнообразии материальных субстратов регулирующих кодов и самых форм и принципов кодирования, в котором осознаваемые психические коды человеческого мозга занимают лишь место одной из частных (хоть и наиболее высокоразвитых) форм.

К разбираемому здесь в самых кратких чертах вопросу о моделировании будущего и о программировании действия, направленного к оптимизации этого будущего уместно будет присоединить два замечания.

Стоя на платформе рефлекторной дуги и ограничивая круг своего внимания строго-реактивными процессами, физиология классического периода могла путем очень небольшой схематизации рассматривать эффекторные процессы организма как строго (и в большинстве случаев - однозначно) детерминированные сигналами, прибывающими по афферентной полу-дуге. Сейчас, когда факты вынуждают нас рассматривать все проявления взаимодействия организма с миром, а тем более - активного воздействия на него, как циклические процессы, организованные по принципу рефлекторного кольца, оценка имеющихся здесь соотношений меняется по

самому существу. В отличие от разомкнутой дуги кольцевой процесс одинаково легко может быть начат с любого пункта кольца; это объединяет в один общий класс реактивные в старом смысле (т.е. начинающиеся с афферентного полукольца) и так наз. "спонтанные" (т.е. начинающиеся с эффекторного полукольца) процессы взаимодействия. Как уже был случай упомянуть здесь, в целом ряде отношений именно этот последний подкласс включает в себя наиболее жизненно-важные проявления активности. Между тем, во всех подобных случаях организм не просто реагирует на ситуацию или на выделяемый из нее сигнально-значимый элемент, а сталкивается с ситуацией, динамически-переменчивой, а поэтому ставящей его перед необходимостью вероятностного прогноза, а затем - выбора. Позволяя себе метафору, можно сказать, что организм все время ведёт игру с окружающей его природой, - игру, правила которой не определены, а ходы, "задуманные" противником, неизвестны. Вот эта особенность реально-имеющихся отношений - оценка не точнее чем с известной степенью вероятности и активный выбор действия, преодолевающего ситуацию, а не обусловленного её командным сигналом, - именно это существенно отличает живой организм от реактивной машины любой степени точности и сложности. Как наметится в дальнейшем тексте, реактивные механизмы играют немаловажную роль, как технические компоненты приспособительной регуляции действий, но никогда - как прямые определители действий и поведения.



Может быть по этой именно причине очень нетрудно построить реактивную модель, способную осуществлять и формировать рефлекс<sup>\*)</sup>, как безусловные, так и условные; но создание модели, осуществляющей (или улучшающей) выбор оптимального поведения в условиях чисто-вероятностной информации о "ходах противника", представляет трудности, которых пока не удалось преодолеть.

Второе замечание, которое уместно здесь сделать, относится к вопросу о чисто-физиологических, объективных проявлениях того "моделирования будущего", которое все более выявляется как необходимая предпосылка целенаправленной активности. Нужно сказать, что значительное количество наблюдений, относящихся еще к классическому периоду физиологии и принадлежавших, как тогда казалось, к очень разнородным кругам и областям явлений, в настоящее время начинают срастаться в глазах исследователей в единую стройную систему центральных управляющих процессов. Прежде всего, в эту систему входят настроечные процессы возбудимости и синаптической проводимости, наблюдавшиеся еще Шеррингтоном как "центрально-возбудительные" и "центрально-тормозные" спинальные состояния, которые ставились им в несомненную связь с реципрокной регулирующей мышц-антагонистов. Принимая часть за целое, Ляпик видел в явлениях центрально-регулируемого синхронизма и гетерохронизма нервно-мышечных пластинок своего рода предваряющий "перевод стрелок" для правильного избир<sup>\*)</sup> См. напр. модели Гр. Уолтера и т.п.

рательного заадресования эффекторных импульсов к мышцам. Аналогичную установочно-регуляционную роль усматривал Ухтомский, и его продолжатели за нервными ритмами, их усвоением и настройкой. Наконец, в обширном круге явлений нервно-мышечного тонуса нельзя было не заметить проявлений своего рода предварительной, опережающей настройки работающей мускулатуры. С другой стороны, усовершенствование техники электромио- и электронейрографии все более расширяет круг экспериментов, вскрывающих перед нами нервно-мышечную динамику так наз. установки, которая снова есть не что иное, как усмотренные в новом аспекте и посредством иной техники всё те же центрально-управляемые процессы преднастройки нервно-мышечной периферии. Всё указывает на то, что в каждом двигательном акте, протекающем в форме непрерывного кольцевого процесса, афферентная информация о протекании этого акта мобилизует в то же время центральные настроечные системы, функция которых как бы опережает фактическое выполнение каждой фазы движения на какой-то отрезок времени вперед.

