

У.Р. Эшби

Конструкция мозга

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 616
ББК 53
У11

У11 **У.Р. Эшби**
Конструкция мозга / У.Р. Эшби – М.: Книга по Требованию, 2021. – 394 с.

ISBN 978-5-458-38789-7

Книга одного из крупнейших английских ученых, хорошо известного советскому читателю по переведенной на русский язык книге «Введение в кибернетику», посвящена одной из основных проблем кибернетики — анализу механизмов деятельности нервной системы, обеспечивающих приспособительное поведение организма. Перевод сделан со второго издания, полностью переработанного и частично написанного заново. Предназначена для очень широкого круга читателей — биологов, медиков, физиков, математиков, инженеров.

ISBN 978-5-458-38789-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

гимн, применимы в одинаковой степени ко многим системам организма. Так, например, эти заключения можно применить как на уровне подкорковых функций, так и в масштабе межмолекулярных взаимодействий в пределах одной клетки.

Несколько необычный подход Эшби к построению логики механизма несомненно поможет исследователям, особенно молодым, «отточить» острие логического анализа наблюдаемых в организме явлений и научит строить логические структуры там, где, казалось бы, можно обойтись одним прямым аналитическим исследованием.

Вместе с тем необходимо сделать несколько замечаний и о недостатках такого подхода, если он не коррелируется все время с фактами и закономерностями самого биологического процесса. Подходя к анализу этого вопроса с философских позиций, мы могли бы сказать, что закономерности неорганического мира могут влиять и, конечно, влияли на организм на протяжении многих веков, но едва ли можно в этом влиянии видеть только одну механическую и физико-химическую сторону. Надо помнить, что с появлением на Земле первых живых существ радикально изменился самый критерий взаимодействия, центральной проблемой стала проблема выживания, и поэтому все отношения организма к внешнему миру строились, развивались и закреплялись в его структурах под влиянием этого основного критерия.

Любое явление, наблюдаемое в живом организме, можно рассматривать и как физико-химическое и как биологическое. Это накладывает определенную ответственность на наши попытки оценить логику механизмов. Эшби, например, с самого начала отказывается вносить в оценку взаимодействий живых систем с внешним миром критерий полезности в любой его форме. Быть может, для какого-то этапа исследования и следует отрешиться от этого критерия, например, мы можем изучать законы действия световой энергии на элементы сетчатки независимо от того, будет ли этот луч света

в дальнейшем убивать животное или, наоборот, будет стимулировать его приближение к вкусной пище. Но такое игнорирование биологических факторов может быть, конечно, только временным. Как только исследователь делает попытку сформулировать более общие закономерности в жизни организма, он неизбежно сталкивается с тем, что в процессе эволюции развились такие морфологические структуры и такие функциональные свойства мозга, которые обеспечивают наиболее выгодное приспособление животного к окружающему миру; эта «выгодность», конечно, есть не что иное, как наибольшее приближение к оптимальному состоянию организма и наибольшее удаление от условий, опасных для жизни. Следовательно, уже потому только, что на Земле появилась жизнь, неизбежно возник и критерий вредности или полезности факторов внешней среды

В сущности, и сам Эшби ощущает необходимость внесения чего-то, подобного критерию вредности и полезности, ибо он не раз подчеркивает, что при всяком последовательном изменении состояния системы она имеет тенденцию развиваться в сторону «лучшего». И хотя у Эшби нет определенного и устойчивого мнения по поводу роли этого «лучшего», он все же прибегает к нему несколько раз на протяжении книги для более прочной аргументации поведения живых систем

Так, например, Эшби довольно подробно разбирает метод «проб и ошибок», совершенно справедливо считая его универсальным путем выработки нового поведения. Однако невольно возникает вопрос: что же направляет эти пробы, какой фактор неуклонно ведет их к максимальному успеху и к отсечению всех тех многочисленных вариаций поведения, которые не привели к необходимому результату?

Эшби не дает ответа на эти принципиальные вопросы, и это, несмотря на исключительную ценность его попытки разработать «логику механизма», показывает, что при объяснении детальных механизмов адаптации необходимо всегда учитывать биологические закономерности.

