

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Московское общество
испытателей природы

А. Г. ГУРВИЧ

ПРИНЦИПЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ И ТЕОРИИ КЛЕТОЧНЫХ ПОЛЕЙ

Ответственный редактор
доктор биологических наук
Л. В. БЕЛОУСОВ



МОСКВА «НАУКА» 1991

УДК 573.01; 573.22; 576.311

Принципы аналитической биологии и теории клеточных полей/А. Г. Гурвич.— М.: Наука, 1991.— 288 с.— ISBN 5-02-004052-5

Настоящая монография — первая публикация итогового труда крупнейшего биолога А. Г. Гурвича (1874—1954). Книга излагает оригинальные взгляды автора на методологию биологических исследований и пути создания теоретической биологии. Последняя, по мнению автора, должна дать принципы координации (соотнесенности) процессов в биологических системах, характеризующихся многоуровневостью и необратимостью. Автор предлагает вариант такой теории в виде концепции клеточных полей и обсуждает возможности ее приложения к процессам индивидуального развития, регуляции метаболизма и к другим физиологическим процессам, включая высшую нервную деятельность.

Рассчитана на историков естествознания, биологов широкого профиля, философов.

Табл. 2. Ил. 7. Библиогр.: 56 назв.

Рецензенты:

Е. Б. МУЗРУКОВА, В. Н. МИТАШОВ

Г 1903010000-046 472-90, I полугодие
042(02)-91

ISBN 5-02-004052-5

© Издательство «Наука», 1991

ПРЕДИСЛОВИЕ

Читателю предлагается неопубликованная до сих пор монография крупнейшего советского биолога Александра Гавриловича Гурвича (1874—1954) «Принципы аналитической биологии и теории клеточных полей».

Книга является результатом многолетнего обдумывания автором широкого круга биологических проблем: места биологии в системе естественных наук, пути, по которому должно идти ее развитие и, в связи с этим, принципиальной возможности построения общebiологической теории. Книга отражает стремление А. Г. Гурвича, свойственное всей его научной деятельности, выделить из разнообразия жизненных проявлений максимально простую и общую закономерность, определяющую динамику взаимоотношения целого и элементов.

Чтобы понять смысл и структуру данной монографии, пужно коротко сказать об основных вехах научного пути А. Г. Гурвича (см. [2, 3]).

Начав свою научную деятельность в области гистологии и эмбриологии в самом начале XX века, в эпоху расцвета микроскопической анатомии и механики развития, становления цитогенетики и биохимии, Гурвич очень скоро встал на совершенно самобытный научный путь. Его не мог удовлетворить каузально-аналитический редукционизм, который господствовал тогда в механике развития и в только что оформившейся менделевской генетике [10, 11, 31, 32].

Получив в конце XIX в. прекрасное образование в Мюнхенском университете — одном из главных биологических центров того времени, — А. Г. Гурвич начал свою научную деятельность в области гистологии и эмбриологии в эпоху расцвета микроскопической анатомии и механики развития, становления цитогенетики и биохимии. Восприняв достижения всех этих отраслей науки и выполнив прекрасные цитологические исследования, очень рано принесшие ему известность, молодой ученый, однако, очень скоро начинает испытывать неудовлетворенность господствовавшими в то время научными тенден-

циями. Его не удовлетворяла односторонняя аналитичность, не дополняемая попытками синтеза, узкая направленность большинства работ и отсутствие всяких контактов между различными направлениями, например между эмбриологией и генетикой, между цитологией и физико-химическими исследованиями живого. В частности, А. Г. Гурвич, по-видимому, первым осознал, что теория наследственности существенно не полна, если она не включает в себя понимание того, как наследственные свойства реализуются в ходе онтогенеза [10, 11, 31, 32]. Лишь через два десятилетия Т. Морган, Р. Гольдшмидт, а за ними и другие пришли к пониманию важности именно такого подхода.

В попытках построить единую теорию онтогенеза — наследственности А. Г. Гурвич обратился к известным работам Г. Дриша, который экспериментально продемонстрировал целостность развития. Весьма высоко оценивая данные Дриша и сделанные им теоретические выводы, А. Г. Гурвич пошел, однако, значительно дальше своего предшественника, который, как известно, отказался от построения рациональной теории онтогенеза и признал последний непознаваемым процессом. Разработав и обобщив положение Г. Дриша о том, что судьба части зародыша есть функция ее положения в целом, Гурвич фактически уже в 1912—1914 гг. подошел к фундаментальной, новой для биологии идее морфогенетического поля [12, 34—36], хотя сам термин «поле» появляется в работах Гурвича и его сотрудников лишь начиная с 1922 г. [35].

Конкретный облик теории поля, при сохранении ее основного смысла, изменялся автором по мере обдумывания различных биологических проблем. В работах 1912—1920 гг. [33, 35, 36, 38] концепция поля связывалась с понятием «динамически преформированной морфы» — силовой поверхности, ориентирующей и притягивающей клетки эмбриональных зачатков. В работах А. Г. Гурвича и его сотрудников [24, 27, 39, 40], выполненных в 1920-х годах, при анализе процессов эмбриогенеза в качестве источников поля рассматривались отдельные клетки (ядра). Такой подход позволял перейти к конструированию математических моделей процессов морфогенеза. Одна из первых моделей такого рода была построена А. В. Аникиным (27) применительно к морфогенезу фаланговых хрящей в конечности тритона.

А. Г. Гурвича скоро перестало удовлетворять приложе-

ние концепции поля исключительно к явлениям эмбрионального морфогенеза. К концу 1920-х — началу 1930-х годов накопились уже данные о том, что и молекулярные процессы в живых системах обладают существенной упорядоченностью и направленностью. А. Г. Гурвича всегда интересовали связи молекулярных процессов с процессами более высоких уровней биологической организации. Интересно отметить в связи с этим, что и термин «молекулярная биология» впервые в мировой литературе появился в работах Гурвича 1940-х годов. Содержание молекулярной биологии автор видел в познании тех специфических условий и ограничений, которые накладываются на молекулярные процессы в живых системах. В том, что такие ограничения должны существовать, его особенно убеждал факт открытия в его лаборатории так называемых «неравновесных молекулярных констелляций» — ассоциаций химически не связанных молекул, существование которых поддерживается непрерывным поступлением энергии¹ [13--18, 45]. В современной науке структуры такого рода получили название «диссипативных структур». Таких структур обнаруживается все больше.

Открытие неравновесных молекулярных констелляций в сочетании с другими фактами современной ему науки привело А. Г. Гурвича в конце 1930-х — начале 1940-х годов к глубокой переработке первоначальных вариантов концепции поля и к построению так называемой теории клеточных полей [13].

Занимаясь понятие поля из физики и применяя его в биологии, А. Г. Гурвич придавал ему теперь вполне определенное значение: векторы клеточных полей регулируют, т. е. в какой-то степени ограничивают, «связывают» пространственное расположение или пути продвижений совокупностям возбужденных молекул субстрата, как внутриклеточного, так и внеклеточного. Таким образом создаются предпосылки для возникновения неравновесных молекулярных констелляций.

Теория клеточных полей излагалась А. Г. Гурвичем несколько раз: в монографии [13], в сборнике статей, посвященных митогенетическому излучению и теории поля [14], в монографии, входящей в серию биотейоретических изданий [41], в книге о митогенетическом излучении [18]. Она вошла позднее в «Избранные труды» А. Г. Гур-

¹ Понятие «устойчиво-неравновесного» состояния молекулярного субстрата биологических систем было независимо и раньше введено Э. С. Бауэром (1935) [4].

вича, вышедшие в 1977 г. [15]. Помимо этого, теории биологического поля посвящены обзоры Л. В. Белоусова [2] и М. А. Липкина [49, 50]. Но лишь в настоящей книге содержится полное авторское изложение как самой теории, так и теоретико-познавательных подходов к ней.

Несколько слов об обстоятельствах создания этой книги. После известной августовской сессии ВАСХНИЛ 1948 г., в обстановке диктата сторонников Лысенко, А. Г. Гурвич, как и многие другие биологи, лишился не только работы (перед этим он заведовал институтом в Академии медицинских наук СССР), но и всякой возможности публиковать свои труды. Для деятельной натуры ученого вынужденное бездействие было немыслимым: используя кое-какую аппаратуру, которую удалось получить из института, он устроил небольшую домашнюю лабораторию, в которой продолжал экспериментальную работу и, кроме того, занялся целью наиболее полно сформулировать свои взгляды на фундаментальные проблемы биологии. Так и начала возникать данная книга, мало-помалу собираясь из отдельных глав, написанных, как правило, вразбивку. После написания очередной главы или целого большого раздела автор собирал в своей квартире для обсуждения написанного своих бывших сотрудников и друзей, интересовавшихся биологическими проблемами. Авторы предисловия хорошо помнят эти небольшие, «полуподпольные» вечерние собрания. Горячее желание автора опубликовать хотя бы отдельные главы из книги, общая структура которой постепенно вырисовывалась, не осуществилось ни в те годы, ни много позже. Лишь в настоящее время, когда стало ясно, что многие мысли автора намного обогнали современную ему науку, а позже получили независимую разработку в работах зарубежных исследователей, оказалось возможным осуществить данную публикацию.

А. Г. Гурвич придавал исключительное значение выработке строгой научной методологии, считая, что при разумном применении она может привести к научным построениям широкого диапазона. Состояние современной ему биологии страдало, по его выражению, «одной основной болезнью, проявляющейся в самых различных направлениях. Основные высказывания, будь это изложение чисто эмпирических данных или теоретические построения, не продумываются обычно до конца. Из их содержания не делаются те выводы, которые возможны и необходимы» (см. с. 16 настоящей книги).

В связи с этим в введении к книге автор формулирует свои предпосылки следующим образом: «Задача последующего изложения поэтому проста и ясна. Будет сделана попытка по возможности пестерывающей дедукции из общезвестных и общепринятых эмпирических данных и из существенных современных теоретических построений. При этом наш анализ будет заключаться в том, что мы попытаемся заставить их „работать“, т. е. испытать их применимость к решению конкретных задач»². При этом может обнаружиться как их недостаточность, так и противоречивость. Лишь после того, как будет выполнена эта задача, мы попытаемся сделать шаг вперед, вводя новые, если можно так выразиться, неклассические представления, могущие, как нам кажется, несколько отдалить пределы недостаточности наших средств для анализа жизненных проявлений и устранить некоторые противоречия, вкрапившиеся в общепринятые современные теоретические построения».

Эти задачи определили и структуру книги. Она включает четыре больших части: I. Обзор логической структуры методов анализа в биологии; II. Критический анализ основных концепций современной биологии; III. Основы концепции клеточного поля; IV. Анализ дискретных жизненных проявлений. В последней рассматриваются проблемы эмбриогенеза, обратимые жизненные проявления и ставится вопрос о психической сфере как о биологической проблеме.

В разделах, входящих в первую, эпистемологическую часть книги, рассматриваются наиболее общие и глубокие вопросы биологии. Ставя вопрос о своеобразии жизненных явлений и о том, каким должен быть в связи с этим фундамент общей биологии, автор видит это своеобразие не в специфических чертах отдельных биологических процессов, а в принципе их взаимосвязей. Эти принципы А. Г. Гурвич характеризует как «релятивизирующие», объединяя под данным термином как координацию, так и субординацию процессов.

Векторное воздействие поля, регулирующие пространственные параметры процессов, существование в субстрате неравновесных молекулярных констелляций — все это связано с понятием релятивизации. Такие принципы

² Название «аналитическая» биология подразумевает именно такой логико-дедуктивный анализ, а не экспериментальное исследование живых объектов.

взаимосвязей делают, как говорит автор, «возможным существование устойчивых и, вместе с тем, непрерывно эволюционирующих систем».

Развивая дальше представления о методологии и о различных уровнях анализа жизненных проявлений, А. Г. Гурвич показывает, что принцип расчленения объекта, заимствованный из физики и химии, дает биологу очень мало, а само расчленение не равнозначно получению знания.

Во второй части — критическом анализе основных концепций современной (автору) биологии — ярко видно своеобразие подхода А. Г. Гурвича к биологическим проблемам. Главным для автора является «становление», т. е. процесс осуществления данного морфологического или физиологического состояния. Причем в обязательную характеристику состояния входят не только химические, но и пространственные параметры. Наиболее ясным проявлением такого, по выражению А. Г. Гурвича, «структурированного процесса» является онтогенез, но автор подчеркивает необходимость учета пространственных характеристик и в любых других процессах, включая биохимические и физиологические явления во взрослых организмах.

Такой подход полностью соответствует современным взглядам, например, на рецепцию и переработку информации в центральной нервной системе.

Любое биологическое понятие должно, по А. Г. Гурвичу, как бы работать на анализ становления данного явления, даже если это явление в принципе обратимо, как при формировании функциональных состояний. Такая позиция автора ясно выражена в следующей формулировке: «Анализ жизненных проявлений есть анализ процессов, но не вовлекаемых в эти процессы частиц независимо от процессов» (см. с. 123). Эта точка зрения очень интересна и актуальна.

Рассматривая во введении к этой части структуру биологических понятий и понятий других естественных наук, автор отмечает, что в биологии недостаточно разработаны обобщающие понятия.

В разделе, озаглавленном «Сущность и преодоление клеточного принципа», обсуждается, насколько жизненные проявления целых организмов могут быть расчленены на процессы, протекающие в отдельных клетках, или наоборот, насколько велика в них перасчепляемая, континуальная слагаемая. Делается вывод, что расчленение

организма на эквивалентные элементы невозможно, но возможно выделение эквивалентных элементов, причем ими должны являться не клетки, а ядра. Из этого вытекает, что если вообще возможна и осуществима обобщающая, исходящая из оптических наблюдений биологическая теория, то это будет не «клеточная», но «ядерная» теория.

Интересно заметить, что эти представления были высказаны до современных положений о универсальном генетическом ходе, связанным с ядерной ДНК.

В разделе «Протоплазма» автор приходит к выводу, что наблюдаемая в онтогенезе закономерная смена макросостояний не имеет прямых коррелятов в микроскопически наблюдаемых структурах цитоплазмы. Выражение макросостояний нужно искать не в структурах, а в характере процессов.

К разделу «Ядро» близок по смыслу раздел «Логическая структура преформизма (менделизма)». Отдавая в них должное классическим законам генетики и представлению о последственной роли ядерного хроматина, А. Г. Гурвич выступает против упрощенных представлений о клеточном ядре лишь как о «магазине хроматина». Он подчеркивает большое значение специфического пространственного расположения хроматина в ядре, т. е. архитектуре клеточного ядра, которая хотя и меняется, по все же более устойчива нежели архитектура цитоплазмы.

Автор, рассматривая, таким образом, геном как целостный фактор, формулирует в общей форме основное представление теории клеточных полей: «...хроматин определяет, по крайней мере в известной степени, пространственную направленность молекулярных процессов в живых системах» (см. с. 112). Некоторые современные представления о ядре и хромосах как о целостных, высокоструктурированных системах хорошо согласуются с взглядами А. Г. Гурвича. Наиболее ярко это выражено в концепции «хромосомного поля» Лима де Фариа [47].

Несколько слов необходимо сказать о разделе «Метаболизм». Читая его, необходимо помнить, что он был написан до зарождения основ современной молекулярной биологии, когда представления о принципах биосинтетических процессов были совершенно неопределенными. Учитывая это, замечательно, что автор уже тогда решительно выступал против господствующей идеи о симметрии процессов расщепления и синтеза, справедливо

утверждая, что они в биологических системах определяются совершенно разными механизмами. Пророческими оказались и мысли автора о ведущем значении автокатализа в биосинтетических процессах. Его предположение о неспецифичности синтезирующих ферментов интересно сопоставить с современными данными об относительной неспецифичности РНК-полимераз и рибосом, а мысль автора, что синтезирующим ферментам необходимо предпринять выходящие за рамки обычных химических представлений свойства, — с функцией рибосом как «молекулярных машин». Данные последнего времени подтверждают и предположение автора о не полной точности синтезов, о наличии аберрантных вариантов синтезированных молекул (например, спектры изозимов). Одним словом, этот раздел представляет несомненный интерес, в частности, и для понимания того состояния биологии, которое предшествовало выработке современных представлений о механизмах биологических процессов.

III часть посвящена основам и логическому смыслу концепции клеточных полей. Отмечено, что «концепция поля исходит не из физических данных, но из физических возможностей... В ней создается беспрецедентная, но не противоречащая основам физического мышления и опыта комбинация понятий... Поле имеет значение нормирующей инварианты стерических параметров молекулярных процессов, протекающих в живых системах». Эта формулировка, полностью согласуясь с сказанной выше, уточняет ее. В этой же части книги уточняются представления автора о связи поля с состоянием хроматина и о характере действия поля. Пространственно направленный импульс — вектор поля — возникает в процессе сплитинга ядерных нуклеопротеидов, т. е. завершающих фаз формирования возбужденных частиц хроматина. Действие векторов описывается простой ограничительной формулировкой, вполне удовлетворяющей, вместе с тем, возможной сложности результативных явлений, — оно сводится к отталкиванию окружающих возбужденных молекул, различных по своей химической природе.

Частота возникновения источников элементарных полей зависит от активности метаболизма хроматина и, следовательно, является функцией общего метаболизма. Результирующие от геометрического сложения элементарных полей клеточные поля изменчивы. Надклеточные «актуальные» поля, зависящие от характера внутриклеточных процессов и, вместе с тем, регулирующие их, за-

висят паряду с этим и от меняющейся топографии клеток, т. е. еще более изменчивы.

При этом следует подчеркнуть, что, согласно концепции А. Г. Гурвича, векторы полей отдельных клеток выходят за их границы в межклеточные пространства. Реальными, т. е. в принципе наблюдаемыми, являются проявления только актуальных полей.

С общей точки зрения теория клеточных полей рассматривается автором, таким образом, как моделирование сопряженного взаимодействия различных биологических уровней, при котором «эволюция актуальных полей есть следствие нестационарных жизненных проявлений, а нестационарность жизненных процессов является следствием эволюции актуальных полей».

В III части конкретизируются некоторые из приведенных понятий и положений. Так, в разделе «Анализ актуальных полей» разбираются геометрические построения, описывающие взаимодействие симметрично и асимметрично расположенных источников полей.

Очень важны разделы, посвященные неравновесным молекулярным констелляциям (НМК) и возможности возникновения из констелляций так называемых «вестилий», т. е. более равновесных структур, отражающих вместе с тем, в какой-то мере, предшествующие им конфигурации констелляций. Изучение изменений НМК при различных функциональных состояниях биологических систем позволяет более непосредственно связывать трактовку физиологических явлений с пространственной динамикой молекулярных процессов.

В IV части книги рассматриваются возможности плодотворного применения концепции клеточных и актуальных полей к различным биологическим процессам.

В большом разделе «Эмбриогенез» обсуждаются следующие проблемы: возникновение первичных половых клеток — автор предполагает, что они могут возникать в областях симметричных актуальных полей; расчленение однородных мезенхимных и эпителиальных клеточных масс на отделы; возникновение различий между соседними клетками и формирование внеклеточных структур. Все эти проблемы очень актуальны для современной биологии развития, где полного понимания данных процессов пока еще не достигнуто.

Большой раздел этой части составляет анализ проблемы психосоматических связей. Рассматривая эту проблему как в значительной степени биологическую, А. Г. Гур-

вич объединяет посвященную этим вопросам группу разделов общим заглавием «Психическая сфера как биологическая проблема».

«Попытка биологического анализа психических вопросов является своего рода пробным камнем того, до какого предела может дойти биологическое мышление, т. е. использование представлений, постепенно слагающихся из наблюдений жизненных явлений и размышлений над ними», — говорит автор, «Биолог, оставаясь на реальной почве и избегая плоских упрощений», должен в поисках соматопсихических связей очертить определенные вопросы. Одной из таких задач является описание психических актов, возникающих в ответ на воздействие внешнего мира. Эти акты обозначаются как «переживания» ... «Но биолог вправе и даже обязан поставить и более широкую задачу: — Мы сознаем неограниченную пестроту неупорядоченного потока наших мыслей. И здесь нужно поставить вопрос — в какого рода соматических предпосылках можно видеть саму возможность переживаемого разнообразия?»

А. Г. Гурвича не удовлетворяют, вследствие этого, те подходы к анализу психосоматических связей, в которых вся последовательность соматических процессов, начинающихся с раздражений рецепторов и приводящих к возникновению психических проявлений, описывается теми же параметрами, что и работа психических центров нервной системы.

При этом неминуемо создается разрыв сплошности между последним звеном соматического ряда и первым звеном психического ряда.

Нужно, напротив, по мнению автора, исходить из того, что «последнее звено соматического ряда должно отличаться чем-то принципиальным от предшествующих соматических звеньев», — содержание процессов в нем должно создавать те соматические предпосылки, которые соответствуют текущему разнообразию психических актов и формированию целостных образов. Разрыв сплошности будет при этом сглаживаться, создавая постепенность перехода от соматических к психическим звеньям.

Развивая эти мысли в разделах «Биологический анализ строения мозговой коры», «Актуальное поле мозговой коры», А. Г. Гурвич подчеркивает значение пространственно-координационных зависимостей в больших множествах нейронов, при которых вопросы о состояниях от-

дельных функциональных единиц и избирательных связях между ними теряют смысл.

Целостному нерасчленяемому характеру последних соматических звеньев полностью адекватно понятие актуального поля мозговой коры. Процесс перехода к психическим явлениям автор представляет поэтому следующим образом: возникающее под влиянием дискретных элементов данное целостное переживание не создается заново, а выражается в определенной модификации уже существующего целостного состояния — состояния актуального поля коры.

В относящемся к этой же части разделе «Эмбриогенез психики» вводится представление о том, что зачатки (рудименты) психики должны существовать с самого начала эмбрионального развития и что в качестве таких рудиментов можно принять «знание зародышем моментального состояния своего актуального поля», а в качестве рудиментов поступков — эмбриональные регуляции. В этом разделе, таким образом, тоже видно стремление автора к введению более плавного перехода между соматическими и психическими рядами явлений.

Вопрос о взаимоотношении научной концепции, изложенной в данной книге, с проблемами современной биологии непрост и, несомненно, заслуживает специального исследования. Здесь мы можем коснуться лишь нескольких ключевых моментов.

Как уже говорилось вначале, научное творчество А. Г. Гурвича всегда отличалось полной самобытностью, т. е. своим оригинальным подходом к основным проблемам биологии, и это неизбежно приводило к некоторой научной изоляции. Но эта изоляция была связана, как нам представляется, еще и с тем, что мировая биология 30-50-х годов переживала своего рода идейный кризис, который большинство биологов тех лет старалось не замечать, но который объективно существовал. Обширный фактический материал, накопленный к тому времени в эмбриологии, генетике, биохимии, физиологии, практически не получал сколько-нибудь общего объяснения.

Как в ходе эмбрионального развития осуществляется и регулируется усложнение организации зародыша? Как регулируется синтез специфических белков, причем в должное время и в должном месте организма? Как вообще дискретные гены могут влиять на целостный процесс развития? Как возможны специфические реакции (имму-

пологические или физиологические) на самые разнообразные внешние воздействия?

Ни на один из этих вопросов не было в те годы сколько-нибудь удовлетворительного ответа, многие из этих вопросов не ставились вообще. В этих условиях А. Г. Гурвич был одним из очень немногих, кто искал на многие из этих вопросов общий ответ и сформулировал подходы к такому ответу в рассматриваемой книге.

Сейчас положение в биологии, несомненно, меняется, и за последние десятилетия в изучении этих и некоторых близких проблем наметился существенный, а в некоторых отношениях большой прогресс.

Было бы, конечно, неверно думать, что все современные работы идут в том же направлении, в котором развивались исследования А. Г. Гурвича, по близость некоторых положений стала очевидной. Стало ясно, что «молекулярный редукционизм» не может решить фундаментальных биологических проблем и должен быть дополнен, по меньшей мере, «молекулярным интегратизмом», а лучше сказать, системно-структурными подходами.

Именно об этом общем аспекте мы думаем, говоря о приближении современных взглядов к представлениям А. Г. Гурвича. Наиболее существенно при этом, что для современной биологии ведущее значение пространственных параметров и неравновесной организации субстрата становится таким же несомненным, каким оно было для А. Г. Гурвича. Для автора книги, вместе с тем, эти понятия неотделимы от чисто биологической концепции клеточных и актуальных полей; именно с пространственно-регуляторным влиянием клеточного и надклеточного уровней на молекулярный уровень А. Г. Гурвич связывает возникновение в молекулярном субстрате неравновесно-структурированных состояний и процессов.

Современная же оппозиция редукционизму зародилась вне биологии, она взяла начало в физико-математической теории самоорганизации (синергетике) и вошла, таким образом, в биологию как бы со стороны, хотя во многих отношениях ее результаты, несомненно, очень плодотворны.

Таким образом, несмотря на общность антиредукционистского подхода к биологическим проблемам, дальнейшая трактовка их А. Г. Гурвичем отличается от современных представлений системного характера.

Но тем важнее и интереснее, с нашей точки зрения, ознакомление читателей с подходом А. Г. Гурвича к

фундаментальным проблемам биологии, приведшим его к обобщающему построению — концепции биологического поля.