Наше время привело к обобщающим формулировкам понятия организма, во многих отношениях глубоко-отличным от формулировок "классического" периода, трактовавших организм как реактивно-уравновешивающуюся или саморегулирующуюся систему. Организм приходится рассматривать как организацию, характеризуемую двумя главными опреде-

ляющими свойствами.

Во-первых, это есть организация, сохраняющая свою (системную) тождественность с самой собой, несмотря на непрерывный поток сквозь нее как энергии, так и вещества субстрата. Несмотря на то, что ни один индивидуальный атом в организме не задерживается в составе его клеток дольше сравнительно - краткого времени (за малыми исключениями типа напр. костных кальцитов), организм остается сегодня тем же, чем был вчера, и его жизнедеятельность сегодня обуславливается его жизнью вчера (и, конечно, не только вчера).

Во-вторых же, при всем этом, организм на всех ступенях и этапах существования непрерывно направленно изменяется. Эта направленность онтогенетической эволюции доказывается неоспоримо хотя бы тем, что тысяча представителей одного животного или растительного вида развиваются в особей, одинаковых по всем своим основным или определяющим признакам, несмотря на иногда весьма резкую неодинаковость внешних условий жизни у разных индивидов. Что касается эмбриогенеза, то на-сегодня уже известны и носители наследственных признаков, и их химическая структура, и кодовый алфавит, при посредстве которых организм уже начиная со стадии оплодотворенного яйца обладает закодированной моделью будущего своего развития и оформления и закодированной же программой последовательных ступеней этого развития.

Следует внести ясность в том отношении, что хромозомный "шаблон", являющийся определителем будущности данной особи, безусловно материален в том смысле, что применительно к роду в целом и прямым предкам особи - в частности он, конечно, проистекает из прошедшей истории и ею обусловлен (не касаясь здесь вопроса о возможном происхождении мутаций, где я некомпетентен). Но важнейший и своеобразный биологический факт заключается не в этом вполне понятном "программировании предками будущего для очередного потомка", а в том динамическом начале (в конце концов, вероятно, тоже как-то закодированном и обладающем своим вещественным субстратом-носителем в клетке), которое создает у особи активное, антиэнтропическое, преодолевающее стремление к реализации этой кодированной модели. Это движение в сторону структурирования, т.е. понижения вероятности создающихся образований, как всякий антиэнтропический процесс, связано с значительными метаболическими затратами ценных форм энергии, и наиболее яркое впечатление производит на "щедрость", на которую формирующийся организм идет, чтобы во что бы то ни стало, через большие или малые препятствия, все-таки осуществить программный морфогенез.

Близкую аналогию (в миниатюре) этому якобы противоречию между будущим - для очередной особи - и прошедшим - для рода в целом представляет и рассмотренный выше случай моделирования потребного будущего в порядке постанов-

ки задачи действия. Для данного наметившегося действия требуемый живому существу результат - будущее; но, разумеется, и прогноз, и программа и даже координационная техника этого действия полностью опираются на предшествующий (прошедший) накопленный, индивидуальный и родовой опыт, только активно-рекомбинированный.

После этого отклонения от основной линии изложения вернемся к главной теме. Отмеченная выше тождественность, по всем "существенным" признакам, результатов морфогенетического развития на фоне изменчивых условий и не смотря на их изменчивость говорит о том, что организм активно преодолевает возможные и неизбежные внешние препятствия к реализации им программы своего морфогенеза. Экспериментальные факты повреждений и частичных ампутаций напр., почек конечностей в эмбриогенезе, не препятствующих им, однако, развиться в полноценную конечность; факты анатомических, а еще того более - функциональных регенераций; клинический материал, всем своим объемом свидетельствующий об активной борьбе организма и его функциональных систем за преодоление патогенного фактора, - все эти данные говорят о том, что и организм в целом, и, весьма возможно, каждая его клетка активно борется за свое выживание, развитие и размножение. Процесс жизни есть не "уравновешивание с окружающей средой", как понимали мыслители периода "классического" механизизма -

I  
ма, а преодоление этой среды, направленное при этом не на сохранение статуса или гомеостаза, а на движение в направлении родовой программы развития и самообеспечения.