В самом деле, Эшби полностью игнорирует два крайне важных фактора, направляющих всю линию проб и ошибок и неизбежно приводящих животное к наиболее экономному решению какой-нибудь задачи. Между тем эти факторы — устойчивость врожденных констант организма и подкрепляющий характер жизненно важных стимуляций — определяют и заканчивают каждую линию поведения у такой мультистабильной системы, какой является человек и высшие животные

Между тем Эшби в самом начале своей книги оговаривает, что ему не нужны для его построения врожденные рефлексy и подкрепления как завершающие биологические факторы. Мне кажется, что, выбрасывая за борт эти два серьезных фактора, без которых вообще не строится никакое поведение, Эшби поставил себя в чрезвычайно трудное положение. Фактически он стремится войти в дом, от которого уже заранее выбросил ключи. Таким же недостатком, на мой взгляд, является и отбрасывание прошлого опыта, или, как его называет Эшби, «заимствованного знания». ведь любое целенаправленное поведение неизбежно содержит элементы прошлого опыта; оно даже и формироваться-то не будет без учета этого прошлого опыта.

Таким образом, мы видим, что основные погрешности в общей конструкции книги Эшби состоят в необоснованном исключении биологического уровня трактовки предмета. Едва ли можно сомневаться в том, что наличие широкой общебиологической установки необходимо даже в том случае, когда исследователь работает на уровне молекулярных процессов

В этом смысле интересно привести мнение Эшби о роли наказания как фактора, влияющего на поведение системы. Он пишет. «Понятие наказания несложно, так как оно означает, что те или иные органы чувств или нервные окончания подверглись раздражению, достаточно сильному для того, чтобы вызвать изменение ступенчатых функций в нервной системе...» (стр. 170). Как видно из этой цитаты, Эшби рассматривает наказа-

ние только как механический результат силовых отношений в системе, но вряд ли это рассуждение применимо к таким наказаниям, которые сопровождаются просто отсутствием раздражителя (например, лишение ребенка пирожного) Как мы знаем, с биологической точки зрения такое отсутствие раздражителя имеет не меньшее «наказующее действие», чем, например, реальное физическое наказание.

Такой же недостаток в основных посылках мы видим и в объяснении адаптации к раздражителю, повторяемому несколько раз (привыкание) Эшби объясняет эту адаптацию тем, что система, реагирующая на раздражитель, непрерывно редуцируется и стремится к уменьшению числа своих компонентов, и, следовательно, адаптация возможна только по отношению к такому раздражителю, который не прекращает сразу всю деятельность организма. Конечно, в какой-то степени это рассуждение верно, поскольку системы мозга в самом деле имеют тенденцию реагировать все более и более редуцированно, пока, наконец, их реакция не сведется только к реакции соответствующего рецепторного аппарата и некоторых ближайших нервных образований. Но это правильно лишь для тех раздражителей, которые биологически нейтральны, т. е. не несут за собой более мощных раздражений, опасных для жизни. Если же раздражитель оказывает дальнейшее, скажем болевое, воздействие, то организм к нему не адаптируется; более того, этот раздражитель приобретает все большее и большее значение, создавая у животного или человека адекватную оборонительную реакцию. Следовательно, и в этом случае мы не можем представить себе весь процесс «привыкания» к раздражителю только на уровне уменьшения числа реагирующих элементов нервной системы. Характер этого уменьшения органически зависит от биологического характера всей ситуации, при которой наносится раздражение. Именно здесь очень трудно создать удовлетворительную «логику механизма», не учитывая характера врожденных реакций. Все реакции захватывания или избегания непременно

связаны с непрерывным влиянием какой-то врожденной константной системы организма, и только с учетом этой системы мы можем создать удовлетворительную логическую структуру поведенческого акта.

Книга Эшби получила очень широкое распространение за рубежом, где она пользуется заслуженным успехом. Несомненно, этот успех объясняется тем необычным подходом к раскрытию логики физиологических реакций, которую проводит автор на протяжении всей книги. Книга бесспорно полезна и, несмотря на излишний в ряде случаев механицизм автора, помогает, как это ни странно, именно построению синтетической концепции приспособительных механизмов.