Здесь уместно вспомнить слова В. И. Вернадского, которого связывали с А. Г. Гурвичем дружеские отношения: «Вся история науки на каждом шагу показывает, что отдельные личности были более правы в своих утверждениях, чем целые корпорации ученых или сотни и тысячи исследователей, придерживающихся господствующих взглядов... Несомненно и в наше время наиболее истинное, наиболее правильное и глубокое научное мировоззрение кроется среди каких-нибудь одиноких ученых или небольших групп исследователей, мнения которых не обращают нашего внимания или возбуждают наше неудовольствие или отрицание» [6, с. 71].

В процессе редактирования мы стремились сохранить авторский текст в максимальной неприкосновенности. Изменения вносились лишь тогда, когда это было совершенно необходимо для ясного понимания мыслей автора.

Несколько слов об авторской терминологии. Мы попытались сохранить ее во всем своеобразие без всяких изменений. Однако некоторые термины заслуживают разъяснения. Таков излюбленный термин автора «неудержность», отражающий одно из наиболее фундаментальных, по его мнению, свойств биологических систем. Этот термин весьма близок по смыслу к понятию «необратимость», и внимание А. Г. Гурвича именно к этой черте биологических систем полностью оправдалось последующим ходом развития науки.

Термин автора «разрыв сплошности» следует понимать как разрыв непрерывной цепи взаимообусловленных событий. И, напротив, термин «релятивизация» следует понимать как взаимообусловленность или, лучше, соптенность событий, которые могут протекать на разных уровнях биологической организации.

На обложке книги воспроизведена «полевая» интерпретация морфогенеза зачатка головного мозга [13]. Под влиянием векторных воздействий, обозначенных стрелками, исходный внутренний контур преобразуется в паружный, состоящий из трех мозговых пузырей. Этот пример иллюстрирует наличие целостных геометрических законов формообразования.

*А. А. Гурвич
Л. В. Белоусов*

Современная биология страдает, по нашему убеждению, одной основной болезнью, проявляющейся в ее самых различных направлениях.

Основные высказывания, будь это изложение чисто эмпирических данных или теоретические построения, не продумываются обычно до конца. Из их содержания не делаются те выводы, которые возможны и необходимы. Теоретические построения, и даже больше того, все биологическое мировоззрение, создаются по существу чисто индуктивным путем, не обеспеченным в должной мере доступными проверке дедукциями.

В этом слабость теоретических попыток в биологии. В еще большей мере поражает далеко идущее, почти полное отсутствие выводов из чисто эмпирических данных, выводов, могущих лечь в основу действительно обоснованных, индуктивных теоретических построений.

Будет сделана попытка возможно исчерпывающей дедукции из общеизвестных и общепризнанных эмпирических данных и из существенных современных теоретических построений. При этом прием нашего анализа относительно последних будет заключаться в том, что мы попытаемся заставить их «работать», т. е. испытать их применимость к разрешению конкретных задач. При этом может сказаться как их недостаточность, так и противоречивость. Лишь после того как будет выполнена эта задача, мы попытаемся сделать шаг вперед, вводя новые, если можно так выразиться, не классические представления, могущие, как нам кажется, несколько отдалить пределы недостаточности наших средств для анализа жизненных проявлений и устранить некоторые противоречия, вкравшиеся в общепризнанные современные теоретические построения.

Подход биолога к своим непосредственным задачам должен в некоторых существенных отношениях отличаться от путей остальных областей естествознания.

Прежде всего приходится отказаться от формулирования общей задачи биологии, подобно тому, как, например, геология определяет своей задачей возможно полное знание строения и происхождения Земли.

В лучшем случае возможно избежать полной тавтологии лишь при определении биологии как науки о «жизненных проявлениях». Но мы не можем иметь при этом уверенности, что расчленим без остатка нечто, ускользающее от однозначного определения.

Мы знаем лишь, что выделяем из него отдельные проявления, подозревая при этом инстинктивно, что что-то, быть может наиболее существенное, от нас ускользает.

Но и само понятие «жизненные проявления» неопределенно. Оно создается непосредственным восприятием, причем мы вовсе не причисляем все наблюдаемое на живых системах к ее «жизненным проявлениям». Объект анализа остается поэтому и здесь неопределенным.

Невозможность однозначного, не тавтологического определения общей задачи биологии имеет своим последствием полный разброд интересов, направлений и путей исследования. Такое положение вещей является, по-видимому, неизбежным и фатальным, и с ним приходится примириться. Но далеко не безнадежной является попытка пайти общее и при этом существенное «нечто» во всех направлениях биологической работы.

Мы полагали, что это нечто совершенно объективно существует: при любой биологической проблеме исследователь сознает, что имеет всегда дело со становлением, одинаково относящимся к филогенезу, или к эмбриогенезу, или к многократным в течение жизненного цикла, в том числе и квазистационарным, процессам.

Мы оставляем без рассмотрения филогенетическую эволюцию, так как степень ее спонтанности или, наоборот, зависимости от внешних условий не может быть точно установленной. Не непрерывность становления в индивидуальных жизненных циклах является несомненно спонтанной, т. е. сохраняется и при полной стационарности внешней среды, хотя, конечно, ее ход в известной мере находится в зависимости от нее.

Спонтанность прохождения жизненного цикла мы можем обозначить как его неудержность и рассматривать ее анализ, как содержание общей биологии. Своеобразие задачи — анализ и достижение возможной степени понимания неудержности становления — может повлечь за собой своеобразие или расширение гносеологических основ умозрительных построений. Нам представляется поэтому уместным обзор логической структуры общепризнанных методов анализа в естествознании.

ОБЗОР ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МЕТОДОВ АНАЛИЗА В БИОЛОГИИ

1. ОБЩИЕ ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ

ОБ ОБЩИХ ПРИНЦИПАХ И НАТУРФИЛОСОФИИ

Научная мысль охватывает наряду с стремлением к расширению знания и пониманию путем наблюдения и потребность в чистом «размышлении» над результатами этих умственных операций.

Плодами размышления является установление «общих принципов» и «натурфилософии» данной науки.

Мы проводим следующие различия между этими двумя понятиями. «Принципами» мы руководимся при постановке конкретных вопросов, т. е. в процессе научного анализа. Выражаясь образно, можно сказать, что принципы всегда «работают».

Натурфилософские понятия вытекают из другой потребности нашего «я» и дают удовлетворение своеобразного, несколько эмоционального характера.

При размышлении над наблюдаемым возникают порой вопросы, на которые возможны лишь чисто тавтологические ответы. Для научного анализа они не имеют поэтому смысла, т. е. остаются вне науки. Но едва ли правильно утверждать, что они вообще лишены смысла, что постановка такого вопроса основана на недоразумении, на ложных представлениях о действительности.

Единственно существенным является проведение достаточно резко очерченной грани между научным, совершенно бесстрастным ходом мысли и размышлениями, в которые вкрадывается элемент эмоционального.

Можно ли сказать с полной уверенностью, что такое разграничение всегда удастся?

Если мы отнесем к области натурфилософии (т. е. выключим из науки) то, что можно обозначить для краткости как «непонятное», можно усомниться, что научный исследователь всегда обоснованно может сказать, что в области его изысканий, правда, есть много «непонятного», но что у него есть уверенность, что оно будет из-

жито или путем наблюдений, или, по крайней мере, путем разумной умозрительной конструкции. «Непонятное» же может быть резко очерчено и находится за пределами его интереса. Во многих случаях такое утверждение соответствует реальному положению вещей, специально в проблемах исторического естествознания. Геолог стоит на твердой почве, устраняя шаг за шагом еще не «понятное» в истории земли, биолог удовлетворяется (хотя быть может с очень малой степенью убедительности) конструкцией хода филогенеза, т. е. так же знает лишь «еще непонятное», но не непонятное. И тот и другой могут, если пожелают, с полным правом исключить из своей научной мысли вопрос о возникновении Вселенной, о зарождении жизни и т. д.

Но для биолога не исторического направления «непонятное» вклинивается, так сказать, в самую гущу его исследовательской работы и предписывает как бы игнорировать то, относительно чего невозможны осмысленные вопросы, является, в сущности, фикцией.

В этом и кроется главная опасность для биолога. Но, с другой стороны, может возникнуть следующее сомнение. Насколько безапелляционно и точно, раз навсегда, определены пределы осмысленных для естествознания вопросов?

Не обуславливается ли в некоторых случаях неизбежность чисто тавтологического ответа и этим самым и бессмысленность вопроса теми рамками, которые поставлены для его формулирования? Быть может, в применении «тавтологии» нередко проявляются некоторая небрежность или преувеличения. Действительно, понятие тавтологии не строго очерчено. Во многих случаях фактически мы называем тавтологией обозначение одного и того же понятия двумя возможно близкими по содержанию синонимами, причем мы, несомненно произвольно, отбрасываем то, что различно по содержанию в этих синонимах¹. Но возможны случаи мнимой и временной тавтологии; высказывания приобретают тавтологическое содержание вследствие твердой уверенности, что какие-либо допущения, выходящие за рамки известного, которые могли бы

¹ Строго говоря, знаменитая мольеровская тавтология может оказаться не вполне бессмысленной. «Спотворная способность» может обозначать и нечто большее, чем «подавлять чувства». Другое дело, если мы обозначаем «подавление чувств» спотворной способностью. Но это уже не тавтология, а удобное в силу тех или иных соображений обозначение.

дать ответу петавтологическое содержание, исключаются.

После преодоления этой уверенности тавтология исчезает. Приведем пример: на вопрос, в силу чего многие химические процессы протекают по-иному в живых системах, чем *in vitro*, ответ будет гласить: «В силу особых условий в живых системах». На дальнейший вопрос, в чем заключаются эти условия, последует ответ: «Эти условия несомненно вытекают из еще не установленных, но принципиально установимых сочетаний молекул в живых системах». На следующий вопрос — чем обуславливаются эти особые сочетания молекул — единственный возможный с общепринятой точки зрения ответ: «условиями системы».

В такой форме тавтология очевидна, но она вытекает из незыблемого положения, что все, что наблюдается в живых системах, вытекает в последней инстанции из, так сказать, канонических свойств их молекул. Любое допущение, выходящее за пределы этого утверждения, объявляется в свою очередь тавтологическим, так как оно, согласно определению, не может быть сведено на молекулярную схему.

Порочный круг такой аргументации очевиден: оспариваемое допущение, выходящее за рамки уже общепринятого, по охарактеризованное ограничительно, может избежать тавтологии. Его непонятность будет при этом условной, так как она сохранится лишь для канонической точки зрения. В действительности же такое допущение будет скорее необычайным, т. е. непривычным.

Мы видим, таким образом, что разграничение хода мысли, приводящего к установлению принципов и к постановке «бессмысленных» для науки, «натурфилософских» понятий, далеко не всегда может быть проведено с полной четкостью и безусловностью.

О НАУЧНОМ ПОНИМАНИИ

Научная мысль идет двумя путями: приобретением знаний и достижением понимания.

Необходимо договориться относительно того, что мы будем обозначать как научное понимание.

«Понимание» в обычном, житейском смысле слова есть психическое переживание, охарактеризованное в основном чувством удовлетворения, успокоения, которое может наступить на любой ступени ознакомления с тем

явлением, о котором идет речь. Мы ловим себя нередко на том, что говорим: «Я понял, я больше ничего не хочу знать».

В научной мысли последний абзац, конечно, потерпим, но легко убедиться путем самонаблюдения, что, наоборот, у нас нередко возникает обратное положение, при котором данное явление нам как будто исчерпывающе известно («мы все о нем знаем»), и тем не менее мы его «не понимаем».

Конечно, обманчиво при этом утверждение, что знание в данном случае исчерпывающе.

Все дело в таких случаях в том, что паступает момент, когда мы не знаем, что дальше предпринять в смысле исследования, т. е. какие поставить осмысленные вопросы?

Выходом из этого кризиса непонимания является обычно постановка вопроса «почему».

Обычно принимают, что существует принципиальная разница между вопросами «как» и «почему».

Но это является в значительной мере самообманом. Изыскание «причины» (что есть ответ на вопрос «почему») для события A сводится в конечном счете к установлению предшествующего события B^2 и т. д., причем ретроградирующая причинная цепь упирается рано или поздно в «данное», относительно которого вопрос каузального характера является бессмысленным.

На первый взгляд не видно разницы между такой причинной цепью и исчерпывающей цепью событий, составляющих наше знание. Действительно, и в последней событию A предшествует событие B , т. е., называя B причиной A , мы не вносим ничего нового в понимание. Но, в действительности, существенное различие есть, и оно заключается в том антропоморфизме, который мы неизбежно вносим, говоря о «причинной» связи.

Формально мы определяем лишь, что B всегда предшествует A , но, в действительности, обозначая B как причину A , мы вводим представление о каком-то воздействии B на A .

Без него мы не можем обойтись, и с этим приходится примириться, сознавая всю его условность. Этим принципом воздействия проникнут весь дух физических представлений, и из него вытекают последствия основной важности.

² Конечно, с некоторыми оговорками, без B не появляется A . при изменении B меняется A .

Если мы решаемся на введение представления о воздействии несомненно антропоморфного происхождения и характера, то это влечет за собой неминуемое желание по возможности избежать пестроты воздействий, т. е. унифицировать их. Этим самым в паблюдаемую пестроту последовательных звеньев многочленного процесса мы вносим нечто объединяющее, которое и создаст условное его «понимание». Это объединяющее мы пазываем принципом. Наивно поэтому думать, что наиболее строгая паучная мысль, обращенная к изучению и пониманию внешнего мира, лишена эмоционального элемента и доли антропоморфизма.

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ

Общие принципы можно охарактеризовать охолостической формулой *regulae philosophandi*. Принцип есть идея, дающая направление нашему исследованию в той или иной проблеме. Хорошо известно, что постановка проблемы может идти различными путями, в зависимости от точки зрения и некоторого субъективизма исследователя, и что это особенно ярко сказывается в биологии. Но для того чтобы эти направления и интересы не слишком измельчали, необходимо, чтобы мыслью исследователя руководили основные принципы, как бы освещающие путь, который должен привести нас к цели любой науки — приблизить к пониманию. Принципы этой категории можно обозначить как «директивные».

Но сам термин «принцип» может иметь и совершенно иное значение, к которому применим постулат Ньютона о нежелательности умножения их сверх необходимости.

В то время как директивные принципы устанавливают основные пути и, если можно так выразиться, логическую структуру нашего познания, термин «принцип» обозначает и наиболее общие и устойчивые формулировки достижений паучного анализа.

В таком понимании термина мы можем различать «нормативные» и «конститутивные» принципы.

Первые приближаются по своему характеру к положениям, обозначаемым обычно как «законы», так как позволяют предсказывать в известной мере события, правда лишь в ограничительном смысле, т. е. формулируя пределы возможного. Так, например, принципы термодинамики очерчивают границы допустимых гипотез и

однозначно указывают на невозможность определенных течений событий, оставляя в то же время открытым вопрос о их действительном ходе в каждом конкретном случае, т. е. о реализации той или иной из остающихся открытыми возможностей.

Конститутивные принципы являются в сущности теориями, приобретшими такую степень плодотворности и столь значительного охвата, что они применимы без колебаний к подавляющему большинству относящихся к данной области наблюдений. Таковы, например, принципы строения атома, электронов и т. п.

Нормативные и конститутивные принципы отличны друг от друга и в другом основном смысле.

Будучи раз установлены и признаны, нормативные принципы сохраняют свою обязательность, так сказать, навсегда, т. е. не подвергаются больше сомнению или исключениям по причине, наглядно выясненной Пуанкаре [51].

Принцип сохранения энергии формулируется, например, в такой форме, что всегда сохраняется свобода введения промежуточных ненаблюдаемых процессов такого рода, чтобы закон сохранил свою силу и в данном, вначале неясном случае.

Конститутивные принципы, как любая теория, всегда могут эволюционировать и могут быть в дальнейшем изменены или даже отброшены, что мы наблюдаем в ходе развития любой науки. Но до тех пор, пока они признаются, они являются решающим фактором, как бы кодексом, направляющим весь ход исследования и толкования результатов. Мы как бы смотрим сквозь очки принципов. Вместе с тем они обычно формулируются таким образом, что сохраняется возможность их расширения и приспособления к новым актам. Такова, например, теория химической валентности, претерпевшая значительное расширение в теории водородных связей.

Степень и характер применения конститутивных принципов в различных конкретных случаях далеко не одинаковы. Мы можем различить «исчерпывающую» и «ориентировочную» применимость и попытаемся пояснить это на атомной модели Бора³.

Ее формулировка относительно атома водорода исчерпывающая в том смысле, что она построена по следую-

³ Для нас, конечно, не имеет значения тот факт, что в некоторых отношениях она имеет лишь исторический интерес, так как нам важна лишь ее логическая структура.

щей схеме: существует ядро с такими-то параметрами, электрон с такими-то и т. д. Описание атома водорода аналогично, иначе говоря, описанию механизма, в котором не остаются детали неопределенного характера.

Строго говоря, здесь вовсе нет речи о «принципе» в явной форме, он лишь включен в неизбежное суждение, по аналогии следующего содержания: атом водорода представляет столько общего с другими атомами, что очень велика вероятность применимости принципиально одинакового построения и для всех других атомов. Но так как попытки расчета наподобие атома водорода оказываются технически невыполнимыми, применение принципа приобретает в этих случаях лишь ориентирующий характер. Но мы принимаем при этом, что это знаменует лишь урон в его полноте, но не в достоверности.

Формулировка такой обобщенной модели атома содержит «принцип» уже в явной форме, и в каждом конкретном случае мы должны отдать себе отчет, в чем главный интерес и ценность построения обобщенной модели: в приближении ли к пониманию строения данного атома, или в укреплении предположения о существовании общего принципа? Другими словами, далеко не ясно, насколько в каждом конкретном случае предполагаемый принцип действительно активно «работает» или только намечается в завуалированном виде ⁴.

⁴ Мы разберем один пример, иллюстрирующий важность этого вопроса. Резко очерченные полосы излучения любого атома выводятся без дополнительных допущений, из основного положения атомной модели: «...для перехода электронов с одного энергетического уровня на другой, более низкий, существуют запрещенные уровни».

Но создание представления о «метастабильном» состоянии возбуждения, т. е. об использовании «запрещенных» уровней, необходимое для объяснения фосфоресценции, несомненно двойственного характера: «работает» уже при этом не сам основной принцип в своем первоначальном виде, а созданное дополнение, несомненно осложняющее положение. Правда, принцип, с одной стороны, как бы проясняет проблему фосфоресценции, но, с другой стороны, дополнение к нему создано в значительной мере для его большего торжества.

Если в избранном нами примере значительно перевешивает первая сторона, то легко, конечно, себе представить, что в других случаях соотношение между обоими мотивами создания вспомогательного построения может быть существенно иным и в конце концов свестись к положению, что «ориентирующее» применение принципа в данном случае быть может и минимально, но во всяком случае легко допустить, что при соответственных, еще не сформулированных дополнениях и изменениях, ничто ему в данном явлении не противоречит.

Но в благоприятных случаях и ориентирующее применение принципа может значительно расширить наше знание и позволяет сформулировать ряд высказываний качественного и в некоторых случаях, быть может, количественного характера. Для такого ориентирующего использования общего принципа на основании того, что в простейших случаях он дает исчерпывающее определение явления, необходимо, чтобы принцип был сформулирован в составном, а не простом предложении, т. е. по схеме A есть B и C ... Однозначная связь между значениями $A - B$, $A - C$... при исчерпывающем применении принципа может осуществляться лишь в неполной мере при ориентирующем применении, т. е. $A - B$ остается в полной силе, $A - C$ остается неопределенным или даже отрицается.

В существенно ином свете является при неисчерпывающем применении принцип, сформулированный простым предложением, например закон всемирного тяготения. Он допускает фактически лишь исчерпывающие применения. В тех случаях, где задача по своей сложности недоступна исчерпывающему решению, принцип тяготения, конечно, молча признается, но не является ни ориентирующим, ни как-либо проясняющим средством анализа. Он, другими словами, не работает.

Но его молчаливое признание обусловлено именно характером его формулировки, относящейся ко всем телам безотносительно к их остальным свойствам.

Обширность возможного конкретного применения принципа не является поэтому однозначным критерием его ценности.

Это относится особенно к создаваемым чисто умозрительно, не на основании обобщений наблюдаемого, принципам. Они должны обладать, если можно так выразиться, внутренней убедительностью, которая определяется степенью их конструктивности.

В ряде случаев он должен обладать исчерпывающей применимостью. Но в широком охвате его применимость должна носить хотя бы ориентировочный характер. Цепь вытекающих из его применения событий не может быть доведена в таких случаях до конца, т. е. до конкретно наблюдаемого, но обрывается на какой-либо обобщенной ступени, в таком же отношении к наблюдаемым проявлениям, как какая-либо таксономическая ступень к непосредственно нижестоящей (например, род и вид).

Обрыв обусловливался бы при этом чрезмерной сложностью общей ситуации, подобно тому как невозможно исчерпывающее применение принципа тяготения к проблеме взаимоотношений многих тел.

О ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ НАУЧНЫХ ВЫСКАЗЫВАНИЙ

Мы попытаемся отдать себе отчет в том, в каких направлениях идет размышление над наблюдаемыми фактами, приводящее к созданию общих принципов.

Будем для дальнейшего рационально различать четыре рода умственных операций, связанных с размышлением над наблюдаемым, — обобщение, индукцию, толкование и дедукцию.

И обобщениям и индукциям присущ элемент предположения, лишь в некоторых случаях допускающий ту ступень подтверждения, которую принято называть «доказательством». Но различия между обоими умственными актами очень существенны.

Делая обобщения, мы предполагаем, строго говоря, лишь одно: определенные наблюдения (или выводы), выполненные в ограниченном числе случаев, подтвердятся и в еще неисследованных, аналогичных. Мы при этом не конструируем ничего не наблюдаемого нового.

В противоположность этому индукции не должны непременно обладать обобщающей тенденцией, но вместо этого предположительно вводится именно новое ненаблюдаемое. Будет ли это новое во всех случаях принципиально наблюдаемым, как этого требует позитивистская наука, или имеют притязание на научную ценность и ненаблюдаемые представления, не представляет пока для нас интереса.

Наряду с обобщениями и индукцией элемент предположительного играет большую роль в биологии в виде «толкований».

Толкование есть предположительное установление между наблюдениями связей, не вытекающих из наблюдений и во многих случаях не обогащающих нашего понимания происходящего. В биологии сюда относятся понятие гомологии.

Сюда также относятся многочисленные попытки «толкования» филогенетических связей, например пользовавшаяся в свое время широким признанием геккелевская теория гастрულიци. Эмбриологи конца прошлого и нача-

да этого столетия «толковали», т. е. рассматривали, например, первичную борозду амниот как видоизмененную гастрულიцию, поступая так вопреки фактическим наблюдениям, в угоду филогенетическим представлениям.

Обобщение

Обобщение — важнейшая и вместе с тем наименее достоверная форма нашего суждения.

Само понятие имеет двойной смысл: выделение общего из комплекса аналогичных, но не идентичных наблюдений, — операция, приводящая к так называемым абстракциям, и экстраполирование, выходящее за пределы опыта.

Обобщения первой категории основных понятий составляют словарь данной науки, причем они как таковые не являются обычно непосредственными объектами анализа. Обобщения такого рода могут оказаться бесполезными, бессодержательными, но к ним нельзя применить эпитет ошибочных.

Но экстраполяции всегда сопряжены с риском и степень их необоснованности может достичь прямой ошибочности построения.

Вместе с тем нельзя отрицать их громадного значения. Уместно поэтому выяснить предпосылки, обеспечивающие в той или иной мере экстраполяции. Эта задача неразрывно связана с вопросом о цели в каждом данном случае.

Высказывания, содержащиеся в экстраполяции, можно разделить на две категории — альтернативные и неопределяемые.

Мы приведем два примера.

1. В проблеме скорости проведения нервного возбуждения перед Гельмгольцем стояла альтернатива — конечна ли (фактически измерима ли она) или фактически моментальна (как тогда предполагалось), например, одного порядка со скоростью света?

2. Влияние какого-либо внешнего фактора — питания, света, влажности — на растение. Здесь альтернатива относится лишь к ответу «да» или «нет». Признаем за ней право на экстраполяцию. Но все значение вопроса и его интерес относятся к неальтернативным параметрам — направлению воздействия (стимуляции или торможению) и их диапазону. Явная необоснованность экстраполяции здесь очевидна.

Неверно было бы, однако, заключение, что альтернативность экстраполяции гарантирует сама по себе ее достоверность. Но можно сказать, что лишь альтернативные высказывания могут притязать на достоверность, критерием которой может быть лишь высказывание от противного.

Для этого необходима формулировка вопроса, при которой одна из альтернатив может быть признана совершенно невероятной или абсурдной.

Действительно, в нашем примере с проведением возбуждения констатирование, что скорость для пера лягушки равна нескольким десяткам метров в секунду, делает совершенно неправдоподобным, абсурдным допущение, что в других нервах она фактически неизмерима. Но совершенно ясно, что неальтернативная экстраполяция не может быть сформулирована так, чтобы было возможно высказывание от обратного. Ее достоверность не может поэтому выйти за пределы известной меры правдоподобия, оценка которого всегда чисто субъективна.

Современная биология совершенно игнорирует необходимость определенных предпосылок для мотивированной экстраполяции и аргументирует исключительно примерами, говорящими в ее пользу, выхваченными из неограниченно большого числа наблюдений, к которым сделанная экстраполяция явно неприменима.