Таким образом, то, что в частном случае двигательных функций животных организмов выглядит как: 1) моделирование потребного будущего в форме задачи действия и как 2) реализация интерполированной программы этого действия в порядке преодоления внешних препятствий и активной битвы за результат, — оказывается проявлением общего, глубоко проникающего всю биологию, принципа активности. Этот принцип в обсужденных формах проявляет себя и в процессах роста и развития как животных, так и растений, и во всех характеристиках их борьбы за существование.

Здесь возникает один чрезвычайно интересный, и также охватывающий, по-видимому, всю область биологии вопрос. Он находится в какой-то тесной связи как с теоретическими принципами биологического моделирования, так и с описанными выше фактами направленной эволюции индивида, за которую он борется. И самый вопрос, и его связи, требуют

---

I  
Такое уравнивание обрекало бы каждую особь на полную зависимость от среды и ее изменений, и о программном морфогенезе с удержанием стойких признаков вида нельзя было бы и думать.

еще всестороннего изучения.

Начну с ряда параллелей между внешне чрезвычайно разнородными группами процессов, с тем, чтобы постараться формулировать, в чем состоит их общность.

На дереве дуба или клена имеется несколько тысяч листьев. Среди них заведомо не найдется и двух взаимно-конгруэнтных, и, в частности, всевозможные метрические признаки их дают широкие вариационные ряды. И тем не менее мы, не обинуясь, скажем, что принадлежность каждого листа к дубу или клену не вызывает никаких сомнений по каким-то признакам, которые, волей - неволей, нужно называть существенными, при всей трудности их математического формулирования.

Человек совершает повторные привычные движения (из них наиболее удобный объект в качестве примера - движение письма, т.к. они оставляют видимую документацию). Он может исписать десятки страниц, сто раз поставить свою подпись, писать пером на бумаге или крупно мелом на вертикальной доске; писать (как показали мои опыты) разными конечностями или ртом, - и здесь мы не найдем и пары конгруэнтных начертаний, а между тем во всех этих случаях сохраняется все время индивидуальный почерк, и человеку беспрепятственно выдают его деньги из сберкассы по подписи, хотя она наверняка некоонгруэнтна ни с кассовым образчиком, ни со своими повторениями. Хроноциклограммы всевозможных циклических привычных движений подтверждают тот же

факт в отношении траекторий отдельных циклов. Наше интуитивное восприятие, не подкрепляемое точной формулировкой, создало такие аналогичные по черке понятия как "походка", "туше" (на фортепиано), тембр голоса, выговор или акцент речи и т.п. Ко всем этим случаям применимо то же разграничение: существенное сходство (т.е. равенство по одной части имеющихся признаков) при отсутствии конгруэнтности, и размещаемость по другой, - обычно метрической, - части признаков в вариационные ряды.

Сюда же принадлежат (перечислю уже без подробностей): узнавание конфигураций, - прежде всего букв во всех размерах, шрифтах и т.д. (любопытно, что одинаково легко - белых на черном и черных на белом фоне); узнавание человека в лицо при 6 степенях свободы изменений его изображения на сетчатке даже при отметании в сторону мимических изменений; узнавание каждым из нас, начиная с ребенка, "собаки" или "кошки" в данном встреченном экземпляре животного и т.д. Несколько последних примеров относятся к тому, что психологи давно обозначили термином "обобщение"; но этим еще не объяснены ни механизмы этого процесса (относимого мною также к мозговому моделированию), ни, главное, те принципы, которыми руководится мозг при разбивке признаков объекта по обеим контрастирующим группам. Еще менее объяснена, пока, очевидная аналогия психологических процессов обобщения при восприятии с навыковыми



движениями и с результатами морфогенеза, т.е. прежде всего, явно разное "отношение" организма, во всех сопоставленных здесь случаях, к признакам или характеристикам той и другой категории.