Так, например, детально разбирая как взаимоотношения ультрастабильных систем между собой, так и взаимоотношения подсистем в пределах каждой отдельной системы, Эшби устанавливает ряд правил, которые абсолютно необходимы для всякого исследователя, в особенности физиолога, желающего подняться до оценки места изучаемого явления в системе целого организма

Здесь я не могу не отметить очень хорошего анализа соотношения «систем с частично постоянной функцией» и «систем с полной функцией». Рассматривая случаи «независимых состояний» в пределах большой системы, автор в сущности намечает канву для понимания организации сложных систем в пределах целого организма. При этом он неизбежно должен был столкнуться с тем, что своеобразие целого организма состоит именно в том, что его «частично постоянные функции» в зависимости от изменения ситуации могут приобретать характер зависимых и независимых функций. По сути дела, мы всегда убеждаемся в этом, изучая различные функции организма. Однако для этого часто требуется отвлечься от реального процесса и посмотреть на функцию с точки зрения функциональной системы как интегративного образования (П. К. Анохин, 1935). Эту перемену формы участия отдельных систем особенно хорошо можно проиллюстрировать на примере роли афферентных импуль-

саций в конструировании какого-либо конечного приспособительного эффекта функциональной системы, например прыжка у лягушки. Этот прыжок есть следствие вполне определенного соотношения частей моторного аппарата, и конечный его эффект состоит в передвижении лягушки на определенное расстояние. Исходя из абсолютного значения афферентных функций, мы должны были бы признать, что во всех своеобразных движениях, например, задних конечностей лягушки афферентные импульсы играют решающую роль на протяжении всего прыжка. Однако, к большому удивлению экспериментатора, перерезка всех задних корешков одной задней конечности и даже обеих задних конечностей очень мало нарушает прыжок. Совершенно очевидно, что «независимость» местных рефлекторных актов в данном моторном акте трансформировалось в зависимость от более высоких стимулов и процессов в большой системе поведенческого акта. Однако эта зависимость функции задней конечности лягушки от более высокой интеграции может немедленно трансформироваться в независимую функцию, если только к одной из конечностей лягушки привязать перед прыжком грузик, требующий дополнительных усилий для совершения прыжка. В этом случае деафферентированная конечность уже не может принять полноценного участия в прыжке (М. Чепелюгина).

Можно привести также пример из области дыхательной функции. Как показали опыты К. Д. Груздева в нашей лаборатории, центральные аппараты системы дыхания получают огромное количество афферентных импульсаций от всех уровней иннервации дыхания и воздухоносных путей. От легких идут импульсации, вызванные растяжением альвеол, от плевры — импульсации, вызванные трением о грудную стенку, от трахеи и слизистой носа — импульсации, возникающие в результате раздражения трахеи и слизистой движущимся воздухом, и т. п.

Исходя только из того, что эти рецепторы посылают в центральную нервную систему афферентные

импульсы, мы должны были бы предположить, что они вносят свою долю в интеграцию эффекторного комплекса дыхания. Однако оказалось, что это не так. Автоматизация дыхательного акта полностью устраняет влияние многих афферентаций, идущих, например, от трахеи, но они немедленно дают знать о себе, как только сила раздражения соответствующей области отклоняется от обычной, т. е. уменьшается или увеличивается. В таких случаях их роль в центральных интегративных образованиях сразу же становится заметнее, и в связи с этим формируется новая интеграция дыхательного акта.

Этот анализ поведения зависимой частной системы в обширной функции организма убеждает нас, что все соотношения и взаимодействия динамичны по своей природе и могут менять как долю своего участия, так и степень своего воздействия на целое.

В случае приведенных выше примеров приемы анализа, применяемые Эшби, исключительно ценны, так как он отправляется только от логических механизмов взаимодействия многочисленных систем, обладающих различными характеристиками.