Экстраполяция такого рода явно догматического характера, причем далеко не всегда удастся проследить корни такого догматизма. Характерна для них совершенно произвольная переоценка значения отдельных наблюдений. При этом делаемая экстраполяция приобретает характер принципов действия, т. е. направленности дальнейших изысканий в догматически сформулированном смысле. Этим и обусловлено отрицательное значение и даже прямой вред ряда неальтернативных экстраполяций.

К этой категории мы можем причислить два важных обобщения, очень отличных друг от друга, но связанных принципом переоценки.

Первый из них — принцип селекции в своей ортодоксальной форме либо ламаркизм в его различных разновидностях и современных модификациях.

Обоснование доминирующего значения селекции (либо ламаркизма) дается лишь путем аргументации примерами. Слабость такого приема вытекает из возможности приведения бесчисленных других примеров, в которых принцип не запрашивается и его применимость остается

во всяком случае под большим сомнением или прямо граничит с нелепостью.

Второй случай обобщения с характером переоценки мы видим в преимущественно химическом направлении современной физиологии и цитологии. Переоценка заключается здесь в убеждении (правда, не всегда открыто высказываемом), что путь к пониманию жизненных проявлений (включая и их видовую специфику) лежит в выяснении их химических параметров.

Корни таких догматических обобщений с характером переоценки не всегда легко выяснить, но они, несомненно, обоснованы отчасти чисто психологическими мотивами.

Селекция была возведена в принцип, по-видимому, под впечатлением ярких наблюдений (Дарвин).

Химическая «предвзятость» является результатом ряда независимых причин: антипатии к автономному мышлению в биологии (витализму), кризиса микроскопии, исчерпавшей по существу свои возможности, успехов химии полимеров и т. д.

Индукция

Индукция есть введение в цепь наблюдаемых событий не наблюдаемого, но потенциально наблюдаемого звена.

Такое определение не вполне совпадает с обычным в науке приемом индукции: «Ненаблюдаемое» вводится обычно в расчете не на одну цепь событий, но в надежде возможности применения к обширному классу разнородных процессов. Но характер допущений, включаемых в индукцию, конечно, не меняется в зависимости от их большего или меньшего охвата.

Существенным в данном нами определении акта индукции является следующее.

Произвольно вводимому «ненаблюдаемому» уделяется «определенное» место в цепи событий, являющихся объектом наблюдений. Следовательно, предполагаемое «ненаблюдаемое» может быть сколько-нибудь обоснованно сформулировано лишь после того, как последовательность событий установлена настолько, что может быть с достаточной определенностью указан в ней тот пробел, который мы хотим заполнить «ненаблюдаемым» звеном. Без этих предварительных сведений не может быть сформулировано конкретное содержание индукции. Это положение имеет, как нам кажется, решающее значение для

нашего суждения о пределах применимости метода индукции в биологии.

Можно, однако, возразить следующее.

Выставленное ограничительное условие для обоснованной индукции не обязательно, хотя, конечно, желательно. Можно сформулировать «ненаблюдаемое», не указывая его места в (неизвестной пока) последовательности цепи событий, и обосновать эту формулировку однозначным сопоставлением отдельных значений переменных параметров наблюдаемого события и «ненаблюдаемого».

Нельзя отрицать, что индукции подобного рода, в случае их удачной формулировки, могут дать некоторую степень удовлетворения. Мы можем обозначить их как «формальные» индукции, противопоставляя их индукциям нашей первой категории, удовлетворяющим более строгим требованиям. Такие индукции мы назовем, ничего не предвзяая, «цепными».

То, что мы до сих пор обозначали как «акт индукции», называется обычно созданием гипотезы. Но мы делаем обычно разницу между гипотезой и «теорией» и склонны считать целью и результатом индукции именно создание теории.

Мы попытаемся дать возможно более объективное выражение этому разграничению и вместе с тем выяснить, могут ли формальные индукции дать основу для удовлетворительных теорий?

Строго говоря, теория есть такое же предположение, как и гипотеза, и можно было бы подумать лишь о качественной разнице между ними, рассматривая теорию, как гипотезу очень широкого охвата.

Но на деле это не так.

Во-первых, мы считаем гипотезу обычно лишь временным построением. Если в разумное время после ее создания она не находит настолько убедительных подтверждений — так называемых доказательств, что практически приближается к «факту», мы ее обычно отбрасываем. Но мы не говорим вообще о «доказательствах» теорий, но ценим их по степени их плодотворности. Значение и смысл теории поэтому существенно не совпадают с смыслом гипотезы. Теория проявляет свою плодотворность тем, что она направляет нашу мысль на создание новых гипотез. Другими словами, наши гипотезы вытекают обычно из наших теоретических взглядов. Выражаясь образ-

но, теория и гипотеза принадлежат к различным поколениям.

Но если гипотезы берут начало из теории, то что можно сказать о возникновении самой теории?

Мам кажется несомненным, что теории возникают актом индукции на основе предшествующего обобщения, в то время как гипотеза есть индукция, которой не предшествует обобщение.

Возникновение потребности в индукции на основании обобщения вполне естественно. Если мы находим что-либо общее при большом разнообразии его проявлений, мы пытаемся точнее сформулировать, отграничить это общее.

Мы при этом как бы подсознательно предполагаем, что в его различных проявлениях включено какое-то идентичное для всех их ядро, как бы замаскированное привходящими обстоятельствами (некоторое подобие платоновской идеи).

Замена наблюдаемого общего ненаблюдаемым идентичным и есть акт создания теории.

Легко понять из всего предыдущего, что выводы из теорий ни при каких обстоятельствах не могут обладать полной достоверностью, за исключением обнаружения в ней противоречий. Но эти противоречия не всегда должны повлечь за собой отказ от теории, так как теории почти всегда, во-первых, многогранны, во-вторых, могут включать несколько не тесно связанных между собой (и даже независимых) высказываний. Ввиду этого, если приходится отказаться от того или иного из них, это еще далеко не равнозначно крушению всего хода мыслей теории.

Дедукции

Строгая дедукция есть приведение в непротиворечивое соответствие, т. е. объединение двух независимых высказываний об одном и том же. Из такого сопоставления вытекает возможность достоверного расширения одного из этих высказываний.

При этом мыслимы два случая:

1. Одно из высказываний является частным случаем содержания другого. Речь идет при этом о силлогизме, как он определяется обычно в логике. *Пример.* Световой луч меняет свое направление в неоднородной среде распространения. Система воздух—вода неоднородна. Сле-

довательно при переходе из воды в воздух (или обратно) направление луча изменится. Дедукции такого рода не имеют, собственно говоря, познавательной ценности.

2. Два сопоставляемых высказывания характеризуют одно и то же явление с различных сторон, без подчинения одного высказывания другому. *Пример.* Возбуждения большой группы палочек (сетчатки) интегрируются в одной ганглионарной клетке. Содержание возбуждений этой группы палочек может быть очень разнообразным. Вывод: возбуждения, посылаемые ганглионарной клеткой в волокно зрительного нерва, могут быть очень разнообразны по содержанию.

Этот вывод, в противоположность первому, далек от тривиальности, что видно хотя бы из того, что он обычно не учитывается в классической физиологии.

Понятия «дедукции» и «вывода» далеко не совпадают друг с другом, так как суждение по аналогии носит тоже характер вывода.

Если мы наблюдаем у человека высокую температуру, мы делаем вывод, что у него инфекционное заболевание, на основании аналогии. Но это не есть сопоставление двух высказываний об одном и том же объекте, и вывод обладает лишь большей или меньшей (в данном случае значительной) степенью вероятности, но не достоверности, как сопоставления в приведенных нами случаях.

Отграничивая понятия дедукции и вывода, мы лишаем первую всякого элемента творчества, придавая взамен характер полной достоверности. Из этого одного уже вытекает, что дедукции в нашем, ограничительном смысле из индукций вообще невозможны, так как они включали бы элемент недостоверности, присущий любой индукции. Достоинство теории в ее выводах, которые могут быть подтверждены, но и опровергнуты, что, согласно определению, неприменимо к дедукциям.

Можно поэтому сказать, что индуктивное и дедуктивное направления в науке развиваются без непосредственной связи друг с другом.

Хотя в самом процессе дедукции не включается элемент обобщения, но во многих случаях их дальнейшим результатом могут явиться обобщения значительного охвата, но уже с характером аналогий. Так, например, к разобранному нами умозаключению о разнообразии содержания возбуждения в пределах одного волокна зрительного нерва мы можем присоединить путем очень правдоподобного (но, правда, не аподиктически достовер-

ного) умозаключения обобщение о разнообразии нервных возбуждений вообще.

Это обобщение будет следствием дедукции: первые волокна самых различных родов обладают столь значительным числом общих им всем параметров, что выведенное с достоверностью для зрительного нерва положение о разнообразии содержания возбуждения может быть перенесено с очень большой степенью вероятности и на все другие нервы.

Одним из крупных недостатков современной биологии является недостаточное использование ею дедуктивного метода в данном нами ограничительном определении.

Если мы говорим, что метод заключается в сопоставлении двух или нескольких независимых высказываний об одном и том же, то искусство дедуктивного анализа заключается в том, чтобы сформулировать возможно больше наблюдаемых высказываний о данном явлении или суметь вовремя вспомнить уже давно известные и сделанные по другому случаю наблюдения, сохраняющиеся временами в памяти, так сказать, бессознательно.

Мы приведем пример.

Для каждого гистолога совершенно банален факт асинхронности и даже спорадичности митозов в любой ткани. Известен и, по-видимому, не терпит исключения и другой факт — синхронизм деления ядер в многоядерных клетках и синцитиях, причем синхронизм проявляется в волне тесно примыкающих друг к другу последовательных фаз митоза. Сопоставление этих двух фактов никем не было выполнено. Но оно приводит к неопровержимому высказыванию: наступление митоза как-то связано с клеточной поверхностью.

Это констатирование дает основание для дальнейших вопросов как характера сопоставлений, так и предположений. Например, факт волнообразного распространения фаз митозов (скорости порядка миллиметров за несколько минут) дает основание для предположения о проникновении через клеточную поверхность каких-то веществ и т. д.

Таким образом, чистая дедукция может дать и обычно дает основание для дедукций. Но мы уже видели, что обратная зависимость не может быть признана.

ОБ ОБЩИХ ПРИНЦИПАХ В БИОЛОГИИ

Вопрос об общих принципах в биологии можно поставить в двояком смысле. Подлежит выяснению, во-первых, в какой мере применимы при анализе жизненных проявлений нормативные и конститутивные принципы физики и химии, и, во-вторых, может ли идти речь о создании автономного или автономных, т. е. независимых, биологических принципов?

Применимость основных принципов термодинамики к живым системам подвергалась, как известно, сомнениям и экспериментальной проверке, т. е. не считалась очевидной. Но мы будем исходить, как из бесспорного, из положения, что все нормативные и конститутивные принципы физики и химии имеют силу и для живых систем, оговаривая, однако, при этом, что конститутивные принципы лишь в исключительных случаях могут применяться здесь исчерпывающим образом.

Именно эта оговорка приобретает особое значение для интересующего нас вопроса: каждый раз, когда мы убеждаемся, что в данном случае принцип не может быть применен исчерпывающим образом, возникает вопрос, насколько целесообразно руководиться им в конкретном случае, или, быть может, точнее, как значительны и обоснованы те добавочные допущения, которые необходимы при попытке применения принципа⁵.

Достаточно обозреть с этой точки зрения основные жизненные проявления, чтобы убедиться, что в очень значительной мере конститутивные принципы физики и химии при их анализе применяются настолько ориентировочным образом, что приходится заходить очень далеко в добавочных допущениях, правда совместимых с ними, но вместе с тем лишающих их той степени очерченности, точности и количественной стороны, без которых они немыслимы в неорганических науках.

Выражаясь лапидарно, можно сказать, что наиболее существенные процессы в живых системах, хотя и описываемые исчерпывающим образом физическими и химическими понятиями и терминами, протекают не так, как следовало бы ожидать исходя только из физико-химических принципов, и не так, как они протекают посмертно.

Перед нами альтернатива — пытаться в каждом конкретном случае вносить в физико-химические принципы

⁵ Мы разбирали уже выше этот вопрос, сопоставляя явления флуоресценции с основоположениями модели атома Бора.

видоизменения или новые допущения, приспособленные именно для данного случая безотносительно к тому, насколько они окажутся применимы к следующей независимой проблеме, или, исходя из наиболее общих представлений, попытаться создать новые, автономные и достаточно общие принципы в биологии.

Экспериментальная биология (включая, конечно, физиологию) стоит, несомненно, на первой точке зрения.

Но необходимость второй альтернативы, т. е. создание общих автономных принципов, осознается, хотя большей частью в несколько завуалированном виде, некоторыми биологами-теоретиками.

Помимо того, что их формулировки представляют собой в сущности лишь тавтологии противопоставления целого и частей, всем им присущ один существенный недостаток — их принципы не работают.

Умственная операция, связанная с созданием общего принципа, должна неминуемо состоять из двух этапов — дедукции, т. е. положения, признающего необходимость принципа, и индукции, строящей его содержание. Эта вторая половина отсутствует в попытках, которые можно охарактеризовать как чистые тавтологии, и остается слишком неопределенной в теориях, не могущих быть охарактеризованными как тавтологии. К последним принадлежит, например, представление Дриша об энтелехии [19].

В этом определении есть слабое, достойное внимания. Роль энтелехии не универсальна, т. е. признается, что она является лишь «отсеивающим» принципом для возможных событий. Так как в эту мысль можно вложить очень различное содержание, то, быть может, мысль Дриша может послужить исходной точкой для более конкретных построений. Их ценность будет нарастать по мере того, как будет сужаться и этим самым и конкретизироваться содержание акта отсева (нормировки), так как принцип, которому мы приписывали бы нормировку любых процессов, был бы, конечно, близок к тавтологии, от чего недалеко идея энтелехии в смысле Дриша.

Но мы не можем, конечно, обойтись чисто нормативным принципом, определяющим в сущности лишь невозможность тех или иных процессов, но не дающих реальные пути осуществляющихся процессов.

Говоря об автономных биологических принципах, мы имеем, конечно, в виду в первую очередь конститутивные принципы. Возможно, однако, их кажущееся совпа-

дение с нормативным в том случае, если речь идет о процессах, характеризующихся несколькими параметрами. Можно принять, что один из них будет определяться конститутивным принципом вполне однозначно, но реальное течение процесса, ввиду неприменимости конститутивного принципа к остальным параметрам, сохранит значительные степени свобод⁶.

Если попытаться исходить дальше из этой схемы, то остается, конечно, совершенно неопределенным следующий вопрос — к каким параметрам каких процессов мы хотим приложить наш общий принцип (или принципы)? Будет ли рационально поступить по образцу физики и химии, общие принципы которых являются в то же время и фундаментальными.

Мы знаем, что в последнем случае это возможно и рационально потому, что наблюдаемые процессы, как правило, лишь двуступенчаты: заменяя наблюдаемую последовательность $M-P...$ мыслимой последовательностью $X-U...$, мы не создаем в свою очередь дальнейшего нового ряда взамен $X-U...$, признавая его (для данного времени) «последним», т. е. не возбуждающим дальнейших вопросов.

Но наблюдаемые биологические процессы в основном многоступенчаты.

Можем ли мы создать принципы, допускающие переход от любой ступени к последней?

В этом вопросе заключается вся трудность создания автономных принципов в биологии, но очерчена вместе с тем и цель, к которой необходимо стремиться.

Мы можем приблизиться к нашей цели, исходя из следующих соображений.

Наблюдаемые в живых системах процессы могут быть объектами исследований физика, химика и биолога. Можно полюбовно договориться, что биолог начинает там, где физик и химик признают, что их обычные приемы исследования и связанные с ними представления отказываются служить без создания новых допущений.

И здесь возникает основная трудность. Где, на какой ступени нашего анализа исчерпываются возможности

⁶ Допустим, например, что задается направление движения тела, но оставляются неопределенными скорость, возможность его встреч и реакций с другими телами, запас энергии и т. д. Ближайшая судьба такого тела будет «нормирована» в том смысле, что круг ближайших возможностей будет значительно суженным по сравнению с полным отсутствием ограничений.

физика и химика? При дальнейшем размышлении оказывается, однако, что формулировка только что поставленного вопроса неудачна: речь идет не о какой-то определенной ступени или грани, на которой необходимы новые непредвиденные физикой и химией допущения.

Пределы их возможностей возникают в самых различных фазах изучения жизненных проявлений и происходят из различных обстоятельств. Мы должны различать при этом пределы физико-химических наблюдений и связанных с наблюдениями умственных конструкций.

Во-первых, физик может отстаивать точку зрения, что любая система расчленима без остатка на отдельные, дискретные (непрерывно наблюдаемые) процессы и последующее их сопоставление дает столь же полное описание (понимание) органических, как и неорганических систем.

Но точно так же физик может утверждать, что умозрительная реконструкция непрерывного процесса эволюции системы в пределах его возможностей и компетенции. Сомнения в правильности того и другого утверждения во всяком случае законны и спор явно бесплоден. Однако здесь коренится источник заблуждений и недоразумений, обуславливающих отсутствие взаимопонимания физиков и биологов. Вера физиков во всемогущество их если не конкретных, то по крайней мере умозрительных построений для разрешения (понимания) жизненных проявлений основана всецело на создании как умственных, так и материальных моделей. Но остается совершенно неясным преследуемая ими при этом цель или смысл. Ход мыслей при их построении всегда связан с желанием что-то «доказать», но в действительности достижения ограничиваются более или менее близкими аналогиями. При этом, в ряде моделей, аналогии относятся лишь к каком-либо одному параметру изучаемого жизненного проявления. Но, конечно, даже самая тесная аналогия далека от установления действительной идентичности сопоставляемых явлений, и во многих случаях сама мысль об этом была бы смехотворна.

Нельзя, конечно, отрицать, что установление аналогий представляет интерес: действительно, так как при конструкции моделей известны обычно все обстоятельства, обуславливающие моделируемый процесс, их знание может в некоторых случаях дать направление мыслям исследователя, пытающегося выяснить все обстоятельства изучаемого жизненного проявления. Но, зная всю струк-

туру модели. можно с уверенностью ожидать, что, чем дальше пойдет это исследование, тем больше будет тонуть в совокупности совершенно несопоставимых здесь и там проявлений, первоначально поразившая своей яркостью аналогия.

Но к полному смещению всех понятий приводят более сложные модели, устанавливающие ряд аналогий, приводящих к прямому «подражанию» поведения живых систем. Мы имеем особенно в виду так называемую кибернетику. Что она может дать для понимания сложнейших жизненных проявлений, осуществляемых корой головного мозга?

Если целью сопоставления является указание на чрезвычайную сложность процессов, связанных с деятельностью коры мозга, то это, конечно, тривиально. Если же речь идет наоборот о доказательстве возможности достижения чрезвычайно сложных проявлений путем искусственного комбинирования монотонных элементарных процессов, то это положение давно укоренилось в представлениях многих физиологов. Но удачное модельное воспроизведение несколько не говорит в пользу правильности вывода и физиков и физиологов.

Но остается самое главное: по-видимому, у адептов кибернетики крепнет убеждение, что сам характер, т. е. основные параметры, сложности в их моделях и в коре мозга близки друг к другу. Это утверждение лишено всякого конкретного смысла: аналогии между бесчисленными связями аппарата кибернетики и так называемыми пейрональными связями нервной системы возвращают нас снова к разобранным уже нами элементарным моделям, включающим аналогию лишь одного параметра.

Мы заключаем поэтому, что, если физик попытается подойти с арсеналом своих готовых понятий к трактовке биологических проблем, не осознав их неизбежного своеобразия, его успехи будут чисто фиктивны и не приблизят нас к пониманию жизненных проявлений. Это подтверждается, впрочем, рядом неудачных экскурсов некоторых выдающихся физиков в область биологии.

Биология есть самостоятельная основная дисциплина, по отношению к которой физик и химик должны были бы быть не только дающими, но и берущими, так как биология, при правильном к ней отношении, вводит в их кругозор новые понятия.

Единственно реальной проблемой анализа является формулировка тех. дополнительных к физике и химии,

допущений, которые окажутся полезными и неизбежными для биолога. Аprobация физика или химика должна последовать лишь после того, как допущения оправдают себя на деле.

Какие наблюдаемые свойства живых систем вызывают мысль о необходимости особых допущений? Если ограничиваться наиболее общей, т. е. охватывающей возможно большее разнообразие событий, формулировкой, придется сказать, что основной проблемой являются не те или иные, отдельные параметры живых систем, но сама возможность существования устойчивых и, вместе с тем, непрерывно эволюционирующих систем, составные части которых (на самых различных уровнях их сложности) обладают очень значительной степенью автономности и обширным диапазоном вариаций, несмотря на значительную степень консервативности системы как целого.

Основное допущение, которое неизбежно, формулируется поэтому следующим образом.

На любом уровне сложности, где проявляются автономность и вместе с тем координация составляющих систему процессов, необходимо допущение координирующего эти процессы принципа.

Такое допущение есть пока лишь в известной мере тавтологическая дедукция или декларация. Умозрительная индуктивная операция будет заключаться в ограничительной, т. е. охарактеризованной определенными параметрами, конструкции такого релятивизирующего принципа⁷.

Возможно ли создание одного, единого, общего для всех уровней сложности принципа, остается при этом открытым вопросом.

Стремление к его созданию вполне законно.

Будут ли связаны с формулировкой такого принципа допущения, дополняющие или расширяющие положения физики и химии, конечно, нельзя разрешить априорно.

О ВИТАЛИЗМЕ

В биологии теоретические построения значительного охвата характеризуются обычно, часто помимо воли их авторов, приставкой «изм», придающей им немедленно догматический, порой даже сектантский характер, при

⁷ Мы предпочитаем этот термин, охватывающий координацию и субординацию.

этом нередко у адептов гораздо более выраженный, чем у самого автора нового учения.

В особенной мере разгораются при этом страсти, когда возникают разногласия насчет того, следует ли причислить новую теорию к «витализму» или, наоборот, к «механизму», «материализму» и т. д.

Мы считаем, что это стремление рубрифицировать, наклеивать ярлыки на каждую теорию, является пережитком религиозных, фанатических споров прежних веков и причиняет огромный вред свободной научной мысли.

Но, считаясь с неизбежностью и не сомневаясь, что и предлагаемая теория биологического поля будет объявлена «виталистической», мы считаем целесообразным разобраться в логической структуре тех понятий, тех построений, которые с основанием или без основания называются — как сторонниками, так и противниками — «виталистическими».

Мы надеемся, что в результате этого анализа у читателя пропадет всякое желание ломать себе голову над изощренно-казуистической проблемой — имеет ли он дело с «витализмом» или каким-нибудь иным «измом».

Хорошее определение должно обладать по меньшей мере тремя свойствами: точностью, краткостью, выразительностью. При попытке дать подобное определение «витализму» выполнение этого постулата, однако, совершенно невозможно, хотя бы потому, что нет одного единого «витализма», как есть, например, «дарвинизм».

Мы попытаемся поэтому дать наиболее общее, т. е. охватывающее все варианты и наиболее выразительное, определение, рискуя при этом приблизиться к парадоксальности.

Всякое, заслуживающее внимания научное построение должно считаться с логикой и здравым смыслом.

Витализм заключается в стремлении создать автономный здравый смысл в биологии.

Это определение чревато на первый взгляд далеко идущими и опасными для научного мышления последствиями. Следует ли вообще вызывать к «здравому смыслу» — злейшему врагу научной творческой мысли? Мы можем возразить, однако, следующее. Всем хорошо известные опасности, таищиеся в «здравом смысле», не могут, конечно, побудить нас выступать вопреки ему. Но как определить ту максимальную, еще допустимую дозу его использования? Для решения этой задачи пришлось бы

снова прибегнуть к здравому смыслу, что обрекло бы нас на порочный круг.

Но нужно помнить, что «здравый смысл», подобный темному инстинкту на низких уровнях умственного развития, поднимается до небывалых высот у мыслителей, оперирующих абстрактными понятиями, совпадая здесь с интуицией.

Реально существует нечто вроде «группового» здравого смысла, который в пределах каждой науки обычно считается единственно правильным, и, следовательно, «здравый смысл» чужой группы признается ошибочным. Такое отношение между группами называется «истеричностью».

Стремясь к созданию автономного здравого смысла, витализм задается, таким образом, двойной целью: во-первых, сгладить истеричность и, во-вторых, расширить рамки группового здравого смысла в биологии. Мы попытаемся встать на этот путь, подвергнув анализу умственную операцию, обозначаемую как «понимание».

Если кратко сформулировать все приемы, которые обычно используются для достижения «понимания», то можно сказать следующее: мы создаем модели, возможно близко воспроизводящие, как бы подражающие наблюдаемому явлению, но при этом составленные исключительно из уже знакомых нам, т. е. уже понятых нами понятий.

Но как создаются сами понятия?

Наше окружение и самонаблюдение дают нам богатый набор непосредственных восприятий, которые обычно классифицируют по категориям грамматики, как существительные, глаголы и т. д., употребляемые при этом в тех или иных сочетаниях.

Для описания наблюдения достаточно осмысленного сочетания существительного с глаголом и дополнением.

В учении о неорганической природе используется лишь некоторый набор сочетаний определенных существительных, глаголов, дополнений. Каждое новое сочетание обогащает нас новыми понятиями.

Перебирая все возможные вообще сочетания, мы констатируем следующее.