Представляется очень перспективным использование и дальнейшая разработка математической идеи, выдвинутой И.М.Гельфандом и М.Л.Цетлиным и заключающейся в приложении к разбираемым здесь вопросам класса функций большого количества переменных, обозначаемых авторами как "хорошо-организованные функции". Функция является хорошо-организованной, если 1/ можно разгруппировать ее аргументы на "существенные" и "несущественные" переменные, и если 2/ все аргументы стойко сохраняют свою принадлежность к тому или другому подклассу. Я не сумел найти у авторов строгого определения обоих классов, но издаваемых ими описательных характеристик - наиболее выразительна следующая. "Несущественные" переменные могут обуславливать резкие изменения и скачки функции, крутые градиенты значений и т.д.; в то же время они (оправдывая приданное им название) не оказывают определяющего действия на протекание функции в целом и на больших интервалах, на расположение ее экстремумов и т.д. Влияние "существенных" переменных на небольших интервалах может в сильной степени маскироваться вмешательством эффекта "несущественных", сильно вариативного, но в итоговом результате форма и протекание функ-

ции определяется главным образом и прежде всего первыми. По-видимому принадлежность аргументов к тому или другому подклассу определяется не столько тем, какой конкретный физико-химический или иной процесс лежит в основе каждого из них, сколько самой формой функциональной связи, в какой данный аргумент находится с описываемой функцией.

Кажется и чрезвычайно заманчивым и правдоподобным обратиться к обрисованному классу функций, представив каждую сторону развития и жизнедеятельности живых организмов посредством такой функции многих переменных, где тот и другой подкласс этих переменных прямо накладываются на поведение соотв. существенных и несущественных признаков, как они были подразделены выше. Тогда, напр., применительно к морфогенезу того или иного листа, цветка и т.п. можно будет сказать, что определяющие видовые, явно-закодированные в хромосомах черты реализуются как продукт существенных (в смысле Гельфанда-Цетлина) переменных, а метрические признаки, дающие - каждый - вариационные ряды - как результат влияния несущественных переменных. То же было бы уместно по отношению к координации движений, напр., к циклическим навыковым актам типа письма, о разгруппировке характеристик коих была уже речь выше. Тот факт, что совершенно аналогичная организация определяющих переменных имеет место в актах восприятия, прежде всего - в формо-восприятии, а далее - и во всевозможных актах "обобщения", указывает на то, что и мозговому активному моделированию в процессах восприятия

и отражения мира свойственна опять-таки природа этих замечательных функций.

Уже первые попытки приложения этих функций к изображению механизмов жизнедеятельности позволяют прибавить важные и перспективные черты к их имеющейся характеристике. Я уже имел здесь случай отметить, как по-разному относится организм к воздействию на него окружающей среды по линиям своих существенных и несущественных переменных. По линии этих последних - он реактивен и, так сказать, "устойчиво" - приспособителен: один лист дерева получает больше питания, чем другой, - он вырастает крупнее чем второй; находится в лучших условиях освещения, - в нем вырабатывается более высокая концентрация хлорофилла и т.п. Но ни таких существенных свойств структуры и формы, как те, которые напр., определяют диаграмму цветка, ни, напр., отрицательного геотропизма, т.е. борьбы при всех условиях за вертикальное направление ствола или стебля, организм не уступает без примененного к нему лишь очень грубого насилия, и обычно позже, чем мы готовы были бы этого ожидать (см. регенерации). Таким образом, можно сказать, что функция "организм" реактивна по отношению к своим несущественным переменным, но в высокой степени нереактивна или активна - по отношению к существенным.

Совершенно ту же картину дает нам структурный анализ двигательных актов и их координации. Как показали в свое

время наши исследования, координационное управление каждым целостным смысловым двигательным актом строится по типу иерархической, многоярусной системы колец управления и корригирования. Необходимость такой многоэтажности вызывается как весьма большим количеством степеней свободы у наших многозвенных органов движения, так и огромным числом мышечных единиц, активно участвующих в обеспечении позы и в выполнении требуемого телодвижения. К этому нужно добавить еще привходящие факты упругой растяжимости мышц и сложной реактивной динамики органов движения; а затем, конечно, всю совокупность тех неподвластных, а поэтому и не предусмотримых внешних сил сопротивления, целесообразное преодоление которых и составляет самую сущность огромного большинства наших произвольных двигательных актов. В процессе координационного управления движением многочисленные виды и качества кольцевых коррекций распределяются между уровнями системами мозга, с одной стороны - сообразно составу и качествам присущих им сенсорных синтезов, с другой же стороны - явно по смысловому удельному весу и значимости тех или других коррекций для полноценной реализации программы движения.