Надо отдать должное Эшби, что именно в этой части книги он достиг некоторой виртуозности в отношении математически определенной характеристики изменения связи между системами и смены доминирующих потоков информации в пределах системы. Для физиолога, биолога и клинициста особенно важны в этом смысле его аналитические выкладки, касающиеся «логических механизмов» итеративных систем с повторными и поэтапными включениями в деятельность целого организма.

В этом конкретном случае автор затрагивает тот критический период развития жизни на Земле, который определил на протяжении многих тысячелетий приспособленность организма к внешнему миру. Эшби не вскрывает закономерностей, действовавших в этот период, но практически показывает те многочисленные вариации, которые вытекают из нерушимого закона пространственно-временных соотношений в неоргани-

ческом мире. Развитие всей материи происходит последовательно. Это последовательное движение материи коренным образом повлияло на всю эволюцию приспособительных форм живых организмов, но вопрос состоит в том, как эти воздействия складываются в последовательное развитие системной деятельности организма?

Эшби предлагает весьма вероятное решение этого вопроса, строя те логические схемы, которые лежат в основе работы мозга и его приспособительных реакций в отношении внешнего мира. Эта часть книги читается с большим интересом.

Я не могу не отметить, что книга требует некоторого критического подхода, особенно там, где Эшби отказывается от необходимости прибегать в своих рассуждениях к врожденной деятельности и понятию подкрепления и отрицает необходимость привлекать функцию сознания к анализу некоторых сложных ситуаций.

Очень жаль также, что автор, давая определения саморегуляторных приспособлений (стр. 71), не привел наиболее полного и красочного определения саморегуляции, данного И. П. Павловым (1932).

Но вместе с тем четкая, почти математическая постановка вопроса, столь же строгий логический анализ взаимодействий и классификация явлений для различных уровней интеграции — все это несомненно ново, оригинально и принесет большую пользу читателю. Мне хотелось бы подчеркнуть, что эта польза особенно значительна для молодых исследователей, которые находятся в том периоде развития, когда начинает формироваться основная механика научного мышления. Им я особенно рекомендую прочитать книгу Эшби.

Перевод математического приложения сделан Е. В. Майковым. В этом приложении автором допущен ряд неточностей. Некоторые из них отмечены в подстрочных примечаниях или исправлены при переводе без специальных оговорок.

П. Анохин

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

В те дни, когда эта книга была впервые написана, разработка теории информации только еще начиналась. В последующие годы ее вклад в понимание логики механизмов оказался настолько большим, что мне пришлось специально рассмотреть эти проблемы в книге «Введение в кибернетику». Изложенные в ней концепции и методы служат основой для настоящей работы.

Содержание этих двух книг совпадает лишь в небольшой части. Во «Введении в кибернетику» рассмотрены исходные принципы, относящиеся к проблемам механизмов, связи и регулирования; но в ней обсуждаются именно принципы, без сколько-нибудь значительной разработки их приложений. Механизмы трактуются так, как если бы действие их слагалось из небольших дискретных сдвигов,— предположение, при котором их логические свойства очень легко понять. В книге «Конструкция мозга», основанной на тех же принципах, последние упоминаются, однако, лишь постольку, поскольку это нужно для их приложения к частной проблеме происхождения адаптивного поведения. Здесь мы рассматриваем механизмы с непрерывным изменением (как бы результат уменьшения дискретных сдвигов до нуля), так как это условие делает их практические свойства более очевидными. Книга написана как самостоятельное, законченное произведение, хотя в понимании основ читателю, возможно, помогло бы «Введение в кибернетику».

За 8 лет, разделяющих время подготовки двух изданий, понимание механизмов типа головного мозга

неизмеримо продвинулось вперед. В связи с этим книга была переработана, а последние две трети полностью написаны заново. В новом варианте, к моему удовлетворению, изложение получилось гораздо более ясным, простым и убедительным, чем это было раньше.

Изменение плана книги, к сожалению, не позволило сохранить первоначальную нумерацию параграфов, так что соответствия нумерации между двумя изданиями нет. Мне хотелось по возможности избежать этого источника путаницы, но я чувствовал, что требования ясности и простоты должны быть поставлены на первое место.