1. Некоторые сочетания представляются всем нормальным людям бессмысленными (например, противоречивыми сами с собой).

2. Известные сочетания признаются невозможными, неправильными, как явно противоречащие достаточно

прочно установленным иным (например, основным) положениям энергетики.

3. Существуют также бесполезные сочетания (тавтологии).

4. Многие возможные сочетания не были до сих пор в употреблении за их непадобностью.

«Непадобность» подразумевается при этом в нашем случае в применении к сочетаниям, нужным и употребляемым в физике и химии (или, более общо, в учении о неорганической природе).

Возникает вполне естественный вопрос: использованы ли этими науками все вообще возможные сочетания, не подпадающие под три первые категории?

Отрицательный ответ на этот вопрос нам кажется предрешенным; возможность, а поэтому и законность новых, еще неиспользованных сочетаний представляется, по-видимому, чисто логически неоспоримой.

Но целесообразность таких сочетаний должна себя, конечно, оправдать в каждом данном случае.

Мы подошли этим самым к более точному, если можно так выразиться, деловому определению позиций «витализма».

Биолог-виталист считает себя вправе использовать не употреблявшиеся до сих пор сочетания понятий уже прежде понятий, если они оправдывают себя на деле.

Оставив этот чисто формальный язык, мы приходим к следующим выводам.

Для моделирования жизненных проявлений, заведомо уникальных (т. е. встречающихся только в живых системах), мы можем и, по-видимому, должны вводить новые, не встречающиеся в неорганических науках, сочетания понятий. Но делать это целесообразно лишь исходя из определенных принципов.

Было бы, например, нелепо применять новые, вводимые как бы *ad hoc* сочетания для отдельных частных этапов жизненного цикла или отдельных жизненных проявлений. Система новых «автономных», если они нужны, сочетаний должна как бы пронизывать или, по крайней мере, накладывать свой отпечаток на все звенья адекватного биологического моделирования. В этом заключается основной постулат позитивного, созидającego витализма.

ПОНЯТИЕ

И ОБЩИЙ ПРИНЦИП РЕЛЯТИВИЗАЦИИ

Далеко не все, наблюдаемое в живых системах, мы характеризуем, как «жизненные проявления». Мы объединяем этим понятием лишь те процессы, которые «релятивизируются» или относительно организма как целого, или относительно какой-либо частичной его системы. Термином «релятивизация» мы объединяем зависимости самого различного как координационного, так и субординационного характера.

При размышлении или попытке анализа основных жизненных проявлений наше стремление «понять» связано прежде всего с уяснением следующих двух вопросов.

Почему все наблюдаемое в живых системах есть непрерывный, неудержный процесс и истинная стационарность вообще недостижима? И в тесной связи с этим второй вопрос: как понять, что течение жизненного цикла так закономерно и специфично в своих неисчислимых параметрах и в то же время обладает столь значительной степенью свобод, обнаруживаемой далеко идущими и чрезвычайно гибкими регуляциями?

Попытка охвата столь общих проблем возможна лишь путем их всегда упрощенного моделирования.

Интересно отметить, что первый вопрос в современной биологии вообще игнорируется и конкретной проблемой является лишь второй. Но моделируется при этом не течение процессов, а лишь их старт. Мы имеем в виду два основных построения, затрагивающие нашу проблему: учение о генах и об организаторах⁸. Оба, правда, не совсем сравнимы друг с другом, так как учение о генах — гипотеза, организаторы — факт. Но моделирование их действия в живых системах аналогично. И гены, и организаторы характеризуются как «вещества» т. е. чисто химически, и их воздействие на субстрат также рассматривается как своеобразная химическая реакция. Но совершенно ясно, что при этом речь может идти лишь о первой, стартовой реакции, выводящей систему из квазистационарного состояния, — условно рассматриваемого как «покой». Но бесконечная последовательность разворачивающихся после старта процессов, при этом охаракте-

⁸ «Организаторы» в данном контексте — организационные центры, или, по более современной терминологии, индукторы, действующие в развивающихся зародышах. — *Примеч. отв. ред.*

ризованных далеко не одними лишь химическими, а не в меньшей мере и геометрическими параметрами, ни в коей мере не вытекает из модели старта.

Процесс может быть моделирован только процессом, и поэтому любая адекватная модель должна быть охарактеризована, помимо чисто материальных (химических), и динамическими параметрами.

А так как живые системы охарактеризованы и геометрическими параметрами, то основную задачу установления принципа релятивизации можно охарактеризовать как моделирование релятивированных структурированных процессов.

Априори совершенно неясно, до какой степени расчленения проявляется релятивизация жизненных процессов. Более того, далеко не очевидно, что расчленение является первым необходимым шагом рациональной релятивизации.

Под расчленением мы понимаем, во-первых, общий прием естествознания — доведение анализа до молекулярных (атомарных) процессов, и, во-вторых, чисто биологическое расчленение, непосредственно навязывающееся нам, — клеточный принцип строения организма.

Не подлежит сомнению, что установление основных принципов релятивизации (без стремления к их унификации) не идет путем расчленения. Изучая и анимальные, и вегетативные процессы и устанавливая их тонкую координацию нервными гуморальными путями (координация входит в понятие релятивизации), мы очень редко прибегаем к принципу расчленения, и даже при углублении в сложные вегетативные процессы биохимического характера или в изучение реакций центральной нервной системы (поведения) мы можем забыть, что органы, в которых мы изучаем процессы, построены из клеток.

Биология, построенная не на принципе расчленения, будет охарактеризована лишь числом принимаемых «данных», т. е. положений, взаимная зависимость которых или соподчинение какому-либо общему данному констатируется как конечное звено нашего познания. Такая научная система называется обыкновенно чисто «описательной», и в этот термин вкладывается некоторый оттенок пренебрежения, т. е. утверждения ее неполноценности.

Но в действительности такая «описательная» система отличается лишь отсутствием вопроса «почему», довольствуясь констатированием «это так». Примером такой

каузальной и вместе с тем не уступающей другим по степени совершенства дисциплины является в биологии систематика.

Расчленяющая, и вместе с тем каузальная, система будет иметь преимущество перед чисто описательной лишь в том случае, если она будет неуклонно и с успехом стремиться к сокращению числа принимаемых «данных». В успешном достижении такого стремления и заключается величие физики и химии. Но в применении к биологии успешность такого направления остается до сих пор очень сомнительной. Больше того, в господствующем направлении биологии такая задача, строго говоря, вовсе не ставится.

Другими словами, конечные «данные» для биологов классического направления, которые вообще интересуются такими вопросами (число их невелико), — это данные физики и химии.

Конструктивный витализм и заключается в том, что, во-первых, предполагает существование специфических для живых систем конечных «данных» и, во-вторых, высказывает убеждение, что эти данные доступны унификации, т. е. выделение общего принципа релятивизации для гетерогенных явлений. Но равнозначен ли и совместим ли акт такого выделения с приемом расчленения? Здесь могут возникнуть сомнения.

Релятивизации даже сложного процесса стараются обычно придать, так сказать, «цепной» характер и этим провести расчленение: релятивизировано, т. е. находится в зависимости от такого-то фактора, лишь одно первое звено процесса, и каждое последующее звено процесса зависит (т. е. релятивизируется) предшествующим. Другими словами, релятивизируется непосредственно лишь «старт» процесса. Но эта интерпретация возвращает нас к той позиции классической биологии, от которой мы отказались именно потому, что старт сложных гетерогенных структурированных процессов может, вообще говоря, оказаться наименее важным звеном для их действительного понимания.

Если и неизбежна некоторая степень расчленения, то искомое общее для всех релятивизированных процессов не должно непременно совпадать с теми понятиями, которые являются результатами максимально возможного расчленения, оно может совпасть и с любым другим его уровнем. Сущность этого утверждения и стоящей перед нами проблемы мы поясним на примере.

Уже много лет тому назад мы ввели (при рассмотрении распределения клеточных делений) понятия «нормировки» и «детерминации» как двух различных принципов воздействия любой «объемлющей» инстанции на объемлемые, предполагаемые при этом однородными, процессы.

Нами было показано, что распределение митозов в большинстве меристем совпадает с чисто статистическим распределением независимых друг от друга, но обладающих одинаковой вероятностью, нормируемой общими условиями системы, процессов.

Если бы такое формальное совпадение распределения митозов с статистическим было вполне однозначно в толковании, то мы должны были бы сказать, что принцип релятивизации старта митозов в меристемах носит характер нормировки, т. е. иерархически «надклеточен». Но, с другой стороны, так как простая очевидность делает несомненным, что сам процесс митоза по своей сложности и упорядоченности мыслим лишь как проявление принципа релятивизации, мы стоим перед следующей альтернативой: принцип релятивизации старта митозов (их квазистатистического распределения) и внутриклеточной системы, релятивизирующей течение митоза, един или надклеточный и внутриклеточный принципы релятивизации различны?

Если мы стремимся к унификации, мы отдадим, конечно, предпочтение первой альтернативе и должны сделать попытку соответственной формулировки искомого принципа.

Разобранный только что акт клеточного деления является, конечно, лишь частным случаем более общей проблемы и как бы иллюстрацией той общей альтернативы, перед которой мы находимся в нашем стремлении неавтологической формулировке возможно общего принципа релятивизации.

Априори мы можем идти, если можно так выразиться, сверху вниз или снизу вверх. На нашем конкретном примере, мы можем попытаться исходить из: а) конструкции, удовлетворяющей первой половине проблемы — нормировке распределения стартов митозов; б) релятивизации внутриклеточных процессов, совокупность которых мы воспринимаем, как акт митоза. При этом, исходя из частных случаев (в нашем примере — митоза), мы должны иметь в виду, что конструируемый нами принцип релятивизации мы хотим унифицировать, т. е. дать ему

возможно широкое применение для самых разнообразных жизненных процессов.

Для ответа на вопрос мы должны снова вернуться к тому, что само понятие «унификации», конечно, равнозначно выделению чего-либо «общего» для всех унифицируемых явлений.

Вопрос сводится поэтому для нас к тому, возможна ли тавтологическая формулировка этого «общего» в том случае, если мы будем искать его на верхах иерархической лестницы жизненных проявлений?⁹

Отрицательный ответ на этот вопрос не очевиден и не предрешен. Попытка релятивизации в психической области может исходить, например, из наиболее общего, но вместе с тем удовлетворяющего нас понятия «характера» данного индивидуума. Но затруднения в более широкой тавтологической формулировке такого верховного принципа релятивизации представляются нам пока непреодолимыми.

Мы не считаем поэтому возможным сконструировать общий принцип релятивизации, исходя из верха иерархической лестницы, т. е. из организма как целого, аналогичного, например, современному холизму.

Но это еще не значит, что мы должны исходить из низшей ступени протекающих в организме процессов, т. е. из процессов молекулярного характера. Мы не должны скрывать от себя, что задача унификации, если исходить из низших ступеней, также наталкивается на непреодолимые трудности, присущие любой попытке вывести свойства системы из свойств составляющих ее частей. И эти трудности будут тем больше, чем элементарнее те процессы, из анализа которых мы попытаемся вывести принцип релятивизации. Попытка исходить из низшей ступени биологических процессов — из молекулярных взаимоотношений — для формулировки общего принципа релятивизации обречена, по нашему мнению, на такую же неудачу, как и поиски на верховных ступенях. Легко убедиться, что она также сведется к тавтологической формулировке общего.

Поэтому, хотя и нет логически неоспоримой необходимости остановиться на среднем пути, мы попытаемся избрать отправным пунктом нашей конструкции клеточ-

⁹ Тавтология угрожает здесь потому, что в определение приписываемых релятивизирующему принципу свойств необходимо было бы включить всю совокупность релятивизируемых признаков.

ный принцип, используя возможность сформулированной нами в предыдущем релятивизации в двух противоположных направлениях: как элемента, входящего в состав более обширной системы, и как «частичной системы», в составе которой протекают более элементарные процессы.

Попытаемся сформулировать более конкретно стоящую перед нами задачу.

Само понятие «клетки» мы употребляем здесь условно, имея лишь в виду определенный принцип расчленения, сознательно не идущий до конца и останавливающийся на определенном уровне, подсказываемом в очень большом числе случаев непосредственным наблюдением. Для нас существенно лишь допущение наличия множественности эквивалентных друг другу (но потенциально и различных между собой) частичных систем в составе целого и совершенно нет необходимости в допущении, что целое «состоит» или без остатка расчленяется на такие системы.

В такой формулировке отпадают все возражения против так называемой «клеточной теории» организмов в ее обычной формулировке¹⁰.

«Частичными системами» могут быть поэтому для нас не только клетки, но, например, и мышечные волокна, и принадлежащие им ядра. Мы предполагаем, что с «клетками» (в употребляемом нами смысле этого термина) как-то связан принцип релятивизации унифицированного характера, проявляющийся при этом в двух различных направлениях, которые можно характеризовать как «субординация» и «координация»¹¹.

По отношению к более элементарным процессам «клетка» является «системой», т. е. субординирующим принципом, по отношению к жизненным макропроцессам — элементом. Если элемент заключает в себе релятивизирующий принцип и по отношению к макропроцессам, то проявление последнего возможно лишь в виде координации.

В нашем представлении, или, вернее, постулате, принципы координации и субординации должны совпадать, или точнее — быть лишь двумя аспектами единого принципа релятивизации. Наша конструкция этого принципа должна исходить из этого постулата.

¹⁰ «Организмы состоят из клеток».

¹¹ Мы указывали уже выше, что понятие «релятивизации» их объединяет.

Задача разрешима при следующем основном допущении. Если мы принимаем, что процессы, входящие в систему «клетка», как-то релятивизированы относительно нее, то это обозначает, что, во-первых, клетка является общей системой отсчета для каких-то параметров, общих всем этим процессам. Но к этому, чисто кинематическому (геометрическому), представлению мы прибавляем и дальнейшее — динамическое, которое формулируется следующим образом: определенные параметры, общие всем протекающим в системе «клетка» процессам, определяются общим для всех, связанным с клеткой фактором, т. е. как-то связаны с общей системой отсчета.

Этим исчерпывается формулировка «клетки» как системы релятивизации.

Но мы можем ее использовать и для создания, конечно, чисто умозрительного, противоположного направления релятивизации, выражающегося в координации, сформулировав его следующим образом.

Связанный с данной клеткой как системой отсчета, фактор релятивизации определяет какие-то параметры элементарных процессов, протекающих не только в данной клетке, но (с определенным градиентом как функцией от расстояния) и вне ее в любой точке пространства, т. е. и в других клетках (в последнем случае, конечно, на началах взаимности).

Мы можем выразить это представление в более обычном смысле, сказав, что «клетка» (в нашем условном смысле этого слова) является источником поля, охарактеризованным неавтологически определенным воздействием на определенные параметры процессов, безотносительно к тому, протекают ли эти процессы внутри или вне данной клетки.

Данная нами формулировка проблемы открывает возможность создания общего принципа релятивизации, общего в смысле приложимости как к «объемлющим» избранную нами частичную систему системами более высокого порядка, так и к процессам, «объемлемым» ею.

Но нельзя, конечно, скрыть от себя, что пока нами сделан лишь чисто формальный шаг, т. е. очерчено в общих чертах направление, на основании которого возможна конкретная конструкция общего принципа релятивизации.

Трудности, стоящие по пути ее осуществления, разнообразны. Самая главная опасность, грозящая такого рода построениям, заключается в том, что никакая фор-

мультировка основных положений не дает сама по себе возможности оценки охвата применимости вводимого принципа и этим самым его плодотворности.

Признание логической безупречности и допустимости теоретической конструкции еще далеко недостаточно для того, чтобы придать ей тот оттенок внутреннего правдоподобия, который может быть оценен лишь своеобразным внутренним инстинктом при ее создании и главным образом в дальнейшем, путем испытания ее плодотворности.

О СВОЕОБРАЗИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Содержание любой конкретной проблемы диктуется, конечно, характером ставящегося вопроса, так как относительно любого явления можно поставить, как правило, ряд осмысленных вопросов очень различного содержания.

Мы охарактеризуем вкратце логическую структуру ставящихся в научном исследовании вопросов и выясним, в чем состоит своеобразие вопросов в биологии.

Наиболее элементарны и резко очерчены вопросы, выражающиеся грамматически приставкой «ли». Ответ здесь альтернативен — «да» или «нет».

Примеры: Инфекционная ли болезнь тиф? Реагирует ли вещество А с веществом Б?

Несколько более сложны вопросы структуры «как»?

Примеры: Как изменяется направление луча при переходе в более плотную среду? Как влияет температура на рост растения? Как изменяется молекула, поглотившая энергию ультрафиолетового фотона?

Сложность и даже некоторая гипотетичность возможного ответа на второй из приведенных примеров несколько не противоречит очерченности, ограниченности и однозначности поставленной вопросом задачи.

Физическое и химическое мышление не знает других, кроме только что сформулированных постановок вопросов.

В изучении живых систем вопросы этой категории не только не исчерпывают основных проблем, т. е. основ нашего интереса, но служат скорее лишь как бы преддверием, через которое необходимо пройти раньше, чем проникнуть в их сущность.

Эти утверждения могут показаться совершенно произвольными и необходимо, конечно, остановиться на них несколько ближе.

Само собой разумеется, что и в физике и в химии

решение одного вопроса влечет за собой немедленно возникновение следующего и т. д. Но их последовательность не мешает очерченности каждого из них.

Разберем наш пример изменений молекулы, поглотившей энергию ультрафиолетового фотона.

Исчерпывающий ответ будет включать понятия «ионизация», «диссоциация», «высвечивание» и т. д. Но все эти явления были уже известны независимо от фотохимического эффекта. Поэтому, вслед за установлением фотохимического эффекта, вовсе не возникнут вопросы, касающиеся этих давно известных явлений, бывших в свое время предметами других, касающихся их вопросов. Возникнут, конечно, вопросы, но совершенно иного характера. Быть может, появится необходимость в некотором изменении представлений о строении молекул, о природе фотона и т. д. Но вопросы эти будут снова сформулированы по первой или второй схеме, скорее даже по первой, так как они будут поставлены на основании каких-либо предположений (гипотез) и ожидаемый ответ будет гласить «да или нет».

Здесь мы затронули наиболее существенное в методологии физики и химии, оправдывающее наше утверждение об очерченности ставящихся ими задач.

Очерченность чисто исследовательских вопросов¹² в химии и физике очевидна без дальнейшего. Но наиболее глубокие вопросы в обеих науках ставятся на основании гипотез. Но гипотеза не может быть не очерченной по самой своей природе, если она притязает на цепность (неавтологична).

При изучении живых систем число вопросов, построенных по исследовательским химическим и физическим схемам, конечно, неограниченно и разнообразно. Но пути расходятся там, где обе неорганические науки работают гипотезами.

Возможно ли вообще в биологии построение гипотез, и если да, в чем заключается их своеобразие, — этот вопрос подлежит специальному рассмотрению.

Мы остановимся прежде всего на самом существенном.

Наиболее важные и глубокие вопросы в биологии — не очерченного, не конечного и вследствие этого не однозначного характера.

Мы попытаемся иллюстрировать это примерами и начнем с приведенного выше вопроса о влиянии температу-

¹² То есть вопрос «как» в его наиболее простой форме — комбинации новых наблюдений,

ры на рост растения. Вопрос, а следовательно и возможный ответ, здесь явно очерчены. В силу каких-то соображений, не заслуживающих упрека в узости, нас может интересовать именно лишь рост растения, а не какие-либо иные стороны реакции растения на температуру. Но мы, конечно, не можем долго удержаться на этой позиции. Стоит пам, однако, изменить редакцию вопроса, сформулировав его — «как влияет температура на растение вообще», — и он всецело утрачивает свою очерченность, при этом не в силу сложности поставленной проблемы, а из совершенно иных соображений.

Нет никаких оснований предположить, что содержание реакций живых систем на любое воздействие является функцией исключительно от него. Все говорит скорее об обратном. Можно указать (и в некоторых случаях даже показать) на ряд факторов, присущих самой живой системе, причастных к определению содержания реакции на температуру. Но откуда взять уверенность, что мы приняли во внимание все такие факторы? И как выделить из содержания реакции долю, приходящуюся на интересующий нас в данном случае феномен — влияние температуры?

Мы видим, что не может быть сомнения в неопределенности, неочерченности вопроса, т. е. вообще возможного на него ответа. Не пуждается, конечно, в пояснении, что разобранный нами пример является прототипом большинства важнейших вопросов, возникающих при попытке анализа жизненных проявлений.

Действительно, по своей логической структуре разобранный нами вопрос соответствует тому, что мы можем обозначить, как «анализ», понимая под этим выяснение совокупности связей между протекающими в системе как реально, так и потенциально (воображаемо) наблюдаемыми событиями.

В нашем примере мы анализируем совокупность событий, как бы спровоцированных произвольным изменением жизненных условий. Но сущность проблемы, конечно, не изменится, если мы поставим вопрос о зависимости между выбранным нами произвольно квазиспонтанным событием и другими событиями в данной живой системе.

Вопрос о зависимостях, связях в живых системах, а тем более ответы на эти вопросы не могут быть очерченными, и эта их неочерченность, неопределенность может во многих случаях достигнуть степени, побуждающей нас поставить вопрос: почему мы вообще придаем такое

значение изысканию связей? Ответ нам представляется неутешительным для биологии: переоценка связей, влекущая за собой нетерпимую по существу неочерченность, неопределенность вопросов и ответов в наиболее глубоких проблемах биологии, не является выражением дальновидности, но, скорее, беспомощности биологов.

Нужна некоторая смелость и, песомненно, и интуиция для выделения существенных, т. е. решающих связей, т. е. истинной «релятивизации» событий в живых системах.

Если уподобить совокупность связей трехмерной решетке, отнесенной к системе координат, причем плоскость $X-Y$ соответствует одновременности, а ось Z обозначает время, то вряд ли может возникнуть сомнение, что лишь изыскание связей по координате является непреодолимой потребностью нашего интеллекта, обозначаемой обычно как установление «причинных» связей, среди же связей в плоскости $X-Y$ необходим строгий отбор. Совокупность причинных связей мы можем обозначить как «причинный ряд».

Чем значительнее возможность отстранения при построении причинного ряда связей $X-Y$, тем очерченнее становится проблема. Но, конечно, безнадежно и было бы ошибочно стремиться достичь в биологии очерченности, сравнимой с проблемами физики и химии: в последних двух науках проблемы ими создаются, в биологии проблемы даны.

Вопрос об очерченности проблем, т. е. о построении причинных рядов, настолько существен, что должен быть подвергнут возможно исчерпывающему анализу.

О ЖИЗНЕННЫХ ПРОЯВЛЕНИЯХ

Необходимо вначале очертить круг основных жизненных проявлений, являющихся конкретными проблемами, требующими специальных приемов понимания.

Прежде всего мы должны уяснить себе, что мы квалифицируем или, вернее, — ощущаем, как «жизненные проявления»?

Ясно во всяком случае, что далеко не все, что мы наблюдаем в живых системах, мы причисляем к этому понятию, и что физика и химия живых систем не исчерпывают (и даже не характеризуют адекватно) биологического понимания.

Оперируя как бы инстинктивно понятием «жизненное проявление», мы ясно сознаем, что остаемся на некоей произвольной, далеко не последней ступени нашего актуального или потенциального знания тех процессов, протекающих в живых системах, к анализу которых мы прибегаем при других обстоятельствах, т. е. руководствуясь другими интересами.

Жизненные проявления, воспринимаемые нами помимо всякого анализа, так сказать непосредственно, охарактеризованы тем, что мы имеем перед глазами организм как целое и относим этим самым наблюдаемое явление или к целому, или по меньшей мере к какому-нибудь иному проявлению этого целого. Жизненные проявления всегда или координированы с другими, или субординированы какому-либо другому. Объединяя оба эти рода зависимостей, мы введем вместо них понятие «релятивизации».

Жизненные проявления мы охарактеризуем, таким образом, как «релятивизированные» и попытаемся применить эту характеристику (или критерий) к выделению «жизненных проявлений» из совокупности наблюдений любого порядка вплоть до молекулярного, всплывающих перед нами при аналитическом, расчленяющем изучении живых систем.

Но формулировка должна претерпеть при этом некоторое видоизменение и расширение.

Мы можем говорить о «релятивизации» в двух, если можно так выразиться, противоположных направлениях: мы рассматриваем любое жизненное проявление как «системы как-то упорядоченных процессов». По отношению к этим процессам такая частичная система является релятивизирующей станцией. Но вместе с тем частичная система входит в систему более высокого порядка как элемент, т. е. по отношению к ней релятивизирована.

Для первого варианта наша первоначальная формулировка релятивизации сохраняет, конечно, свое значение без дальнейшего; во втором случае возможно, однако, что релятивизация разбираемой «частичной» системы по отношению к более крупной в иерархическом смысле (или по отношению к целому) не обнаруживается или даже маловероятна.

Жизненным проявлениям этой категории принадлежит большое значение в жизненном цикле организмов. Наиболее важным и интересным случаем такого рода является, например, акт клеточного деления: нашими давними исследованиями было сделано вероятным, что, по край-

ней мере, во многих случаях клетка ведет себя в этом акте как автономная, замкнутая в себе система. Его координация (или субординация), т. е. в нашей терминологии — релятивизация по отношению к более крупной системе, представляется поэтому маловероятной. Но квалификация акта как жизненного проявления, бесспорная сама по себе, как бы из внутреннего чувства, соответствует нашему определению второго варианта релятивизации: мы достоверно знаем (даже независимо от наших микроскопических сведений), что в акте клеточного деления участвуют многочисленные процессы более элементарного характера, и не сомневаемся, что они релятивизированы.