Как я подробно обосновал в другой работе<sup>I</sup>, строгая

---

<sup>I</sup> См. "О построении движений" 1947, также "Проблемы кибернетики", вып. 6.

стандартность формы и метрики циклических навыковых движений никогда не реализуется сама собою и никогда не бывает самоцелью. Ее приходится специально вырабатывать, и мозг идет на это только в тех случаях или в тех деталях или звеньях двигательного акта, где такая стандартность существенно-необходима. Отсюда и получается та метрическая вариативность движений, о которой было уже сказано выше. С точки зрения же, обсуждаемой здесь, обращает на себя внимание то, что "низовые" коррекции, чисто-технического характера и второстепенного смыслового значения; как раз 1) наблюдаются в тех деталях и сторонах движения, где имеет место наибольшая вариативность, и 2) носят ясно выраженный реактивный характер. Можно сказать, что аппарат управления движениями проявляет две различные координационные тактики: по отношению к второстепенным и техническим рас-согласованиям и помехам он действует реактивно - приспособительно, не боясь вариативности; по отношению же к программно-существенным сторонам управления бьется за требуемый результат во чтобы то ни стало, активно преодолевая препятствия, если нужно - перепрограммируясь на ходу и т.д.

Другого назревающего в настоящее время вопроса, также тесно связывающегося с областью "хорошо-организованных" функций Гельфанда-Цетлина, я смогу коснуться здесь лишь в кратких словах. Это - вопрос о взаимоотно-

нениях биологических систем с понятием или классом дискретного числа. Те признаки, аргументы, коррекционные функции и т.д., которые принадлежат к разряду "несущественных", - явно континуальны, и образуют соответствующие этому вариационные ряды. А как обстоит дело с существенными переменными? В частности, допустимо - ли поставить по отношению к наследственно-передаваемым, закодированным в хромосомах чертам вопрос: до каких пределов "умеет" обсуждаемый аппарат считать?

Этот вопрос звучит в настоящее время в самых разнообразных работах. Судя, напр. по анатомическим и сравнительно-анатомическим данным, такой уверенный "счет" продолжается примерно до 2<sup>6</sup> в шестой степени (число зубов, позвонков, цитоархитектонических полей мозга, элементов боковой линии рыбы и т.д.). Дальше начинается "много", и безусловно немислимо, чтобы в генном аппарате были закодированы, напр., число волос на голове или клеток в коре головного мозга.

Принципиально наибольший интерес и значение представляют, несомненно, пограничные области числового ряда. Цито- и миелоархитектонические поля коры мозга человека "исчислены" и стандартны; но докуда простирается эта исчисленность, и с какого момента начинается рандомизация числа клеток и плана их синаптических взаимосвязей? Исчислены или рандомны количества гломерул - в почке, лангергансовых островков, пачиниевых телец, мышечных

единиц в той или другой мышце? Как ведет себя аппарат наследственной передачи, когда дело доходит до чисел порядка сотен, т.е. где граница его информационной емкости?

С точки зрения обсуждаемой здесь темы важно следующее. Информ-ёмкость генного аппарата, разумеется, не заложена на него как-либо извне, а выражает собою эволюционно-определившуюся необходимость данного животного, растения, клетки и т.д. Поэтому, анализ названных граничных отношений и области перехода от необходимого к случайному есть в то же время анализ того распределения между существенными и несущественными аргументами, которое соответствует эволюционно-определившейся потребности организма. В то же время - это анализ того, где и как проводится организмом граница между активными и реактивными процессами, между числом и множественностью (счетной или континуальной), наконец - между областями приложения соотв. теории хорошо - организованных функций и теории случайных процессов.

В этом тексте мне не придется задерживаться на второй ветви современной физиологии - на теории регуляций несравненно лучше и глубже разработанной к настоящему моменту, нежели ее младшая сестра - физиология активности. Необходимо будет остановиться только на вопросе о соотношениях между процессами и механизмами, изучаемыми той и другой ветвью.

В заключение этого раздела нужно остановиться еще на одном принципиально важном вопросе.