Наша попытка формулировки и этим самым и выделения «жизненных проявлений» имеет смысл лишь в том случае, если можно показать, что действительно далеко не все, протекающие в живых системах, процессы релятивизированы (и этим самым исключаются из категории жизненных проявлений).

По возможно ли и вероятно ли это?

Само понятие «система» является, конечно, в некоторой мере синонимом упорядоченности (т. е. релятивизации) протекающих в ней процессов.

По относительно характера таких процессов невозможно, конечно, высказывание общего, притом ограничительного смысла. Даже в сравнительно простых, ценных процессах на модельных опытах имеет почти всегда место некоторая дихотомия, т. е. наряду с главным направлением процесса, составляющим его цепной характер, протекают и побочные, не цепного характера, могущие не оказывать заметного влияния на ход основного процесса.

Нечто подобное и в гораздо большей степени будет всегда иметь место в системе объединяющей ряд релятивизированных между собою процессов: наряду с их основным, упорядоченным и в общем прогрессирующим течением будут неизбежны и, если можно так сказать, побочные процессы перерелятивизированного характера.

Мы можем, таким образом, принять, что нерелятивизированные процессы в живых системах не только возможны, но и неизбежны.

Проведенному нами разграничению релятивизированных и перерелятивизированных процессов в живых системах мы должны придать большое значение. Вообще говоря, последняя категория процессов более доступна для наблюдения и анализа, и этим объясняется главным обра-

зом то обстоятельство, что одна из важнейших областей биологии — биохимия сравнительно редко имеет дело с релятивизированными процессами и в значительной мере не есть биологическая наука, а скорее подходит под данное ей на рубеже XIX в. определение Биша: «*Anatomie cadaverique des humeurs*» (Трупная анатомия жидкостей) [4].

Неверно было бы, впрочем, утверждать, что в большинстве случаев объектом биохимии являются именно перелятивизированные процессы. Вернее, в такой же мере подвергаются анализу и отдельные звенья релятивизированных процессов, но, как правило, совершенно безотносительно к тому, звеньями какого процесса и каким именно звеном они являются.

Мы видим, таким образом, что выделение специальной категории протекающих в живых системах процессов и их определение как «релятивизированных» должно повлечь за собой далеко идущие последствия для самого процесса научного биологического анализа.

Мы выходим из рамок физики и химии живых систем и становимся биологами лишь в том случае, если устанавливаем, что изучаемый нами процесс релятивизирован, и выясняем содержание и характер этой релятивизации.

Из дальнейшего ясно, что задача релятивизации выступает перед нами на самых различных уровнях наблюдаемого — от молекулярных процессов до сознательного поведения высших организмов.

При размышлении над вседесущностью и разнообразием релятивизации в живых системах у нас зарождается убеждение, что существует и может быть найден общий, единый для всех жизненных процессов принцип релятивизации. Это убеждение можно обозначить условно как витализм, подчеркнув этим своеобразие стоящих перед биологом проблем, т. е. направленность его исследовательской работы. Для ее успешности биолог имеет право прибегать к неиспользованным в неорганических науках сочетаниям уже знакомых понятий, избегая, конечно, порочных сопоставлений, сформулированных выше.

О ПОНЯТИИ «СЛОЖНОСТИ» ЖИЗНЕННЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ

Любое жизненное проявление представляется нам чрезвычайно «сложным», при этом даже несмотря на максимальную простоту и элементарность самого содержания

данного проявления. «Сложность» мы относим к той цепи событий в живой системе, непосредственно наблюдаемым звеном которой является в нашем представлении интересное нас проявление. Мы склонны при этом отождествлять сложность с многочленностью цепи событий, противопоставляя ей «простоту» цепи из немногих звеньев.

Классическая биология располагает многообразием параметров двоякого рода — химических и пространственных. Это разграничение, конечно, условно и обозначает лишь, что при прогрессирующем расчленении (т. е. анализе) структур возможны случаи, где мы доходим до химически идентичных элементов при различии их пространственных параметров.

Весь образ мысли современной биологии заключается в убеждении, что многообразие и химических и пространственных параметров идет дальше, чем можно заключить из опытных данных, и что границы достигнутого в данный момент понимания совпадают со степенью обнаруженного нами пока многообразия предпосылок и процессов. Другими словами, как бы предвидится, что по мере нашего проникновения в жизненные процессы, их сложность в смысле многочленности будет нарастать. Если это так, то, конечно, должна исчезнуть и всякая надежда на то, что углубление наших знаний приблизит нас к синтетическому охвату жизненных проявлений, и как раз результаты биохимии последних лет как будто подтверждают этот пессимизм.

Можно дать следующую формулировку классической концепции задач и мыслимых успехов в биологии. Можно и нужно написать для ряда дискретных точек (системы с заданными координатами) аналитические выражения, включающие различные для каждой точки постоянные и переменные параметры. Различные значения последних будут знаменовать ход жизненных процессов, характер которых будет определяться постоянными параметрами выражений. Чем многочисленнее такие точки, тем больше наши знания и понимание. Не только ход исследования, но и моделирование в классической биологии идут этим путем.

Этому, по существу пессимистическому, воззрению можно противопоставить другую точку зрения.

Нельзя, вообще говоря, написать для определенных точек живых систем определенные, постоянные, характеризующие их параметры. Существующие в системе постоянные не связаны непременно с неизменными коорди-

Натами и, наоборот, «состояния» охарактеризованных постоянными координатами участков могут быть неограниченно изменчивы.

Центр тяжести нашего анализа и умозрительных конструкций переносится от построения возможно большого числа постоянных к конструкции возможно простых и объемлющих выражений для изображения переменных состояний, т. е. процессов.

В эти выражения должны входить, конечно, и инварианты, специфические для данной системы. Но наше понимание не заинтересовано, если можно так выразиться, в установлении возможно большого числа постоянных и стремится, наоборот, к их сведению на возможный минимум.

При этой концепции не только отпадает неизбежность все нарастающей сложности, т. е., строго говоря, безнадежность будущего биологии, но появляется надежда на упрощение, могущее выразиться в установлении немногих, легко обозримых, независимых друг от друга предпосылок, сочетание которых может привести к неограниченному феноменологическому многообразию.

Эта несколько абстрактная формулировка доступна пояснению как метафорой (аллегорией), так и реальным и очень существенным примером: сложная музыкальная пьеса может быть сыграна так называемой музыкальной шкатулкой и четырехструнной скрипкой. В первом случае сложности результата соответствует сложность аппарата, во втором случае такого соответствия нет.

Нам кажется, что концепция жизненных проявлений классической биологии склоняется скорее в пользу музыкального ящика, а не скрипки. Мы обратимся в виде примера к реально существующему жизненному проявлению — процессам, протекающим в мозговой коре, и в частности в первых клетках. Сложность их и многообразие представляются нам непереносимыми и, по-видимому, малодоступными анализу.

Для классической биологии является почти аксиомой, что не только все самое существенное протекает в первых (в особенности пирамидных) клетках, но и больше того, что сложности наблюдаемого результата в очень значительной мере соответствует сложность происходящего в каждой из клеток.

Линейно можно сказать, что в классическом представлении сложность целого, вообще говоря, расчленяема, утрачивая при этом лишь в незначительной мере степень

своей сложности, так как она переносится по существу на выделенные расчленением части.

Такая «конденсация» сложности на малые объемы (в нашем примере на каждую отдельную клетку) усугубляет, конечно, в значительной мере трудности и приводит к выводу, что имеет реальный смысл искать в процессах, протекающих в каждой клетке, частицу или отображение того, что мы мысленно переносим на совокупность.

Но такое представление далеко не обязательно. С таким же правом можно допустить, что сложность и многообразие процессов и состояний мозговой коры есть результат участия в любом проявлении ее деятельности большого количества первых клеток, участия, допускающего неограниченную меру разнообразия результатов при сравнительной простоте и однообразии процессов, протекающих в каждой из них. Это может быть реализовано, если при участии одинаковых элементов решающим фактором являются их пространственные взаимоотношения. При этом мыслимо, что представляется нам особенно важным, что необычайно разнообразный характер сложности результата достигается и сравнительно умеренным числом не очень отличных друг от друга элементарных процессов, подобно тому как сходство в портрете может быть достигнуто сравнительно незначительным числом простых штрихов. Мы приходим в заключение к следующему выводу, который может быть выражен в краткой, зашифрованной форме:

Сложность жизненных проявлений, вообще говоря, не экстенсивна.

ИНСТИКТ РАСЧЛЕНЕНИЯ И ЕГО РАЗУМНОЕ ОГРАНИЧЕНИЕ

Уже очень рано в неорганических науках, еще совершенно независимо от эмпирически-экспериментального метода, стремление к обогащению знания стало равнозначным с расчленением данного сложного на его элементы. Но это стремление, сравнимое с инстинктом в размышлениях о «природе вещей» античной философии и, по-видимому, врожденно присущее человеческой природе в общежитии (что мы наблюдаем на детях), сравнительно поздно проявилось в биологии.

Насколько можно судить о мыслях, с одной стороны, Вольфа, с другой стороны, Гете, причем первый стремился к обогащению эмпирических знаний, второй — лишь к

проникновению в уже наблюдаемое, обоим был чужд интерес к расчленению¹³. И теперь, в противоположность неорганическим наукам, далеко не все направления биологии идут путем расчленения. Для некоторых из них (особенно экспериментального направления) отсутствие потребности в расчленении лишь временное явление, но для обширных областей систематики, экологии, филогенеза — весь ход мыслей по существу чужд тенденции к расчленению.

Наш анализ будет посвящен лишь расчленяющей биологии. Попытаемся выяснить корни стремления к расчленению именно у современной биологии, так как, как нам кажется, его психологическая подкладка совершенно иная (и менее заслуживающая уважения), чем, например, в зарождавшейся химии (алхимии).

Инстинкт расчленения может быть, как нам кажется, проявлением как пытливости, так и умственной лени.

Пытливость проявляется лишь тогда, когда расчленение не есть самоцель, но является лишь первым актом, неизбежной предпосылкой для сознательной и рациональной новой конструкции. Умственная же лень проявляется, когда инициатива расчленения основана на слепом подражании тому, что было предпринято в совершенно иных условиях и с иной целью.

Неограниченно далеко идущее расчленение в современной биологии не дает себе отчета даже в самом основном — производит ли оно действительное расчленение или разрушение, как, например, наблюдается очень часто в приемах биохимии.

Сомнительно даже, возможно ли вообще действительное «расчленение» живых систем, работающее не только методами, но и приемами мышления препаративного химика. При этом имеется, конечно, в виду не только материальное, но и мыслимое разрушение наблюдаемого в тех случаях, где изучение процесса заменяется изучением вовлеченных в него материальных частиц вне и независимо от самого процесса.

Необходимо поэтому провести грань между результатами расчленения, имеющими познавательную ценность и лишенными ее.

¹³ ...«У людей науки во все времена обнаруживалось влечение познавать живые образования как таковые, схватывать внешние, видимые, осязаемые части в их взаимосвязи, воспринимать их как проявления внутренней природы и, таким образом, путем созерцания овладевать целым» ([7], с. 11). — *Примеч. отв. ред.*

Если мы, сформулировав результат своего анализа, можем дать содержательный ответ на вопрос — «что из того следует для нашей проблемы», — мы действительно произвели рациональное расчленение объекта исследования.

Но легко убедиться, что лишь незначительная часть высказываний, в результате попыток к расчленению, может удовлетворить этому скромному требованию. В большинстве случаев подобный вопрос вовсе не ставится или остается без ответа.

Мы можем попытаться установить, существует ли возможность организации работы расчленения таким образом, чтобы в результате получался всегда содержательный ответ на вопрос: «Что из этого следует?»

Прежде всего поставим наивный на первый взгляд вопрос: «Нало ли все знать об объекте нашего наблюдения?» На такой вопрос последует в большинстве случаев положительный ответ, но он будет мало совпадать с действительностью, и в этом можно убедиться другим путем, если спросить: «Зачем это вам было нужно знать?»

Большинство современных авторов, вероятно, ответит: «Меня это интересует потому, что это неизвестно», но, в сущности, следовало бы ответить: «Я не мог придумать никакой другой темы».

Если же исходить из нашего постулата, то становится несомненной необходимость разумного отбора открывающихся бесчисленных возможностей расчленения. Существенное значение здесь имеет очередность. Конечно, в принципе, нам следует знать все об исследуемом объекте, так как реальная связь между процессами в живых системах остается нам доступной лишь отчасти. Но очередность диктуется тем простым соображением, что соблюдение нашего постулата равноценно возможности установления связи между полученными новыми результатами и уже известными до сих пор. Лишь в сравнительно редких случаях «чистых открытий» (без предвзятых ожиданий) будет возможен поэтому ответ на наш вопрос «что из этого следует?».

Но эпоха «открытий» в биологии лежит в значительной мере позади, и действительная творческая работа приобрела иной характер. Строго говоря, на вопрос: «Что из этого следует?» — истинный исследователь почти всегда будет в состоянии ответить: «Следует то, что я ожидал или предвидел». Этим подчеркивается значение и даже

примат «размышления», которое всегда должно предшествовать эмпирии, особенно работающей путем расчленения.

Но может ли размышление сформулировать общие принципы постановки проблем применительно к потребности современной биологии? Мы подчеркиваем при этом, что ставим перед собой именно конкретную задачу, так как считаем, что современная техника нарушила равновесие и дает одностороннее направление биологии, соблазняя ее к расчленению и там, где это неуместно. Лет полтора-два тому назад положение было скорее обратное — теоретическая мысль и научная фантазия опережали технические возможности. Где найти правильный путь между обеими крайностями?

Биолог руководствуется обычно при расчленении не только инстинктом, но и определенной установкой очень спорного характера, которая может быть охарактеризована как убеждение в экстенсивности биологической сложности. Биолог разделяет здесь суждение толпы перед чудесами техники. Профан убежден, что в основе того, что поражает его своими чудесными проявлениями, всегда лежит громадная сложность и не знает, что великое часто просто, потому что вся суть в гениальном применении простых по существу принципов. Мы стоим и при размышлении над жизненными проявлениями перед альтернативой — бесконечной сложности или сравнительно простой гениальности природы.

Метод расчленения в чисто биологическом анализе жизненных проявлений должен рассматриваться поэтому лишь как один из подходов к пониманию биологических проблем и не должен быть самоцелью.

О РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ БИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Существование и необходимость различных уровней в биологическом анализе — базальная истина, о которой не стоит распространяться. Под «уровнем» мы понимаем совокупность наблюдений и теоретических построений, при формулировке которых мы оперируем определенным набором понятий, общих и специфических для них, как бы словарем, применимым только к этому уровню.

Образно выражаясь, уровень сравним с двухмерной решеткой, узловые точки которой соответствуют наблюдениям или теоретическим высказываниям, их соединения — закономерным связям.

Несомненно, что крупнейшие фактические успехи в биологии достигнуты и достигаются при работе в одном уровне, без выхода за его пределы. Но вместе с тем время от времени или, точнее, у исследователей с определенным складом ума является потребность в установлении связей между независимыми развивающимися уровнями.

Что может побудить нас искать связи между различными уровнями. Можно на первый взгляд подумать, что невозможность установления однозначных связей в пределах одного уровня. Однако такие случаи, если они вообще и бывают, скорее исключения. Следовательно, неудовлетворенность связями в пределах одного уровня имеет другой корень.

Только что (или недавно) открытая закономерность: «процессу B всегда предшествует процесс A » — нас обычно вполне удовлетворяет, несмотря на далеко заходящую гетерогенность содержания A и B (например, B — мышечное сокращение, A — механическое (электрическое) воздействие на нерв).

Как объяснить, что вопрос «почему» (т. е. неудовлетворенность) наступает, как правило, лишь значительно позже? А до тех пор мы пустое место между A и B заполняем выражением «возбуждение». Дать удовлетворительный ответ на этот простой вопрос нелегко. По-видимому, он заключается в следующем.

Между отдельными дискретными уровнями существует какая-то внутренняя, не всегда осознаваемая, связь в том смысле, что сдвиги содержания и охвата одного уровня доходят, если они достаточно велики, до других уровней и как-то нарушают существовавшую до тех пор гармонию или равновесие между ними.

Также сдвиги тех или иных уровней нередко, хотя, конечно, не всегда, возникают в результате технических усовершенствований, допускающих так называемые «открытия», или в результате смелых концепций выдающегося ума.

Установление связей между различными уровнями должно преследовать вполне определенную, очерченную цель. Не подлежит сомнению, что если нас почему-либо перестала удовлетворять закономерность $A \rightarrow B$ единого уровня, то в еще меньшей степени нас удовлетворит установление $A \rightarrow (e)$, где (e) , принадлежащее другому уровню, не ближе, а скорее еще дальше по содержанию от A , чем B . Как выхваченный член чужого уровня, (e) не имеет поэтому, взятый сам по себе, значения.

Связь, берущая начало от (е), должна быть отнесена к какой-то цепи последований в пределах уровня, к которому принадлежит (е), с тем, чтобы установление связей в направлении $\downarrow$ завершилось, после ряда событий в новом уровне, путем установления связи противоположного направления $\uparrow$, возвращением на первоначальный уровень.

Само собой разумеется, что предполагается возможность одинаковой последовательности в обоих направлениях (символически $\downarrow \uparrow$ и $\uparrow \downarrow$). Поиски связей нельзя поэтому смешивать с процессом расчленения, необходимым и предшествующим лишь переходу от более высокого на низкий уровень.

Передко значительные сдвиги на каком-либо низком уровне (например, своеобразие молекулярных процессов в живых системах), заставляют нас обратиться к более высоким уровням, создаваемым хотя бы чисто умозрительными построениями. Цель, которой мы добиваемся, можно иллюстрировать следующей аллегорией.

Между —А— и —С— закрыт проход и мы вынуждены спуститься в нижний этаж, пройти некоторое расстояние и в пущом (и возможном) месте подняться снова наверх, при этом не непременно непосредственно к —С—, а, быть может, в одном из промежуточных пунктов первоначального уровня, откуда можно дойти до —С—. Спуск в нижний этаж и обратно должен быть выполнен, что предполагает, конечно, наличие непрерывной или ступенчатой связи между этажами.

Перенося эту аллерию на реальность, мы должны предъявить соответственные требования к переходу, т. е. нащупать место, где он возможен, т. е. где неизбежный разрыв сплошности наименьший.

Но, помимо этого, что не менее существенно, лишена смысла и не реализуема попытка перехода от —А— к нескольким точкам —С—, —Е—, ... одного уровня, пользуясь одним и тем же местом перехода.

Действительно, если есть такая потребность для связей —А↔В—, —А↔С—... (предполагаемыми, конечно, гетерогенными по содержанию), то выбор общей точки (е) другого уровня был бы мотивирован лишь в том случае, если бы было основание считать, что от (е) начинается разветвление путей по новому уровню, приводящих к совершенно гетерогенным по содержанию событиям —В— и —С—.

Но тогда вся сложность переносится на (е), т. е. мы бьем этим мимо цели, так как искали упрощения.

Мы можем сказать, что в общей форме переход с одного уровня на другой реализуем лишь как одномерный.

Задача заключается, таким образом, в том, чтобы переход на другой уровень был реализован с минимальным разрывом. Из этого вытекает, что если решающий сдвиг произошел в уровне $-X-$ и нарушил равновесие в далеком от него уровне $-I-$, было бы неправильным устанавливать связь непосредственно между ними, минуя промежуточные уровни. При этом может оказаться, что в последних оказываются неиспользованными многие легко выполнимые переходы, приобретающие теперь значение, так как новое положение в уровне $-X-$ намечает путь от уровня $-I-$ — именно через их посредство.

Возможны также случаи, где для желаемого перехода является необходимость в создании, чисто умозрительным путем, промежуточных уровней. На каждом промежуточном уровне мы должны, как правило, некоторое время продвигаться, чтобы найти подходящее место для перехода на следующий уровень.

Эти банальные истины недостаточно или даже редко доходят до сознания, и это приводит к совершенно неудовлетворительным попыткам установления зависимостей между процессами в далеко отстоящих уровнях, главным образом молекулярного уровня с макросферой.

Особенное значение это приобретает для рационального использования проблемы митогенетического излучения, относящегося по существу целиком к одному — молекулярному уровню.

Здесь осуществлена наша схема: резкий сдвиг в уровне молекулярных процессов вызывает совершенно непроизвольно потребность в нарушении длительного покоя, как бы равновесия, в ряде концентраций макросферы в ее самых разнообразных проявлениях.

Мы стоим здесь перед шагом величайшего значения для биологии — выяснения рациональных путей создания могущей оправдать себя молекулярной биологии.

Чисто автоматические, т. е. огульные, попытки перехода от любых наблюдений в макросфере непосредственно в молекулярную область должны привести, на основании всего предшествующего, к грубым абберациям, что выяснится из дальнейшего.

Мы видели уже, что различные, особенно далеко отстоящие уровни оперируют несовпадающими друг с другом понятиями, как бы пользуются словарями, в которых наряду с некоторым числом общих преобладают специфич-

ческие для каждого уровня понятия. Совпадающие понятия используются при этом в различных уровнях, вообще говоря, в не идентичном смысле, но их сопоставление может приобрести вполне реальное содержание.

Реальная задача распадается на две части:

1) привести в возможно тесные и однозначные соотношения общие для макросферы и для молекулярного уровня понятия;

2) направить усилия на преобразования, специфические для каждого уровня понятий, в смысле их приближения к общим здесь и там понятиям.

Эта задача выполнима при помощи конструкций промежуточных уровней. Охват первой задачи зависит от успехов, сделанных во втором направлении.

Необходимо при этом уяснить себе, что употребленная выше формулировка — «приведение в тесные и однозначные соотношения» — и есть переход от одного уровня к другому. Из этой программы вытекает бесплодность и даже иллюзорность попыток непосредственного перехода от макросферы к молекулярному уровню в тех случаях, где число общих для обоих уровней понятий ничтожно и как бы тонет среди специфических понятий; или, по крайней мере, до тех пор, пока существенные и специфические понятия не преобразованы в достаточной мере в неспецифические, более общие, при помощи создания промежуточных уровней.

Мы попытаемся пояснить и оправдать этот ход мыслей на конкретном примере: процессе митоза.

В молекулярном уровне митогенетическое излучение совершило здесь несомненно крупный сдвиг наших представлений. Значение митогенетического режима для митоза сводится к существенному сдвигу молекулярных состояний и процессов, с которыми однозначно связан митоз.

Своеобразие проблемы заключается в том, что митоз есть чисто реактивный процесс, т. е. является резким нарушением квазистационарности протекавших до тех пор в клетке процессов. В макросфере все течение процесса митоза известно нам исчерпывающим образом.

Как сформулировать то, что мы хотим еще знать? Попытаемся сделать это следующим образом. Если стационарный до сих пор процесс претерпевает отклонение, необходимо выяснить фактор, нарушивший стационарность. Если после отклонения процесс утратил свою монотонность, речь идет не об одиночном, очерченном по

времени, отклоняющемся импульсе, но о повторных, идентичных или разнообразных импульсах.

Так как процесс митоза обнаруживает многократные и разнообразные отклонения от монотонности, чисто формально приходится привлечь ряд сменяющих друг друга разнородных импульсов. Но мы ощущаем всю неудовлетворительность такого допущения и направляем свои усилия на их объединение, т. е. создание принципа непрерывного действия, из формулировки которого вытекали бы все отклонения течения митоза от монотонности.

В этом заключается проблема митоза и, приступая к ней, мы можем ощутить потребность в установлении связей с молекулярным или одним из надмолекулярных уровней.

Мы начинаем с попытки установления или расширения понятий, общих им и макросфере:

1) мы постулируем по понятным причинам усиление к началу митоза притока к клетке пластических и могущих освободить энергию веществ. Естественнее всего предположить при этом нарастание клеточной проницаемости;

2) неизбежно также представление об усиленном синтезе, особенно белковых слагаемых, и в то же время

3) создание их максимальной мобильности, т. е. освобождение от побочных связей, приводящих к образованию стационарных и малоподвижных макрокомплексов.

Все эти необходимые предпосылки митоза являются понятиями, связывающими различные уровни, включая и молекулярный, и здесь оказывается, что эти предпосылки действительно реализуются при митозе и что их реализация обуславливается в свою очередь фактором, принадлежащим молекулярному уровню, — усиленным митогенетическим режимом. Связь между митозом и молекулярными процессами этим самым создана, так как охватывает необходимые предпосылки митоза. Это существенно и важно, но еще не дает само по себе ключа к установлению обобщающего, единого принципа. Но возникает вопрос, не приблизимся ли мы к этой задаче путем пока чисто умозрительного расширения охвата молекулярных понятий?

Если мы попытаемся, так сказать, обнажить постулируемый нами принцип, мы можем ограничиться положением, что он проявляется в сложных, разнообразных, но вполне закономерных групповых передвижениях всех материальных частиц клетки. Митоз (кариокinesis, как говорили раньше) есть, другими словами, сложный кинстиче-

ский процесс на основе известных уже нам предпосылок, но, конечно, не вытекающий непосредственно из них.

«Упорядоченное продвижение» есть понятие, общее макросфере с молекулярным уровнем, и поэтому не безнадежно установить между ними существенную, т. е. приближающую нас к пониманию, связь.

Такая попытка была проведена в теории поля, оперирующей геометрическими и энергетическими, связанными с молекулами, понятиями. Взятый в своей совокупности, процесс митоза является, таким образом, примером, где попытка установления связей между макросферой и молекулярным уровнем может быть признана в общем удовлетворительной.

Мы обратимся теперь к другой области, где трудности таких сопоставлений гораздо более значительны и требуют разумного самоограничения. Мы имеем в виду первую систему, специально в связи с психической сферой.

Мы не в состоянии отказаться от потребности связать в какой-то мере макросферу с более низкими, вплоть до молекулярных, уровнями. Но здесь необходима прежде всего полная ясность поставленной перед собой задачи.

Если придерживаться установленных нами критериев, пределы разумных сопоставлений вырисовываются, по крайней мере в самых общих чертах.

Необходимо уметь сформулировать хотя бы несколько понятий, общих (т. е. сопоставимых) в макросфере и в молекулярном уровне. Под «макросферой» мы будем понимать при этом лишь переживания, связанные с рецепторами, т. е. «восприятия», так как мы чувствуем, что было бы нелепо связывать эмоциональные слагаемые нашей психики с молекулярными уровнями.

Легко убедиться, что не во всех восприятиях мы в состоянии выделить параметры, сопоставимые с понятием молекулярных уровней. Мы можем в этом убедиться при попытках описания различных восприятий.

Несмотря на различия зрительных, слуховых и тактильных восприятий, их объединяет внесение в их описание конструктивных элементов, т. е. использование знакомых нам из прежних восприятий и не совпадающих с ними по содержанию понятий: в зрительных и тактильных переживаниях мы пользуемся для описания геометрическими понятиями, при слуховых восприятиях наше описание включает сопоставление различных комбинаций (одновременных — гармония, последовательных — мелодия) одних и тех же, более элементарных, восприя-

тий, причем выступает специфический параметр «ритма». Мы говорим поэтому, что наше описание в этих трех видах восприятий носит конструктивный характер сочетания элементов в одно единое (Gestalttheorie).

Легко убедиться, что в противоположность этому описание вкусовых и обонятельных ощущений по существу лишь тавтологического содержания, т. е. лишено конструктивности. Но именно в ней и заключаются понятия, сопоставимые с понятиями молекулярных уровней. Сопоставимость заключается при этом в осуществлении следующих ожиданий:

1) однозначных совпадений между определенными параметрами восприятий и параметрами молекулярных состояний (процессов). Это обозначает, что каждый раз, когда заново возникает однозначно определяемое восприятие, повторяется и прежнее молекулярное состояние;

2) из этого вытекает, что неисчерпаемому разнообразию сопоставимых с молекулярными уровнями параметров зрительных, слуховых, тактильных восприятий должно соответствовать такое же разнообразие молекулярных соотношений.

Этот постулат показывает все значение сопоставлений и ставит нас перед совершенно новой задачей. Не подлежит сомнению, что постулируемый охват разнообразия молекулярных состояний выходит за пределы чисто химических понятий и требует поэтому перехода на новый уровень, быть может специально создаваемый для этой цели. Если он будет включать чисто умозрительно конструируемые понятия, выводы из них могут открыть новые эмпирические (экспериментальные) возможности.

Но самое существенное и ценное в таких сопоставлениях заключается в том, что нет вовсе уверенности в существовании постулируемой однозначности. Вполне допустимо, что не будут обнаружены молекулярные процессы (состояния), однозначно сопоставимые с содержанием параметром восприятий. Поэтому получение ожидаемых результатов будет содержательным научным завоеванием, отрицательный же результат должен был бы направить на поиски совершенно новых уровней для сопоставления. Возможные сопоставления восприятий не конструктивного характера, — обонятельных и вкусовых, — ограничиваются, конечно, лишь установлением наличия или отсутствия однозначной зависимости между качеством, характером восприятия и моментальным состоянием молекулярных уровней. Сама ограниченность разнообразия

вкусовых и обонятельных восприятий и особенно отсутствия в них элемента конструктивности не поднимают дальнейших, сколько-нибудь значительных задач.

Особое место занимают комплексные переживания, связанные с восприятиями, но выходящие за их пределы, — реакции поведения. В нашем схематическом анализе предпосылок установления рациональных связей между уровнями мы вывели, что они могут быть лишь одномомерными. В применении к стоящей перед нами проблеме это обозначает, что описание элемента макросхемы, который мы пытаемся связать с молекулярным уровнем, не должно включать двух или нескольких, независимых друг от друга высказываний, связанных союзом «и»¹⁴.

Речь шла бы, например, о реакции не чисто автоматически рефлекторного характера, а о поступке, связанном, но не в безусловно обязательной форме, с восприятием¹⁵ ($-B-$ в данном случае связано с $-A-$, но оно может быть связано и с $-C-$, $-K-$... лишь частично обнаруженными, т. е. внешне спонтанными).

Попытка установления однозначной связи между такого рода комплексным переживанием (символически $-A-...?...-B-$) и молекулярным уровнем была бы лишена всякого содержания и смысла, так как мы остались бы в полной неизвестности относительно того, к какому именно звену реакции должна быть отнесена эта связь. И если мы попробуем при этом проанализировать, на каком именно звене сконцентрирован интерес такой попытки, то вряд ли можно усомниться в том, что именно на ($-?-$), однозначная формулировка которого вообще невозможна, а поэтому и невыполнима основная предпосылка — выделение сопоставимых с молекулярным уровнем понятий.

Но если речь идет о комплексности однозначно связанных между собой звеньев, например автоматических рефлексах, положение вопроса существенно иное.

Трудность заключается здесь в том, что связь с молекулярным уровнем устанавливается не для условно¹⁶ конечного звена акта восприятия, но для занимающего какое-то центральное место процесса, перехода от афферент-

¹⁴ Грамматически описание может быть распространенным, но не составным предложением.

¹⁵ Например, чесывание после укуса насекомого.

¹⁶ Условно в смысле ряда соматических последований, заканчивающихся разрывом сплошности перед психическим эквивалентом.

ных к эфферентным импульсам. Остается поэтому неопределенным вопрос, с каким из трех актов связать молекулярные уровни?

Мы говорим о трех актах, так как мы в полной неизвестности относительно содержания акта переключения афферентного на эфферентный процесс.

Нельзя, однако, утверждать, что эта трудность принципиально неразрешима (имея в виду не только экспериментальные подходы, но и умозрительные конструкции) или, что в попытке ее разрешения вкрадывается принципиальная погрешность наподобие проанализированных выше.

Мы попытались выяснить те тенденции, которые руководят нами, обычно бессознательно, в сопоставлении или установлении связей между различными уровнями нашего биологического анализа.

В современной биологии преобладают или, правильнее, господствуют лишь два уровня: макросфера и молекулярный.

Под «макросферой» мы подразумеваем все то, что непосредственно наблюдаемо (невооруженными органами чувств или при посредстве усиливающих аппаратов) и не содержит выводов и толкований.

Молекулярный уровень есть совокупность именно толкований и выводов с использованием очень ограниченного круга понятий. Говоря о молекулярном уровне, мы поэтому далеки от мысли его отождествления с наблюдаемыми химическими процессами, относящимися, конечно, тоже к макросфере.

Молекулярный уровень представляет собой, таким образом, систему теоретических построений, приспособленных и достаточных для сопоставления с химической макросферой.

Упомянутая выше тенденция современной биологии заключается в попытке установления связей и чуждых химии областей макросферы именно с молекулярным уровнем, по возможности минуя или игнорируя промежуточные уровни, одинаковые по своей логической структуре, т. е. также составленные из теоретических построений, но еще не оправдавших себя на деле.

Оправдание же заключается в том, что после того как совершен первый этап (†), дальнейшее продвижение в новом уровне должно привести к возвращению на первоначальный уровень (†), в ту его конечную точку, которая была намечена при первом этапе. Для создания

таких промежуточных уровней сделано еще очень мало благодаря чрезмерному увлечению молекулярным уровнем и рутине и робости мысли, страшащейся новых путей. Цель нашего этюда заключается, таким образом, не только в предостережении от ошибок при сопоставлении с молекулярным уровнем, но и в направлении нашей мысли на создание новых путей.

II. ОБ ОСНОВАХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕТОДОЛОГИИ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ И АНАЛИТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ

Биолог не может довольствоваться пассивным наблюдением, как бы созерцанием, как этого хотел Гете. Он старается обогатить свою эмпирическую область активным отношением к наблюдаемому двоякого рода.

Первое. Мы проводим наблюдения одного и того же явления, варьируя лишь условия наблюдений. Такой прием мы называем экспериментом.

Второй метод является отказом от непосредственного наблюдения данного явления. Признав его сложность, мы предпочитаем заменить наблюдение целого наблюдением его составных частей. Такой прием обозначается как анализ.

Вполне естественно, что нередко применяются комбинации обоих приемов, приводящие к тому, что можно обозначить как «природный эксперимент» («Natureexperiment»).

Эксперимент в физике преследует различные цели. В самом простом случае он носит чисто ориентировочный или эксплорационный характер — испытывается зависимость данного явления от тех или иных условий, не исходя из каких-либо обоснованных ожиданий.

Следующей, вышестоящей ступенью является экспериментальная проверка гипотезы. Этот род экспериментов имеет особое значение в физике и может быть проведен здесь со всей строгостью благодаря тому, что экспериментатор в состоянии с уверенностью сказать, что все условия наблюдения, кроме того или тех, которые он сознательно меняет, остаются прежними. Вопрос ставится

при этом по схеме «да» или «нет». Особое место занимают эксперименты, имеющие целью установление так называемых законов, т. е. высказываний, позволяющих экстраполировать с достоверностью результаты наблюдений, выполненных с определенными параметрами, на еще невыполненные наблюдения того же содержания, но с другими параметрами.

Формулировки таких законов возможны лишь при определенных предпосылках, на которых мы остановимся несколько ближе, пояснив их на конкретном примере.

Наблюдения над светопреломлением при переходе из одной среды в другую могли быть сформулированы в общей форме, т. е. как закон, на основании фактического испытания, конечно, лишь ограниченного разнообразия наблюдений (различия углов направления луча по отношению к поверхности раздела двух сред), благодаря тому, что зависимости могли быть облечены в крайне простую при этом количественную форму, в данном случае даже выражены постоянной для самых различных систем формулой, и, что особенно важно, диапазон разнообразия при своей ограниченности все же достаточно велик.

Совершенно аналогичны по своей структуре и остальные чисто эмпирические законы в физике и химии.

Существуют ли соответственные предпосылки в биологии, сомнительно, и мы вернемся к этому в дальнейшем.

Биологический эксперимент

Данная нами банальная характеристика эксперимента и анализа в физике и химии достаточна для выяснения границ и своеобразия их применимости в биологии.

Мыслимы два варианта условий наблюдений: при сохранении целостности живой системы и при ее нарушении. Сложность и, если можно так выразиться, некорректность в постановке и неопределенность в оценке результатов опытов первого варианта двоякая.

Во-первых, можно сказать, рискуя быть парадоксальным, что экспериментатор-биолог обычно «не знает, что он делает». Однозначно определенным является лишь первый этап его воздействия, например, непосредственное изменение молекулы, поглотившей квант энергии, сдвиги попов при наложении токов и т. д.

Но наблюдаются, как правило, отдаленные результаты, т. е. звенья вызванной воздействием цепи событий, и эти результаты не будут сколько-нибудь однозначной

функцией от параметров экспериментального воздействия.

Во-вторых, наибольшая, и по природе своей неискоренимая слабость биологического эксперимента по сравнению с физическими лежит в ином. В физическом эксперименте отсутствует понятие «нормальных» и «уклоняющихся от нормы» условий для объекта исследования, так как он (за редкими исключениями) вовсе не существует сам по себе, но создается экспериментатором.

Но формулировка эксперимента как «наблюдения при различных условиях наблюдения» приобретает в биологии особый смысл, так как для живых систем существует одно, отличное от всех иных, условие наблюдения — обычные, нормальные для него жизненные условия (что является само по себе расплывчатым понятием). Поэтому результат любого экспериментального вмешательства в биологию должен был бы расщепляться в двойном смысле:

- 1) последствия отклонения от нормы как самодовлеющий шаг, могущий повлечь далеко идущие последствия;
- 2) специальный характер избранного отклонения. Проведение такого расчленяющего анализа результатов эксперимента вряд ли выполнимо.

В результате ценность биологического опыта первой категории не соответствует обычно нашим ожиданиям, если мы ищем аналогий с физическим или химическим экспериментом. Другими словами, биологический опыт разве только в исключительных случаях может привести к установлению действительных законов, т. е. формулировок, позволяющих с достаточной степенью достоверности высказывания экстраполирующего характера¹⁷.

Конечно, ясно, что установление «закономерностей», т. е. воспроизводимости явлений при воспроизведении идентичных условий наблюдений нельзя смешивать с «законом». В этом отношении эксперимент в биологии не поднимается выше первой ступени, т. е. чисто эксплорационного характера, и здесь его ценность, конечно, чрезвычайно велика.

Независимо от формулировки законов стоит, конечно, вопрос о возможности экспериментальной проверки биологических гипотез.

¹⁷ Это относится, например, к любым испытаниям фармакологического характера: слабые дозы могут стимулировать, сильные угнетать или отравлять и т. п.

Прежде всего необходимо выяснить общий характер гипотез в биологии. Вообще говоря, легко смешать «гипотезы» и «предположения». В общей форме можно, по-видимому, сказать, что гипотезы в основном не вполне достоверные дедукции, в то время как предположения строятся на основании аналогий.

Мы можем высказать предположение об инфекционном характере незнакомого до сих пор заболевания на основании аналогии некоторых его симптомов с заведомо инфекционными.

Но мы высказываем гипотезу о лучистой природе фактора, индуцирующего митозы на расстоянии, в виде противопоставления этой возможности другим, чрезвычайно маловероятным, хотя не можем сослаться при этом на какие-либо аналогии, и этим самым создаем гипотезу.

Если придерживаться данной только что формулировки, то легко убедиться, как незначительно число действительных гипотез в биологии и как мало приспособлена биология для этой умственной операции. Мы уже упоминали выше, что гипотезы по своей природе (конечно, если приписывать им какую-либо научную ценность) должны быть очерчены, т. е. включать в себе лишь крайне незначительную степень неопределенности. Проблемы же биологии преимущественно неочерчены.

Совершенно особый характер носят биологические опыты, в которых мы так или иначе нарушаем целостность живых систем, опыты, являющиеся основой физиологии в обычном смысле слова и ее ветви, обозначаемой часто как «механика развития».

Градиентность полученных этим путем результатов настолько очевидна, что не нуждается, конечно, в комментариях. Но можно усомниться в том, насколько правомерны и четки во всех случаях делаемые на основании экспериментов умозаключения и всегда ли осознается в достаточной мере их логическая структура.

Прежде всего необходимо выяснить, что побуждает физиолога, т. е. в какой фазе его анализа является потребность в своеобразном приеме исследования — нарушении целостности организма?

Ответ с общепринятой точки зрения почти предпрешен. Основной ход мыслей можно изложить приблизительно следующими словами.

Мы наблюдаем в организмах ряд в известной мере автономных, но вместе с тем координированных (или субординированных друг другу) процессов. Целью вме-

пательства является выяснение характера, значения, степени, механизма всех родов взаимных (или односторонних) связей между ними. Достигается это путем удаления или выключения той или иной частичной системы и последующего наблюдения поведения организма. Из явлений выпадения возможен вывод о непосредственно связанных с выключенной частичной системой процессах и взаимоотношениях между данной системой и остальными системами организма.

Оправдываются ли, вообще говоря, эти ожидания. т. е. получаем ли мы однозначные ответы на поставленные, только что сформулированные вопросы? Ответить вполне удовлетворительно на такой вопрос можно лишь в редких случаях.

Живые системы отвечают, большей частью, лишь уклончиво на поставленный вопрос или даже отвечают вообще не на вопрос. Ответом часто являются новые жизненные проявления, существование которых мы вовсе не могли предполагать.

Такое поведение живых систем Дриш обозначил как органические регуляции [19], и его громадной заслугой является указание, что они пропикают во все стороны поведения живых систем.

Эти явления расширяют, или во многих случаях коренным образом изменяют наши общебиологические представления. Но вместо того, чтобы приблизить нас к пониманию жизненных проявлений, путем упрощения общей картины (на что мы рассчитывали и что является целью анализа), они отдаляют нас от поставленной цели, увеличивая число неразрешенных и неразрешимых проблем.

Но и в тех случаях, где наша надежда на обнаружение выпадений оправдывается, ответы живых систем далеко не однозначны, хотя могут, конечно, иметь большую, самодовлеющую ценность. Такие выпадения устанавливают, однако, однозначно лишь факт зависимости процесса — B — от — A —, но не открывают нам характера, содержания этой зависимости. Сравнительно редко удается установить непосредственность и однозначность зависимости — B — от — A —, так как трудно исключить (и даже сделать маловероятным), что выпадение — A — как-то влияет на оставшийся неизвестным процесс — C —, и именно девиация этого процесса вызывает выпадение — B —.

В лапидарной форме можно сказать, что биологиче-

ский эксперимент, основанный на удалении (или исключении) частичных систем, дает по существу эксплорационные, но не аналитические результаты. Но значение этих эксплорационных результатов, конечно, необозримо велико.

Эксперимент в области эмбриологии носит несколько своеобразный характер: результаты приблизительно шестидесятилетней экспериментальной работы привели к грандиозным разрушающим преформацию представлениям, но к очень скудным создающим новые представления результатам.

Выводы, к которым может прийти здесь экспериментатор, если можно так выразиться, философия эксперимента, по своему существу не конструктивны.

Основной, сформулированный Дришом, вывод экспериментальной эмбриологии, бесчисленным подтверждением которого эта отрасль биологии по существу посвящена, гласит, что «проспективная потенция и проспективная судьба любого элемента зародыша не совпадают» [19].

Хотя представления всегда рискованны, но если представить себе дальнейшие, вообще возможные эксперименты в области механики развития, то они мыслимы двух родов.

Экспериментальное воздействие на изучаемый процесс развития обнаружит новые, неизвестные до сих пор потенции, или оно не изменит нормального течения процесса.

Ни в том, ни в другом случае результат не приблизит нас к пониманию наблюдаемых процессов, так как понимание есть овладение многочленной цепью событий, приводящих к наблюдаемому явлению и нередко дающих возможность предвидения.

В общей форме можно сказать, что экспериментальный метод в биологии расширяет наше знание, но в очень слабой степени понимание. Умственная работа экспериментатора поэтому, по существу, не конструктивна.

Аналитический метод

Мы ожидаем от аналитического метода увеличение нашего понимания жизненных проявлений, приписывая ему ту конструктивность, которой, оказывается, не обладает в достаточной мере экспериментальный метод.

Раз аналитик отказывается от воздействия или вмешательства в жизненные проявления, ему остается лишь

путь наблюдения, и не видно, что мы имеем в виду, противопоставляя анализ чистому наблюдению. Существует, однако, существенное различие: аналитик использует то, что можно обозначить одним словом — Naturexperiment (натурэксперимент).

Природа экспериментирует сама пред нашими глазами, и наша вина, если мы не умеем использовать результаты этого эксперимента. Вряд ли существует хотя бы одно жизненное проявление, не наблюдаемое в различных вариантах. И если мы обозначили выше эксперимент как наблюдение одного и того же при различных создаваемых произвольно условиях, то можно сказать, что природа сама, создавая или варьируя различные, скрытые от нас условия, показывает нам лишь результаты своего эксперимента, предоставляя нам расшифровку этих условий.

Но мало того, нам дана возможность воспроизводить в известных пределах природные эксперименты, и пока биолог держится в рамках наблюдаемых спонтанных вариантов, он может экспериментировать, оставаясь аналитиком.

Мы приведем пример истинного натурэксперимента и дозволенного эксперимента аналитика.

Распределение митозов в меристемах является таким натурэкспериментом. Аналитику предоставляется выяснение цепи событий, приводящих к возникновению митозов, и анализ пространственного их распределения действительно дал некоторые результаты: дуализм решающих факторов, вероятность физического (не химического) характера индуцирующего фактора, и т. д.¹⁸

«Дозволенным» аналитику экспериментом можно считать (с известными оговорками) заимствованное у натурэксперимента, т. е. апалогичное ему вмешательство, при условии полной обратимости вызванного им отклонения спонтанного течения процесса (так называемой реакции).

Различие такого аналитического от обычного эксперимента иногда трудно выявить, но оно все же существует, и даже существенно, и вытекает из предыдущих соображений.

Обычный (эксплорационный) эксперимент имеет целью выяснить отношение живой системы к еще неиспы-

¹⁸ Митогенетическая индукция не является уже натурэкспериментом и была бы лишена познавательного смысла, если бы она не была простой проверкой вытекающего из натурэксперимента вывода.

танному воздействию (например, новому химическому веществу); аналитический эксперимент исходит из уже известного жизненного проявления, отличаясь от пассивного наблюдения лишь тем, что вызывает произвольно интересные его варианты, не ожидая пока они появятся квазиспонтанно, т. е. при не поддающихся учету условиях.

Такими аналитическими экспериментами являются, например, метод скрещивания (менделизм), варнации в известных пределах пищевого режима и т. п.

Задача аналитического эксперимента сводится, таким образом, к вопросу, как наиболее рационально использовать наблюдаемые варианты данного жизненного процесса для его возможной расписфровки. Формулировки общего содержания должны, конечно, ограничиться лишь перечислением открывающихся здесь возможностей.

Сопоставление всех наблюдаемых вариантов дает возможность расчленения наблюдаемого, как правило, сложного явления. Эта возможность широко используется современной биологией. Но возникают обоснованные сомнения в рациональности и правильности самого приема. Наглядным примером, как не следует увлекаться расчленением, является современная концепция генов. Действительно, замечательные результаты фактической менделевской генетики, работающей исключительно методом скрещивания, дают право и основание лишь на один вывод принципиальной важности: отдельные параметры (признаки) общего хода развития живой системы не связаны непосредственно друг с другом.

Но из этого не вытекает, как обычно выводится, что все они не связаны с общим им всем, не расчлененным пока и, должно быть, и не расчленяемым целым.

Если проникнуться тем, что факты не позволяют идти дальше этой формулировки, то отпадает чудовищное, господствующее в генетике построение карты хромосом из отдельных генов, причем из ряда высказываний вытекает, что хромосома (поситель наследственности!) расчленяема на гены без остатка!

Мы не считаем поэтому правильным приемом использование вариантов наблюдаемого для его расчленения.

Сущность и, если можно так выразиться, искусство анализа заключаются в выделении самой инвариантной основы, варианты которой мы наблюдаем. Такое выделение есть, конечно, чисто умственная операция, т. е. конструкция, возможная лишь при использовании всех вы-

текающих из вариантов выводов. Такая конструкция должна была бы представить аналогию с алгебраическим уравнением, структура которого, т. е. форма функции, в которую облачается переменное X , есть инварианта, а корни уравнения, в зависимости от различных, придаваемых переменным значений, соответствуют различным вариантам.

Мы попытаемся пояснить ход наших мыслей на примере. Эмбриональное формообразование совершается в значительной мере путем изменений конфигураций компактных многоклеточных, подобных эпителиям, пластов.

Вопрос о механизме, т. е. о путях осуществления различных форм впячиваний, выпячиваний, складок и т. п., стоял в центре интересов эмбриологов в конце прошлого столетия. По-видимому, ни у кого не возникало при этом сомнений в правильности сравнения клеточных пластов с пластическими веществами и, соответственно, создавались представления о силах давления нормально к поверхности, сжатия сбоку и т. д. Такие соображения и попытки их подтверждения остроумными моделями могли дать некоторое удовлетворение, так как вся проблема ставилась и изучалась, так сказать, в чисто абстрактной форме.

Но если оставаться на реальной почве, т. е. исходить из натурэксперимента, неприменимость всех этих соображений выясняется без дальнейшего.

Конфигурации и направления искривлений поверхностей в различных участках зачатка настолько различны и вместе с тем закономерны и специфичны в видовом отношении (например, в мозговых пузырях), что обычные модельные представления сказываются совершенно неприменимыми и основная предпосылка — сравнение клеточного пласта с однородной во всех своих частях пластической массой — неправильной.

Но натурэксперимент открывает новые пути анализа этой проблемы.

Значительная часть жизненных процессов захватывает одновременно большие количества эквивалентных, сравнимых между собой (иногда квазидидентичных) элементов (клеток, волокон), дающих нам передко основания рассматривать такие комплексы, как «коллективные предметы» (*Kollektivgegenstand* по Фехнеру), и применять к анализу вариантов их поведения статистические методы¹⁹.

¹⁹ Мы убедились уже в этом на примере распределения митозов в меристемах.

Именно такого рода «коллективным предметом» являются клеточные пласты и статистический анализ вариантов поведения их клеток открывает нам ряд закономерностей, объединение которых в один общий принцип формообразования не безнадежно. Мы приведем следующие.

1. Распределение митозов (митотический коэффициент) в различных участках пласта — стенки мозговых пузырей — однозначно связано с ближайшим предстоящим этапом развития данного участка.