С самого зарождения научной кибернетики, как только выяснилась близость между назревшими ключевыми проблемами физиологии и теми задачами, которые обусловили выделение кибернетики в самостоятельную науку, началось и взаимное оплодотворение обеих наук в отношении и фактических данных и теоретических формулировок и обобщений. Весь период, протекший от публикации первого труда Винера до наших дней, пронизан поиском и использованием аналогий между живыми и искусственными системами, - аналогий, помогавших физиологам в осмыслении системных взаимоотношений организма, а техникам дававших в руки новые и ценные идеи по построению автоматов.

Окончился ли, нет ли этот "медовый месяц" выявления и практического применения аналогий и сходств, - но в литературе самого последнего времени начинают всё чаще проскальзывать и вопросы противоположного направления: существует ли, все-таки, существенная, принципиальная разница между живыми и неживыми системами, и если существует, - то где пролегает тот водораздел, который образует границу между теми и другими?

Разумеется, речь идет здесь не о тривиальных различиях, вроде различий стройматериала, или количественных различий, делающих для современной техники немислимым подражание 15 миллиардам клеток головного мозга. В



то же время неоспоримо, что искомое различие должно при всех условиях формулироваться на основе строгого материалистического единства законов, которым в одинаковой степени и мере подчинена как живая, так и неживая материя.

Представляется чрезвычайно правдоподобным представление, что искомый водораздел или прямо заключается в том обще-биологическом принципе активности, который я пытался охарактеризовать, или, во всяком случае, включает этот принцип как важнейшую составную часть. Это суждение может подкрепляться и тем, что как раз активные формы морфогенеза, развития, индивидуального поведения, прогностики будущего и т.д. всего недоступнее для моделирования (хотя бы мысленного), и той всеобщности, с которой этот принцип направленной, преодолевающей активности проявляется во всех формах жизнедеятельности.

Прежде, однако, чем решаться выдвинуть описанную концепцию биологической активности в качестве рабочей гипотезы, необходимо быть в состоянии ответить, хотя бы в самых общих чертах, допустимо ли говорить о какой бы то ни было глубокой специфике процессов жизни, не сходя при этом со строго материалистических позиций и не соскальзывая при этом на рельсы одной из форм витализма, хотя бы и замаскированного.

Начиная с 18-го века, когда впервые твердо определил

свои научные позиции воинствующий механистический материализм, перед естествознанием встала альтернатива, казавшаяся в ту пору (и в течение долгого времени позже) неизбежной. С одной стороны, контраст между проявлениями жизнедеятельности и теми процессами, которые тогда были известны в неживой природе, был настолько разителен, что искать для него объяснений и обоснований было необходимо. С другой же стороны, инвентарь знаний о глубинных физико-химических процессах, а тем более, — о биофизических и биохимических закономерностях на молекулярном уровне был еще крайне скудным. Поэтому получалось так: те, кто отходил в лагерь идеализма и легко впускал в свое мышление идеи о всякого рода нематериальных факторах и сущностях, не находя в багаже физико-химических знаний ничего пригодного для объяснения специфики жизни выдвигали для этого объяснения нематериальную жизненную силу, что их вполне устраивало. Последовательным же материалистам не оставалось ничего иного, как вообще отвергнуть всякие поиски жизненной специфики, поскольку здесь не могли ничего подсказать физика и химия обсуждаемого периода.

Это традиционное представление о неправомерности самой постановки вопроса о специфичности жизненных процессов в строго материальном плане и истолковании сохраняется и до нашего времени, когда выяснилось и скопилось огромное количество новых сведений и фактов; между

тем, эти новые факты, позволяют рассматривать многие процессы, — в первую очередь процессы на клеточном и молекулярном уровне, так как немислимо было и думать, в предшествующем столетии; они же позволяют поставить на очередь вопрос о пересмотре традиционного вышеуказанного взгляда. Ни рамки настоящего сообщения, ни компетенция автора не позволяют предпринять сколько-нибудь подробное освещение вопроса; но следует, хотя бы, показать, о чем здесь может идти речь.

Прежде всего, прошедший период располагал только самыми зачаточными сведениями о ферментных процессах. Сейчас выясняются все более широкие границы для тех процессов, которые переводятся на этом пути в совершенно новые качества. Таковы: роль ферментов в направляемом синтезе высокомолекулярных соединений; редупликация этих соединений; гигантское разнообразие и своеобразие хемоавтотрофных микроорганизмов, при участии которых интенсивно осуществляются процессы, которые в лабораторных условиях потребовали бы огромных температур и давлений и т.д.

В прошедшем столетии не было ничего известно о стохастических процессах / если не считать кинетической теории газов и растворов /; по линии 2-го закона термодинамики были известны и изучены такие явления в области микро-масштабов, как флуктуации / Смолуховский /, броуновское движение / Эйнштейн / и т.п., но еще ничего

нельзя было сказать об антиэнтропических процессах в открытых системах, об условиях их протекания и управляемости, в то время, как сейчас каждый год прибавляет в этом направлении все более и более глубокие знания. О биологических кодах и их роли в структурировании и самоорганизации было уже сказано выше. Не продолжаем этого перечисления; его целью было лишь показать, что к нашему времени накоплены обширные системы фактов, среди которых исследовательская мысль, без всякой опасности впадения в идеализм и лишь твердо памятуя о диалектическом принципе перехода количеств в новые качества, вне всякого сомнения найдет точки опоры для того, чтобы применить новоузнанные закономерности биохимии, биофизики и новых ветвей математики к безоговорочно-материалистическому описанию специфических проявлений жизни.

Значительно легче отпарировать возражение о том, что, ставя на место рефлекторной дуги (где реакция закономерно отвечает на стимул), замкнутое рефлекторное кольцо, которое может начать функционировать с любого пункта своей блок-схемы, мы - сторонники физиологии активности - отходим от детерминизма и, вместе с тем, и от той ясной материалистической трактовки явлений, которая обеспечивается рефлекторной теорией и признанием за рефлексом роли основного строительного элемента жизни и поведения.

Как уже отмечалось выше, - прежде всего "рефлекс по схеме дуги" - лишь приближенно описанный процесс, который самим накоплением фактов о регуляции и координации должен

был претерпеть замену его схемы - более точной и верной схемой кольцевого, непрерывного процесса. Далее, выяснилось, что все рецепторные процессы протекают активно, начинаясь с отбора и поиска информации и сопровождаясь процессами настройки, прослеживания, гаптики и т.д. Соответственно этому и процесс образования и закрепления условной связи между афферентными сигналами пришлось рассматривать не как пассивное запечатление, требующее повторений для лучшего проторения связи, а как последовательность актов 1) вычленения прививаемого условного стимула из всего афферентного потока извне, 2) установления мозгом животного апостериорной вероятности неслучайности предъявляемого сочетания, 3) закрепления ассоциации в "долговременной памяти" мозга, и т.д. А после всех этих неизбежных уточнений стало уясняться все более и более, что рефлекс, т.е. детерминированная реакция, вызванная воздействием раздражителя, - есть бесспорно реально-существующая и наблюдаемая в разнообразнейших видах форма проявления жизнедеятельности, но явно - не единственная и, во всяком случае не оставляющая возможности конструировать из него сложные формы активного поведения. Конечно, форма поведения реактивного автомата более явно детерминистична, чем поведение организма, всё время вынуждаемого к срочным проявлениям активного выбора в стохастических условиях; но освобождение организма от роли реак-

тивного автомата, существующего "на-поводу", у падающих на него раздражений, ни в какой мере не означает отхода от научного детерминизма в широком смысле в область непознаваемого, - так же, как переход от описания явления через однозначные функции к его описанию с помощью теории вероятностей не может означать ухода с позиций строгого естествознания.

Наука нашего времени накопила более чем достаточно фактов и знаний для того, чтобы безбоязненно приступить к созданию нового, углубленного приближения на место того первого приближения, которое оставили нам в наследство корифеи науки классического периода. Теперь необходимо, твердо и неукоснительно придерживаясь принципа единства мира и его законов, указать и изучить тот водораздел, который пока еще совершенно не переходим для технической или моделирующей мысли, но который в то же время совершенно четко отражает собой то, в чем заключается разница между живыми и искусственными системами. До такой формулировки, может быть, еще очень далеко, но мне кажется возможным обоснованно предположить, что обсуждаемые в этой статье черты и свойства физиологии активности смогут вылиться в дальнейшем в какую-то существенную сторону или часть искомой характеристики. Это, во всяком случае, облегчит путь технических изобретательских исканий того, как приблизиться к преодолению этого водораздела между биологическими и техническими науками.

Т-04473. Подписано к печати 17.04.62 г. Заказ № 43.  
Объем 2,7 печ. л. Тираж 800 экз.

---

Ротапринт Института мировой экономики и международных  
отношений АН СССР.