2. Совершаются непрерывно передвижения (миграция) отдельных клеток от внутренней поверхности (зоны митозов) в глубь толщи пласта, причем количество мигрирующих клеток и дальность продвижения также однозначно связаны с ближайшим этапом развития данного участка.

3. Ориентировка клеток (направление их больших осей) регионально различны. Различна также и степень дисперсии этих направлений в различных участках пласта. Однозначная связь этих параметров с ближайшим этапом развития данного участка пласта здесь также установлена.

Результаты аналитической обработки перечисленных вариантов в поведении отдельных клеточных индивидуумов позволяют сконструировать в общих чертах ход интересующего нас формообразования на языке поведения клеток, и правильность конструкции подтверждается тем, что удастся предсказать из анализа какого-либо засеченного по времени этапа формообразования его дальнейший ход на определенный этап развития.

Но где же здесь инварианта?

Мы говорили уже выше об инвариантном принципе и постараемся определить в самых общих чертах его содержание. Сопоставление всех трех проанализированных статистически процессов приводит к общему выводу.

Поведение каждой клетки пласта (поскольку оно охарактеризовано этими тремя процессами) есть функция от ее положения относительно осей целого. Можно при этом показать, что характер функции остается неизменным на протяжении долгого этапа развития.

Мы приходим, таким образом, к принципу, сформулированному Дришом на основании его экспериментальных данных, и видим, что аналитическое наблюдение не уступает в этом случае экспериментальному методу. Но этим еще нельзя удовлетвориться.

Легко убедиться, что то, что мы обозначили как конструктивность какого-либо положения, т. е. его способность охватить последовательность ряда событий (моделировать их), является прерогативой лишь аналитического метода.

Действительно, разберем содержание основного положения Дриша, полученного на основании эксперимента.

Оно гласит, что, переместивши положение клетки в целом, мы изменяем в дальнейшем судьбу. Но речь идет, если можно так выразиться, об одноактном событии. Повторение эксперимента перемещения на одной и той же клетке (или ее потомстве) было бы, конечно, лишено смысла и не дало бы ничего нового. Поэтому эксперимент не открывает нам ничего дальнейшего относительно процесса осуществления вызванной им новой потенции. Если экспериментатор интересуется им, он превращается в анализирующего наблюдателя. Объединяющий, как бы скопированный вначале у Дриша, принцип чисто декларативного характера получает здесь конструктивную задачу, так как он должен удовлетворить ряду внешне независимых друг от друга процессов — регулировать ритм клеточного деления, ориентировки клеточных осей и их продвижения в толщу клеточного пласта.

Объединение этих (и, быть может, как выяснится в дальнейшем, и ряда других) процессов есть, однако, самостоятельная умственная операция индуктивного характера, одинаково выходящая за пределы эксперимента и анализа.

Не меньшее значение, чем использование «натурэксперимента», имеет для анализа и применение чисто дедуктивного метода.

Основным приемом дедукции является, как мы видели, сопоставление различных, независимых друг от друга, высказываний об одном и том же. Совершенно очевидно, что далеко не все, или, точнее, лишь некоторые сопоставления являются осмысленными и плодотворными. Формулировать общие предписания для рациональной операции такого рода, конечно, невозможно. Мы ограничимся рассмотрением двух вариантов дедукций различной структуры.

А. Проблема наследственности

Ход аргументации складывается здесь из следующих звеньев.

1. Наследственная сила гамет одинакова... Наблюдение.
2. Их морфология крайне различна... Наблюдение.
3. Необходимо обнаружение в гаметах чего-то общего, могущего устранить конфликт между (1) и (2)... Постулат.
4. Открытие хромосом... Наблюдение.
5. Решающее сопоставление (3) и (4) ... Дедукция.

Б. Процессы возбуждения в зрительных волокнах

Мы будем исходить из фиктивного представления, что строение сетчатки совершенно неизвестно, но несомненно, что процесс возбуждения волокон зрительного нерва связан с пей. Первым членом аргументации будет в данном случае не наблюдение.

Но может возникнуть (хотя фактически он, по-видимому, долго не возникал) вопрос, имеющий характер альтернативы:

Содержание возбуждения каждого волокна монотонно или разнообразно? ²⁰

Для сопоставления мы располагаем пока двумя наблюдениями: разнообразием содержания зрительного поля и большим количеством зрительных волокон.

Но оно не может привести к однозначно строгому выводу (дедукции). Мы можем дать волю своей фантазии и представить себе, например, что сетчатка представляет собой континуум, в котором происходит синтез всех, обусловленных зрительным полем разнообразных возбуждений такого характера, что каждое волокно нерва реагирует лишь, как «да» или «нет», разнообразие же зрительных переживаний обуславливается лишь топографическим распределением этих двух ответов ²¹.

Сопоставление становится возможным в этом случае лишь благодаря новым наблюдениям, носящим характер «открытия», т. е. полученным и предпринятым вне непосредственной связи с поставленным нами вопросом.

Принципиальное различие в ходе мыслей обоих примеров заключается в отсутствии конфликта во втором из

²⁰ Мы прибегаем при этом к дополнительной фикции, предполагая, что пути анализа состояний нервного волокна совершенно недоступны.

²¹ Нечто подобное осуществляется, по-видимому, в сложных телевизионных аппаратах.

них. Конфликт заменился здесь неизвестностью, неопределенностью, не могущей дать, по самому своему характеру, направление поискам, т. е. исследованию.

Но и элементарные данные о строении сетчатки (до нейронного периода) не дали возможности вполне однозначного ответа, так как оставался континуум в форме обоих так называемых «молекулярных слоев» старой гистологии, не исключających механизмов типа «да» или «нет».

Открытие Кахала [28] представляется нам однозначным решением поставленной проблемы в силу следующего.

Считаясь с возможностью и даже вероятностью разного рода унифицирующих связей в сетчатке, мы стоим перед несомненным фактом резко очерченных богатых связей между элементами зрительного эпителия и биполярными, с одной стороны, и последними и ганглионарными клетками — с другой.

Мы исходим поэтому с полным основанием из положения, что содержание восприятий в своих решающих параметрах определяется импульсами, исходящими от биполярных клеток, и приходим на этом основании к однозначной дедукции уже известного нам содержания.

При всем различии обоих типов дедукций им присуще существенное следующее: их результат, т. е. вывод, является отправным пунктом обычно многочленной цепной индукции, в которую могут долго или совсем не вплетаться дедукции.

Дедукции являются, другими словами, сравнительно редкими событиями, далеко идущими последствиями творческого характера, в чем и заключается их громадное значение.

Обозревая различные направления современной биологии, мы убеждаемся, что аналитический ход мышления используется ею совершенно недостаточно и что в словах Гете об углубленном созерцании непосредственно данного содержится глубокая истина.

МОДЕЛИ И МОДЕЛЬНЫЕ ОПЫТЫ В БИОЛОГИИ

Основной прием научного анализа, имеющий конечной целью создание общих принципов, заключается в мысленной замене непосредственно данных восприятия *М*, *Н*, *П*... очень ограниченным числом мысленно сконструированных, принципиально возможных *Х*, *У*..., причем мы

говорим, что в то время, как мы наблюдаем ряд $M, II...$, в действительности имеет место мысленно доступный наблюдению, сконструированный нами ряд $X, Y...$, при совершенно иных наблюдениях $II, P...$ — ряд $X_1, Y_1...$, отличающийся от ряда $X, Y...$ лишь одним-двумя параметрами.

Мы обозначим для ясности наблюдаемый ряд как «вытесняемый», сконструированный нами — как «вытесняющий».

Но мы прибегаем нередко к менее радикальной конструкции, создавая ряд $V, Z...$, заведомо не вытесняющий, по ставящийся в определенное соотношение к наблюдаемому ряду $M, II, P...$ Такие ряды называются модельными. Они могут быть также наблюдаемыми («реальные модели») или чисто умственными. Цели, преследуемые при конструкции моделей, различны. «Модели» являются нередко простыми фиктивными упрощениями, необходимыми в физике при сложных расчетах. Так, например, для кинетической теории газов молекулы являются элементарными упругими частицами.

Умственные модели являются во многих случаях простыми аналогиями, дающими, однако, направление дальнейшим теоретическим конструкциям. Для многих физиков, мыслящих конкретно (образно), такие модели являются, по-видимому, необходимостью. Но для исследователей с абстрактным образом мысли такие модели не нужны. Как отмечает, например, Гельмгольд, он никогда не ощущал в них потребности. Но так как выдающиеся физики, как Кельвин, пользовались ими, замечает он, против них не может быть принципиальных возражений.

В силу всегдашней очерченности проблем в физике и химии ставящаяся при создании модели задача исчерпывается, по существу, лишь одним параметром. Поэтому расчеты и выводы, вытекающие из такой модели, не могут быть противоречивыми или несовместимыми с другими параметрами реального наблюдения. В этом заключается односторонность и ценность моделей в физике и химии.

В биологии положение существенно иное. Вообще возможные как реальные, так и умственные модели могут отобразить лишь один или очень немногие параметры сложного и, как мы уже знаем, неочерченного наблюдения. Необходимо поэтому при конструкции модели обеспечить прежде всего возможность ее согласования со все-

ми остальными характеризующими данное явление параметрами, и такое согласование удастся лишь в очень редких, скорее исключительных случаях. Обычно же модели, конструируемые с целью лучшего понимания биологических процессов, представляют не больше, как чисто внешние аналогии. Мы приведем в качестве примера один из редких случаев модели, удовлетворяющей в основном сформулированному выше постулату.

Некоторые виды амeboидного движения воспроизводятся довольно удовлетворительно остроумной моделью Бютшли. Она основана на непрерывных колебаниях поверхностного натяжения комочков пены, ячеи которых соответствуют по размерам наблюдаемым на живом организме микроскопическим структурам. Соответственные реальные колебания поверхностного натяжения в амebaх не только вероятны, но, должно быть, и неизбежны, и поэтому такой модели нельзя отказать в действительном интересе, заключающемся в сведении одного определенного жизненного проявления на хорошо знакомые нам и поэтому «понятные» физические процессы. Но именно логическая структура такой модели вскрывает нам все опасности и бесплодность их более широкого применения в биологии.

Отказавшись от несколько формального термина «модель» и сохранив его сущность, мы легко можем убедиться, насколько широко прием «моделирования» используется в биологии.

Из сложной системы взаимоотношений, включенных в любое жизненное проявление, выхватывается какой-либо параметр лишь в силу того, что он реально или по крайней мере умозрительно воспроизводим вне живой системы и лишь на основании этого возводится в основной, руководящий принцип исследуемого жизненного проявления. Такова по существу почти вся электрофизиология. Колебания потенциала, являющиеся в сущности лишь очень чутким и поэтому очень ценным сигналом волнообразного распространения «чего-то», отождествляются именно благодаря своей «моделируемости» с этим неизвестным.

Построения таких моделей, т. е. в сущности руководящих представлений, лишены ценности.

Ценность моделей для биологии лежит совсем в ином, и мы попытаемся сформулировать ее, руководствуясь следующими соображениями.

Допустим, что в живой системе —А— предполагает-

ся наличие процесса — K —, не вытекающего из достоверных фактов, но гипотетически сконструированного для их объяснения. Так как — K — является нашей умственной конструкцией, то мы можем во многих случаях придать ей такую формулировку и параметры, что становится возможным реальное воспроизведение — K — в модельном опыте. Речь идет при этом об обычном физическом или химическом опыте (или конструкции), предпринимаемом, однако, со специальной, впрочем довольно скромной, целью: в лучшем случае получается уверенность, что предполагаемый в живой системе процесс — K — при известных обстоятельствах действительно возможен.

Таковыми модельными опытами в грандиозном масштабе и ограничивается в сущности применение физики и химии к чисто биологическим проблемам.

Именно здесь, как в фокусе, сосредоточены все расхождения и недоумения, связанные с так называемым «витализмом» и «механизмом».

Обычная формулировка гласит: механист утверждает, что все жизненные проявления смогут быть сведены в конечном счете к физико-химическим процессам, виталист отрицает такую возможность.

Такое противопоставление лишено реального смысла.

Единственно существенным является вопрос, отражается ли та или иная точка зрения на реальной работе? И единственно этот вопрос подлежит здесь рассмотрению, так как нас интересует лишь метод конструкции модельных опытов в биологии.

При изучении результатов работы последних десятилетий мы легко убеждаемся, как далеко расходятся нередко теоретические взгляды и их практическая реализация.

Совершенно тривиально, конечно, что любой создаваемый исследователем в применении к биологическим процессам ряд событий оперирует заимствованными у физики и химии понятиями X , Y ..., т. е., что биолог не может «уйти от физики и химии». Но этим далеко не предпринят вопрос о самой структуре таких рядов в биологии. Едва ли может быть отвергнуто ожидание, что имеется в виду своеобразие комбинаций X , Y ... в биологических рядах. Имеются ли, другими словами, в виду процессы атомарные, молекулярные или более сложные?

Обозначим для краткости обычные физико-химические ряды, как X , Y ..., их своеобразные ряды, необходимые для моделирования биологических процессов, как X_0 , Y_0 ...

Основной, подлежащий выяснению вопрос мы могли бы сформулировать следующим образом.

От кого должна исходить инициатива в постройке рядов $X_0, Y_0, \dots$, от физика или химика, на основании успешности их рядов $X, Y, \dots$ в проблемах их наук, или от биолога, делающего предположения, для которых он ищет подкрепления в рядах $X_0, Y_0, \dots$?

Можно почти без колебаний сказать, что не только физики и химики, но и большинство биологов склоняются к первой альтернативе.

Мы попытаемся показать всю неправильность этой точки зрения и ее результатов. Можно без преувеличения сказать, что они искажают все лицо биологии.

С особенной наглядностью это можно проследить на современной биохимии, т. е. использовании ее результатов для интересующей ее цели.

Положение биохимии, если делать упор на ее отношение к биологии, своеобразно в двойном отношении.

В своих чисто аналитических результатах биохимия не может иметь полной уверенности в том, что получаемые ею соединения существовали в таком же виде и состоянии и в живых системах. Под «видом и состоянием» мы понимаем при этом, во-первых, возможность рыхлых, псеввалентных связей соединений в живых системах, нарушаемых при сравнительно грубых методах их выделения в «чистом» виде, во-вторых, возможность (и даже вероятность) своеобразия их стерических параметров, связанных с состоянием «возбуждения» (т. е. избыточной энергии), конечно, чуждым препаративной химии. В-третьих, возникновение отсутствовавших в живом межмолекулярных связей, невозможных между молекулами, находящимися на высоком энергетическом потенциале.

Если возникают самые серьезные сомнения уже в правильности результатов химического расчленения живых систем, то тем более обоснован скептицизм относительно ценности моделирования процессов метаболизма в живых системах путем использования данных этого расчленения. Но именно в возможности моделирования и заключается вся ценность биохимии как биологической дисциплины, и поэтому изыскания правильных путей использования ее препаративных данных являются особенно важной задачей.

Но именно здесь с особой ясностью можно убедиться, что моделирование процессов метаболизма и вообще химических картин в живых системах совершается не по

инициативе биолога, по биохимика как химика, т. е. ору-
дующего создавшимися на основании чисто химических
препаративных данных представлениями.

Химические представления о строении белков вне ор-
ганизмов сделали за последнее время очень значительные
успехи, причем они базпруются, однако, почти исключи-
тельно на специальных формах белковых тел — кератине,
шелке или извлеченных из организмов, так сказать «труп-
ных», белках — миозине, актине и т. д. Во всех этих
объектах констатируется строгая периодичность их струк-
туры, высокая степень устойчивости благодаря побочным
(водородным и серным) связям пептидных цепей.
Из ряда теоретических соображений и не вполне одно-
значных экспериментальных данных делаются выводы,
что белковые молекулы в состоянии равновесия сверты-
ваются в клубочки (глобулы).

Аналогичные структурные представления создаются,
хотя с гораздо меньшей определенностью, и на основа-
нии анализа белков крови, лимфы и т. д.

Все эти данные и связанные с ними теоретические
построения переносятся в живые системы, в представле-
ния о «протоплазме» и ложатся в основу модели о «суб-
микроскопических структурах протоплазмы» (напри-
мер [25]).

Такой ход построений противоречит здравому смыслу
и логике: так как существенной, основной проблемой
биологического анализа, и в частности метаболизма, в са-
мом широком смысле этого слова является установление
и выяснение закономерностей, специфических для живых
систем, т. е. не совпадающих с аналогичными процесса-
ми *in vitro*, то попытка подведения общих здесь и там
основ, т. е. рядов X, Y..., ставится возможной лишь в
меру согласования с этими специфическими особенно-
стями.

Но эта задача выполнима в принципе (быть может, за
редкими исключениями) лишь на живом, причем наи-
более ценные высказывания не являются непосредствен-
ными данными анализа чисто химическими или физиче-
скими методами²², но лишь выводами из наблюдений
над живыми системами и из теоретических построений,
созданных на основе этих наблюдений.

Из этого вытекает, что программа построения модель-
ных рядов X, Y... для живых систем должна исходить

²² Например, выполнимыми на живом микрохимическими реакци-
ями, спектральным анализом, и т. д.

не от химика, но от биолога. Мы можем, другими словами, правильно использовать биохимические данные, полученные вне живых систем, лишь в тех случаях, где мы ощущаем в них потребность, вытекающую из чисто биологических соображений и данных. Так, например, наблюдения и размышления над митозом приводят нас к выводу, что в некоторых этапах процесса пептидные цепи должны обладать максимальной степенью мобильности, что, вероятнее всего, сопряжено с существенным отсутствием между ними побочных связей (водородных мостиков). Из биохимических данных мы можем почерпнуть сведения, что эполизация пептидных связей противодействует формированию водородных связей. В данном случае биохимия вполне удовлетворила запросы биолога. Но относительно ряда, быть может наиболее существенных наблюдений (и связанных с ними представлений) над молекулярными процессами в живых системах, мы не находим готовых данных в арсенале химических представлений.

Биолог стоит здесь перед альтернативой — либо полного отказа от моделирования, либо создания новых, еще не использованных комбинаций из физических и химических представлений более элементарного порядка. В последнем случае биолог решается идти своим собственным автономным путем, и этим самым он становится в глазах широких слоев виталистом.

О СВЯЗЯХ И ПРИЧИННЫХ РЯДАХ

При изучении связей можно оставаться на почве чистой эмпирики, не создавая гипотез.

Понятие «связи» относится, конечно, в равной мере как к отношениям между эквивалентными друг другу элементами наблюдений, так и между каким-либо данным элементом и совокупностью всех остальных, т. е. системой, взятой как «целое».

Обычной концепции соответствуют связи двух родов: 1) симметричные, при которых предполагается взаимодействие между A и C ($A \rightleftharpoons C$), и 2) иерархические, где предполагается односторонняя зависимость C от A .

Вопрос о связях второго рода сразу же возникает в случае одновременности наблюдений A и C . Такая связь обозначается обычно как причинная (A — есть причина C).

Из одно обобщающее понятие, находящееся в непре-

рывном употреблении, не подвергалось на протяжении столетий столь многостороннему критическому анализу, приведшему, в общем, к скептическому или во всяком случае ограничительному отношению к нему.

Мы не можем точно сформулировать, что мы хотим сказать, принимая, что A — есть причина C , кроме того, что A всегда предшествует C , что без A нет и C . Но совершенно ясно, что это наблюдение ничем не отличалось бы от совершенно иного сочетания событий, например от одинаково однозначной зависимости и A и C от какого-то третьего события K , причем связь $K \rightarrow A$ совершалась бы раньше, чем $K \rightarrow C$. Не бóльшую однозначность внесло бы и экспериментальное вмешательство в наблюдаемое непосредственно взаимоотношение между A и C ²³.

Мы видим, таким образом, что при всей психологической неизбежности желания получить ответ на вопрос «почему», который мы привыкли обозначать, как причину, строгое определение того, что мы имеем при этом в виду, т. е. что мы хотим знать, очень трудно.

Мы полагаем, что понятие причинности может стать действительно ценным научным достоянием лишь при совершенно иных предпосылках.

Имеет смысл принять, что A есть «причина» C , лишь в том смысле, что A является начальным, а C конечным звеном цепи событий, относительно звеньев которой мы можем сформулировать вполне определенные предпосылки.

²³ Это утверждение нуждается в несколько более точном обосновании. Мы должны заменить символы A и C символами ΔA и ΔC , подчеркнув этим, что наблюдаются какие-то процессы, т. е. изменения наблюдаемых A и C , причем ΔA всегда раньше ΔC . Возможность изолированного исключения ΔA в физическом и химическом экспериментах, конечно, дана (что, однако, фактически почти исключается в биологии). Поэтому возможны случаи установления однозначных связей ΔA и ΔC , т. е. утверждений, что для ΔC необходимо предшествующее ΔA . Но откуда взять уверенность, что не будет когда-нибудь обнаружено неизвестное до тех пор ΔE , между которым и ΔC также существует однозначная связь. Поэтому, обозначая ΔA как причину ΔC , мы должны будем сказать также и о ΔE .

Из этого вытекает, что, устанавливая понятие «причинной» связи, мы этим самым должны мириться с понятием множественности причин. Но само понятие «причины» вводится, по-видимому, из желания уделить одной из связей преимущественное место перед всеми другими известными и возможными связями. Но такое намерение, по крайней мере в строгой форме, явно неосуществимо.

Если A есть начальное, а C — конечное наблюдаемое состояние какого-то X , то мы должны:

1) требовать, чтобы любой переход $X_n \rightarrow X_{n+1}$ был нам понятен, т. е. известен из других наблюдений, и не являлся бы в данном случае для нас проблемой;

2) или, наоборот, установив звено $X_n \rightarrow X_{n+1}$ как неизвестную до сих пор последовательность, принять ее как новое данное (сделать, так сказать, открытие).

Если этот постулат осуществим, можно A условно называть причиной C , хотя корректнее было бы сказать, что существует причинный ряд между A и C .

Лишь при соблюдении этого требования мы не рискуем заблудиться в лабиринте «множественных причин» очень распространенного, но не выдерживающего критики представления, созданного специально для потворства некоторой умственной лени, проявляющейся особенно часто в биологии. Мы попытаемся пояснить это на конкретном примере.

Разберем возникновение какой-либо болезни не инфекционного характера, например хронического миокардита.

Можно в данном случае предположить существование многих одинаково важных «причин» (в общепринятом смысле), независимых друг от друга, — недостаточное развитие сосудистой системы сердца, неправильность метаболизма, интоксикация, переутомление и т. д.

Для практической оценки и поведения врача эти факторы могут считаться «причинными» (так называемыми этиологическими моментами), но для понимания хода развития анатомических изменений, обозначаемых как миокардит, нужно, конечно, нечто совершенно иное. Такие изменения, как инфильтрация мышцы жиром, сглаживание поперечной полосатости и т. д., являются непрерывно развивающимися, направленными процессами и существует какой-то инициальный момент ничтожной девиации нормально протекающих в миокарде процессов, являющийся как бы стартом непрерывно нарастающих направленных изменений.

Допустим, что мы в состоянии хотя бы мысленно проследить шаг за шагом дегенеративных процессов в восходящем порядке, т. е. исходя из выраженного патологического состояния, до этой начальной девиации. Здесь перед нами возникает решающий момент в виде альтернативы:

Можно продолжить дальнейший причинный ряд (выполняя наш выше сформулированный постулат), направляя его

предположительно до того или другого из известных нам уже этнологических моментов (например, переутомление, хроническая интоксикация), или убедившись в невыполнимости этого предприятия, направить поиски причинного ряда на совершенно иное русло, могущее привести к старту, о котором до сих пор не было речи. Во втором случае все клинические «причины» не входили бы вовсе в причинный ряд, но могли бы оказать более или менее значительное косвенное воздействие на его течение. Мы это поясним в дальнейшем на примерах.

Мы приходим этими соображениями к окончательной формулировке понятия «причины», могущего удовлетворить строгим логическим требованиям.

Наша неизбежная каузальная потребность одинаково мало удовлетворяется многопричинностью и установлением какой-либо одной истинной причины, если под последней подразумевается какое-либо одно событие, связь которого с изучаемым последствием является сама по себе проблемой. Для нас не существует понятия обособленной причины, но лишь причинного ряда²⁴.

Нет надобности рисовать себе практически полную обособленность такого ряда. Любое из его звеньев может (и, как правило, будет) стоять в той или иной связи с другими, протекающими в системе процессами и испытывать от них воздействие. Представим себе значительную часть протекающих в системе процессов как трехмерную решетку, узловыми пунктами которой являются, однако, не все процессы, так как многие из них имеют лишь одностороннюю связь и могут быть обозначены как конечные разветвления (или тупики).

Мы вводим в эту решетку и параметр времени, отнеся его, например, к системе координат, где ось Z означает

²⁴ Наглядной иллюстрацией сказанному является интенсивно дискутируемый в настоящее время вопрос о возникновении рака. Казалось бы, что 100%-ное возникновение рака при применении некоторых канцерогенных веществ не оставляет сомнения в праве назвать эти вещества «причиной» рака. Однако существуют также заслуживающие внимание взгляды, согласно которым причиной рака являются вирусы, как-то активируемые канцерогенными веществами. Совершенно несомненно, что решением проблемы будет здесь лишь установление причинного ряда, в котором может оказаться, что один из конкурирующих факторов окажется лишь боковой ветвью, вливающейся как необходимое звено в определенном месте ряда, взявшего начало от второго (а быть может, и от совершенно иного, еще неизвестного) старта.

время и, следовательно, плоскость $X-Y$ (или параллельные ей сечения) — одновременность.

Связи между узловыми точками решетки обозначают зависимость символизируемых точками процессов, причем зависимости будут существенно различны, смотря по их расположению в одной или различных плоскостях, параллельных $X-Y$. В дальнейшем они обозначаются символами $\rightleftharpoons$ — одновременность и $\downarrow$ — последовательность во времени.

Представим себе, что произошло отклонение процесса X_{n+1} вслед за отклонением процесса X_n , т. е. согласно $\downarrow$ последовательности. Этот акт может иметь различные последствия или вовсе не иметь их. В последнем случае возникает «тупик», дальше нас не интересующий. Но в первом случае речь может идти о дальнейшем отклонении $\downarrow$ последовательности или $\rightarrow X_{n+1}$, или $\leftarrow X_{n+1}$, или любой комбинации из них.

Можно представить себе, например, такой вариант.

Отклонение процесса X_{n+2} есть следствие $\downarrow$ отклонения процесса X_{n+1} по своему содержанию. Но оно имеет место лишь в том случае, если совершается процесс $K \rightarrow X_{n+2}$. Последний мыслим, однако, при двух обстоятельствах: возможно, что такой переход $K \rightarrow X_{n+2}$ совершается благодаря отклонению K (т. е. независимому $\downarrow$ акту в K -последовательности). Но возможно, однако, что процесс $K \rightarrow X_{n+2}$ возник благодаря отклонению самого процесса X_{n+2} ²⁵. Возможно при этом, что, хотя процесс $X_{n+2} \rightarrow X_{n+3}$ имеет вообще место лишь при наличии процесса $K \rightarrow X_{n+2}$, последний никак не отражается на содержании первого процесса²⁶.

Поряду с только что проанализированной комбинацией не меньшее значение принадлежит и комбинации $\downarrow X_{n+2} \rightarrow K$. Развивающийся $\downarrow$ ряд может иметь последствия, заканчивающиеся тупиками K , но входящими в общую картину наблюдаемого многочленного процесса M , берущего начало от отдаленного старта $-A-$.

В набросанной схеме мы сохранили возможность двух (и, конечно, более) одновременных $\downarrow$ рядов, указав на то, что последовательность $K \rightarrow X_{n+2}$ вмещивается в ряд $\downarrow$

²⁵ Представим себе, например, что K и X_{n+2} — два, не интерферирующие друг с другом химических процесса. Но вполне возможно, что отклонение второго (например, ионизация, перегруппировка и т. п.) создаст условия для возникновения реакции между неизмененным первым и отклоненным вторым членом.

²⁶ Допустим, например, что $K \rightarrow X_{n+2}$ освобождает лишь энергию, необходимую для процесса $X_{n+2} \rightarrow X_{n+3}$.

$X_{n+2} \dots$ и что K может (но, конечно, не должен) принадлежать аналогичному $\downarrow (K)$ ряду.

Какое мы имеем после этого основание рассматривать конечное событие — M — как последнее звено последовательности именно X -серии, а не смешанной последовательности, в пачале — K -серии, а начиная с звена X_{n+2} , — X -серии?

Вопрос этот имеет первостепенное значение в силу того, что в случае, если чисто феноменологически на противоположных концах длинной цепи событий стоят отклонение — A — и конечный эффект M , мы склонны смешивать сам по себе неоспоримый факт, что — A — является стартом последовательной цепи событий, с утверждением, что между A и M есть непрерывная цепь и что эта цепь есть во всех случаях искомый причинный ряд. И именно здесь легко впасть в ошибку.

Мы поясним это на реальном примере.

В настоящее время можно, по-видимому, не подвергать сомнению, что старт митозов дается поглощением клеткой одного или нескольких фотонов ультрафиолета.

Можно ли построить причинный ряд, исходя из этой связи между фотоном и делением?

Нам известны непосредственные последствия поглощения молекулами энергии фотона и несколько дальнейших звеньев развивающейся последовательности событий и мы можем вместе с тем обозреть, по крайней мере в общих чертах, пределы этой последовательности. Конкретизируя мы можем сказать, что возникающая после поглощения энергии фотона цепная реакция приводит к ряду изменений пептидных цепей клетки — с одной стороны, некоторому их разукрупнению, энוליзации пептидных связей, с другой стороны, к форсированию пептидного синтеза (быть может, и других синтезов, например нуклеотидов).

Но здесь цепь событий, стартом которых явился акт поглощения энергии фотона, обрывается. Немыслимо, чтобы сложный и многочленный акт митоза был непосредственным следствием энוליзации или синтеза пептидов. Эти и тому подобные, больше того, любые мыслимые последствия притока энергии при поглощении фотона могут быть лишь необходимыми предпосылками для акта митоза. Причинный ряд, лишь частично наблюдаемый и обозначаемый нами как митоз, имеет своей отправной точкой какое-то, нам пока неизвестное отклонение какого-то процесса (состояния) X , и в этот ряд как необходимая предпосылка его дальнейшего течения где-то включается

«турик» последовательности событий, вызванной поглощением фотона.

Ясно без дальнейшего, что цепь событий $X_0 \rightarrow X_n$ с исходным невыясненным пока событием $X_0 \rightarrow X_1 \dots$ есть наш причинный ряд; «турик» цепи событий, воздействующий на него, соответствует нашему символу $K \rightarrow X_{n+2}$.

В выбранном нами примере присвоение термина «причинный ряд» последовательности событий, не являющихся продолжением ряда $\rightarrow K \leftarrow$, берущего начало от облучения, ясно без дальнейшего. Правда, отказываясь от мысли об объединении обоих рядов, мы отдаляемся от возможности хотя бы частичного познания ряда $X \dots$, являющегося пока сплошной загадкой.

Но вместе с тем мы освобождаемся от опасности заблуждения, пронизывающего, если можно так сказать, современную биологию, — что можно дать адекватное описание жизненных проявлений на языке молекулярных процессов, обусловленных свойствами самих молекул.

Именно таков характер последовательности событий, следующих за поглощением энергии фотонов.

Мы можем выдвинуть обратное положение, что причинным рядом для жизненных проявлений может быть лишь последовательность событий, включающая независимые от молекулярных процессов параметры.

Нет при этом необходимости, чтобы эти параметры варьировали соответственно последовательности событий, т. е. при переходе от одного звена к другому. Наоборот, предположительное построение причинного ряда будет облегчено представлением о неизменном или самостоятельно эволюционирующем ведущем факторе.

Это положение близко на первый взгляд к тривальности. Действительно, никто из биологов не усомнится, что последовательность процессов, приводящая к наблюдаемому событию — M — при начальном событии — A —, обусловлена в известной мере «условиями живой системы».

Но на деле все ограничивается обычно этой декларативной фразой, т. е. «условия системы» вовсе не становятся объектом научного анализа. Отстаиваемая же здесь точка зрения утверждает, что «изыскание причин», т. е. построение причинного ряда неотделимо от введения понятия ведущего фактора, обуславливающего содержание и последовательность событий.

Этот «ведущий» фактор является, конечно, не одним из звеньев многочленного процесса, но входит какими-то своими параметрами во все звенья причинного ряда.

КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ КОНЦЕПЦИЙ СОВРЕМЕННОЙ БИОЛОГИИ

ВВЕДЕНИЕ

Попытка охарактеризовать какую-либо науку декларативной фразой — «физика занимается свойствами материи и сил», «геология — посвящена изучению строения земли» и т. д. не дает, конечно, удовлетворения. Более рациональным путем является, по-видимому, перечисление и определение тех основных понятий, с которыми данная наука работает, выражаясь лапидарно, ее словарь.

Так, например, если мы перечислим и определим понятия: «масса, энергия, ускорение, колебание, квант, электрон» и т. д., мы охарактеризуем в известной мере физику, хотя бы отграничив ее, скажем, от химии.

Входящие в словарь понятия являются при этом краткими формулировками или непосредственных наблюдений, или представлений (моделей), созданных в результате наблюдений.

Понятия, составляющие словарь, приобретают смысл лишь в комбинации друг с другом, создающей высказывание, причем одно из понятий является подлежащим, другие — сказуемым.

Эмпирические понятия физики и химии вполне четки, однозначны и не являются абстракциями. Они выражают лишь формулировки наблюдаемого. Умозрительно созданные данные (модельные) понятия совершенно четко отделены от этой категории, являясь при этом лишь своеобразными сочетаниями понятий, создаваемых эмпирей.

Понятия биологического словаря являются в противоположность этому по большей части абстракциями, обобщениями и толкованиями и поэтому в большей или меньшей степени произвольны и могут привести при их использовании к противоречивым и ложным выводам.

Нередко они по своему содержанию гибридного характера, сочетая формулировки и обобщения наблюдаемого с построениями частью чисто оценочного, частью даже эмо-

ционального (т. е. заимствованного из собственного переживания) характера.

Так, например, понятия — «регуляция», «защитная реакция» несомненно оценочного характера, понятие «возбуждение» заимствовано из нашей эмоциональной сферы.

Лишь немногие понятия биологического словаря остаются на чисто фактической основе, но благодаря своему чрезмерно обобщающему характеру бедны реальным содержанием: таково, например, понятие метаболизма.

Существует еще одно существенное различие между понятиями биологии и неорганических наук: понятия, которыми оперирует физика, стоят частично в непосредственных связях друг с другом, частично объединяются всеохватывающими (явно или не явно) понятиями: масса, энергия. Используемые биологией понятия обнаруживают лишь групповые связи, но среди них нет всеохватывающих объединяющих представлений, могущих притязать на конкретный смысл.

Биология не имеет поэтому единого лица: нельзя уловить связи между понятиями, например, морфологии и иммунитета и т. п.

Нельзя также сказать, что все принципиально вообще познаваемое или умозрительно формулируемое относительно живых систем без остатка расчлещено или распределено между отдельными биологическими дисциплинами.

Мы должны, конечно, считаться с тем, что есть, и понять, что отмеченные нами особенности и недостатки, созданные многими поколениями биологических понятий, неизбежны. Но это не устраняет необходимости критического пересмотра содержания этих исторически сложившихся понятий и не лишает нас права на попытку их частичной замены или дополнений.

Такой анализ будет проведен нами на ряде основных понятий, с которыми имеет дело биология.

СУЩНОСТЬ

И ПРЕОДОЛЕНИЕ КЛЕТОЧНОГО ПРИНЦИПА

Понятие «клетка» есть смелое обобщение и экстраполирование наблюдений, наблюдения же проводились без определенно осознанной необходимости найти предполагаемые на основании тех или иных соображений элементы.

Мы попытаемся выяснить как отрицательные, так и положительные стороны этого обобщения.

Если мы несколько заменим обычную формулировку «клеточной теории», сказав, что «живые системы построены из клеток и клеточных дериватов», то мы констатируем лишь факт, вытекающий из эмбриогенеза как растительных, так и животных организмов, т. е. воздерживаемся от какой-либо теории.

Но если мы принимаем, что все наблюдаемые макроявления в живых системах представляют результат синтеза жизненных проявлений клеток, мы делаем очень смелую индукцию, о строгом доказательстве или опровержении которой не имеет смысла спорить, но необходимо оценить степень ее плодотворности как эвристического принципа нашего анализа жизненных проявлений.

Здесь мы обнаруживаем и теневые и положительные стороны клеточной теории и случаи, в которых высказанная выше индукция вообще теряет смысл.

Мы начнем с последних.

Для проблем, связанных с функционированием сосудистой системы, свойствами кости, хряща, сухожилий, трахей насекомых, даже мышц и нервов, строящие их (как, например, в капиллярах) или содержащиеся в них (кость, хрящ, сухожильные, нервные волокна и т. д.) клетки не представляют для нас интереса в том смысле, что они вовсе не фигурируют в наших высказываниях о свойствах данных систем или о протекающих в них процессах. Скорее наоборот, непременное наличие в таких системах клеток (или в более общей форме ядер, как в мышечных волокнах) является для нас как бы добавочной проблемой, так как мы руководимся внутренним убеждением, что эти клетки (ядра) зачем-то необходимы и их необходимость должна быть понята.

С другой стороны, во многих случаях макроявления представляют лишь сумму протекающих в клетках и их дериватах микроявлений, и здесь сформулированное выше представление о клеточном принципе себя, конечно, вполне оправдывает.

Но в важнейшем органе животных организмов — центральной нервной системе — клеточный принцип обнаруживает одновременно и свои отрицательные и положительные стороны.

Хотя необходимость представления мозговой коры как континуума осознается за последнее время все чаще, нейрональная концепция функционирования центральной

первоней системы развивается все дальше и приобретает все более догматический характер. В этом отношении можно видеть главный вред и опасность «клеточной теории». Но в ней есть и обратная сторона.

Нет вовсе необходимости рассматривать первые клетки мозговой и мозжечковой коры как функциональные единицы, поддерживающие между собой связь лишь своими синапсами, и, таким образом, мозговую кору, как вместилище или простую сумму эквивалентных единиц нейронов.

Ничто не мешает нам рассматривать ее как континуум с вкрапленными в него в огромном числе центрами воздействия на этот континуум. В результате мы будем иметь различные состояния именно континуума, т. е. чего-то, согласно самому определению, перасчетаемого, т. е. противоречащего клеточному принципу.

Но вместе с тем этот принцип оказывается плодотворным, если мы обратим внимание на следующее.

Представление о мозговой коре как континууме удовлетворяет нас в силу неограниченного разнообразия и богатства его содержания. Но именно благодаря наличию громадного числа дискретных, в известной мере автономных центров воздействия на континуум — клеток мозговой коры — и становятся постижимыми неисчерпаемые богатства возможных комбинаций воздействий на континуум.

Восставая против попытки безоговорочного расчленения коры, мы видим вместе с тем глубокий биологический смысл в констатировании следующего рода: «Мозговая кора содержит огромное число дискретных очагов действия». Наряду с «расчленением» мы должны считаться и с необходимостью «выделения» эквивалентных элементов.

Мы стоим перед следующим своеобразным положением вещей. Мы не искали, т. е. не постулировали на основании общих соображений о жизненных проявлениях существование клеток, но мы их обнаружили. Сам факт обнаружения не дает сам по себе однозначных оснований для создания «клеточной теории».

Основное обобщение так называемой клеточной теории — организмы расчленимы на эквивалентные элементы — приходится поэтому отбросить. Оно допустимо лишь для ранних эмбриональных стадий. В дальнейшем же вообще невозможны высказывания относительно клеток в общей форме.

Существуют проблемы, решая которые, мы вправе забыть про клетки. Наряду с этим ряд не менее важных проблем следует рассматривать просто как клеточные проблемы, и, наконец, в третьей категории «клеточность», если можно так выразиться, входит как существенный, но далеко не решающий фактор в наши построения и представления.

Но из совокупности наблюдений над растительными и животными организмами на самых разнообразных этапах их жизненного цикла вырисовывается с достоверностью лишь одно:

расчленение на эквивалентные элементы, вообще говоря, невыполнимо и слишком противоречит действительности, но выделение эквивалентного во всех случаях элемента непосредственно не связывается. Но этим элементом являются не клетки, но ядра.

Единственно объективным изображением наших сведений о строении любых живых систем является следующее.

В любом участке¹ любой живой системы мы находим однозначно определяемые структуры — «ядра», окруженные или включенные в различные, не поддающиеся общему определению образования. В тех случаях, где эти последние очерчены вокруг одного или реже нескольких ядер и ограничены от смежных, аналогичных участков, мы обозначаем такие включающие ядра участки, как клетки.

Но из этого вытекает, что, если вообще возможна и осуществима всеобобщающая, исходящая из оптических данных, специфически биологическая теория, это будет не «клеточная», но «ядерная» теория.

Некоторое понятие «иерархичности» при размышлении над живыми системами возникает, по-видимому, с неизбежностью. Мы ищем какие-то активные начала, которым как-то подчиняются какие-то пассивные элементы в живых системах. Убеждением, что это активное начало связано с ядром, пропитается все более современная биология, и этим она, по нашему мнению, не уклоняется от верного пути.

Исходя из этих общих положений, мы попытаемся охарактеризовать и выделить сущность классических, связанных с клеткой понятий.

¹ Имеются при этом в виду лишь сохраняющие свой метаболизм, т. е. не выпавшие из строя, например путем ороговения, составные части живых систем.

ПРОТОПЛАЗМА

Основное понятие биологии — протоплазма — рассматривается обычно как обобщение наблюдений.

В этом кроется недоразумение или заблуждение.

Лишь ядро является действительным обобщенным описанием наблюдения, достаточным даже для его отождествления при новых наблюдениях. Понятие же «протоплазма» не есть ни обобщение, ни даже абстракция, но, строго говоря, постулат.

Постулат этот есть выражение убеждения, что во всех живых системах при всем их разнообразии есть нечто существенное общее, относительно которого возможно содержательное высказывание. Но если спросить себя, в чем мы видим это общее (оставляя при этом в стороне чистый «химизм»), мы убеждаемся в полной неопределенности постановки вопроса.

Мы остановимся вначале на классической концепции, неявный смысл которой может быть сформулирован следующим объективным образом.

Основным понятием биологии является, вполне естественно, форма, т. е. закономерность чисто пространственных параметров живых систем. Психологически понятно поэтому, что что-то «общее», к выделению которого мы стремимся, также сводится к архитектурным представлениям.

Основой поведения любой биологической системы (клетки, волокна) является включенный в нее некий «аппарат», охарактеризованный, помимо чисто химических, и пространственными (структурными) параметрами, общими, или, по крайней мере, сравнимыми для всех систем. Совокупность возможных высказываний об этих общих параметрах и составляет учение о «протоплазме». При этом молча предполагается, что именно этим общим параметрам принадлежит существенная, даже господствующая роль в поведении систем.

Против такой формулировки трудно пайти возражение, но она явно не полна: необходимо предъявить определенные требования к протоплазме как основе поведения клеток, и при этом и выясняется вся несостоятельность сформулированной концепции.

Согласно данному определению, в «протоплазме» каждой данной клетки мы должны найти достаточно основание для ее жизненных проявлений, относящихся, конеч-

но, не только к настоящему, но и к течению остатка ее жизненного цикла.

Для яйцеклетки это «достаточное основание» включает способность проведения жизненных проявлений всего жизненного цикла. для любой эмбриональной клетки -- отпадает уже пройденный этап жизненного цикла, но остается еще известная восходящая часть жизненной кривой до достижения квазистационарного состояния. Для клеток, достигших окончательной дифференцировки следует искать достаточное основание стационарных состояний или обратимых процессов.

Общее для всех видов предъявляемых к различным категориям клеток требований отступает, таким образом, всецело на задний план по сравнению с их различиями.

В наши представления о протоплазме в различных категориях клеток должны входить какие-то различия, неревелирующие могущие быть общими параметры.

Совмещение общности с различиями в современной биологии видят, судя по всему, в субмикроскопическом строении протоплазмы².

Его изучение является основным устремлением, в котором сходятся различные направления цитологии, биохимии, физиологии.

Такой метод анализа можно, правда с некоторой натяжкой, сравнить с тем, как если бы, описывая конфигурации кирпичей дома, хотели бы дать представление о его архитектуре.

Но это обвинение можно отвести простым заявлением, что для суждения о целом, т. е. об архитектурности, не настало еще время. Эта цель в будущем, изучение же субмикроскопических элементов есть задача настоящая. Но решающее значение архитектурности признается, априори, почти аксиомой.

Эта точка зрения, однако, необоснованна. Если несвоевременно предпринять такие-то шаги по многочленному пути, то, тем не менее, всегда необходимо иметь хотя бы общие представления, как бы наметить векс для дальнейшего.

Попытаемся поэтому сделать хотя бы первые шаги по этому пути, исходя из классических позиций. Изучив возможно исчерпывающе все субмикроскопические элементы, или, корректнее, все субмикроскопические процессы протоплазмы, мы будем мысленно изучать их пространственные взаимоотношения, или, корректнее, — взаимодействие.

² См. заглавие и содержание книги Фрей-Висслинга [25].

Поднимаясь, таким образом, постепенно на все более высокие ступени, мы подойдем к представлению о клетке как архитектурно единой системе.

Совместим ли такой путь с нашим постулатом, согласно которому «протоплазма данной клетки должна содержать достаточное основание для всех предстоящих ей жизненных проявлений»?

Пытаясь ответить в положительном смысле на этот вопрос, мы должны уяснить себе следующее.

Так как протоплазма (оплодотворенной) яйцеклетки должна заключать в себе достаточное основание для наибольшего числа следующих друг за другом жизненных проявлений в их полной специфичности, то сложность поставленной перед нею задачи, с рассматриваемой здесь общепринятой точки зрения, должна как-то отражаться на ее «строении».

В арсенале современных представлений это «как-то» мыслится лишь как сложность строения или архитектуры», не предрешая пока содержания термина сложности. При последовательном проведении этой точки зрения «сложность архитектуры» яйцевой протоплазмы должна быть максимальной по сравнению с клетками, от которых ожидаются более ограниченные жизненные проявления. С общепринятой точки зрения, при этом имеется в виду субмикроскопическая сложность.

Мы можем установить некоторый иерархический порядок в оценке сложности, сделав допущения:

1) протоплазма яйцеклетки имеет наиболее полный набор аминокислот;

2) из 1) вытекает возможность наибольшего разнообразия различного порядка сложности пептидов и белковых молекул;

3) наибольшее разнообразие и сложность пространственных взаимоотношений существует между элементами второй категории, обозначаемых условно как «структуры».

Если мы обратимся теперь к видовой специфичности яйцевой протоплазмы, то одинаково допустимо, что она выражена во всех трех ступенях иерархической лестницы или лишь в той или другой из них.

Эмпирических данных, подтверждающих или опровергающих наши предположительные выводы (первый и второй), насколько нам известно, не существует.

Что касается пространственных взаимоотношений между элементами, т. е. хотя бы субмикроскопических

структур. разнообразные экспериментальные данные налагают очень значительные ограничения возможностей.

Длительное, вполне нормальное развитие яиц некоторых животных может идти при столь далеко идущем перемещении и перераспределении элементов тела яйца, что не может быть речи о закономерности архитектурности яйцевой протоплазмы, подразумевая под этим однократные пространственные взаимоотношения, т. е. какие-то их различия в различных участках яйца.

Взвесив это, мы должны прийти к убеждению, что для яйцевой протоплазмы возможна в структурном отношении лишь характеристика, не отличающаяся по существу от химической (рассматривая, конечно, как химические индивидуумы и высокие полимеры).

Предположение о том, что возможна какая-то архитектурность яйцевой плазмы, не оправдывается.

Но если нам приходится ограничиваться представлением о чрезвычайном разнообразии в общем свободно распределенных, т. е. допускающих практически неограниченную амплитуду взаимных перемещений микроструктур самых различных порядков, то этим обнаруживается неудовлетворительность основной концепции, так как задачи именно первых ступеней развития — чисто архитектурного характера.

Следовательно, знакомство и дальнейшее углубление в субмикроскопические структуры не может быть приведено в однозначную связь даже с первым, непосредственно наблюдаемым жизненным проявлением яйца — его дроблением.

Образно выражаясь, возможно было бы сказать следующее: исчерпывающее исследование субмикроскопических структур яйца в определенный момент t , не дало бы возможности предсказывать, что в недалекий момент $t + \Delta t$ яйцо приступит к делению или как пойдет деление.

И обратно, при попытке установить связь между актом деления и непосредственно предшествующим состоянием субмикроскопических структур обнаружилось бы далеко идущее отсутствие однозначности.

Мы можем резюмировать наш ход мыслей.

Наша надежда, что выяснение субмикроскопических структур яйцевой клетки есть путь к пониманию (предсказанию) хотя бы ближайшего по времени жизненного проявления, себя не оправдывает. Характер использования субмикроскопических структур при жизненных проявлениях не может быть выведен из их собственных параметров.

Из этого положения напрашиваются и дальнейшие выводы: если данные химического и субмикроскопического анализа протоплазмы яйцеклетки не дают нам указаний даже на ближайшие по времени, протекающие на ее основе жизненные проявления, то тем меньше у нас оснований для ожидания, что эти данные в какой-либо мере могут быть использованы для понимания совершенно иных жизненных процессов в клетках различной степени дифференцировки.

И, наоборот, если в тех или иных типах специализированных клеток удалось бы установить однозначную связь между субмикроскопическими структурами и жизненными проявлениями, эти данные не были бы применимы к другим категориям клеток и, конечно, меньше всего к яйцеклетке.

Мы приходим, таким образом, к следующему, довольно радикальному выводу: ничто не дает нам права на обобщение наблюдаемых на различных категориях клеток данных о химических и субмикроскопических процессах, протекающих в их телах.

Стремление к такому обобщению путем создания понятия протоплазмы — фиктивная задача.

Этот вывод, конечно, несколько не умаляет огромной ценности исследований химических и субмикроскопических элементов, или, корректнее, процессов в различных категориях клеток или клеточных дериватов. Но результаты таких исследований имеют ценность лишь для решения конкретных задач, но не обобщений.

Приближение к пониманию жизненных проявлений лежит в исследовании закономерностей тех комбинаций и сочетаний субмикроскопических процессов, которые не вытекают из их собственных параметров³.

ЯДРО

Само понятие возникло и стало вполне законным и необходимым на основании очень элементарных микроскопических наблюдений, и некоторая неопределенность возникла лишь при углублении в строение бактерий.

При этом сравнительно рано и в значительной мере произвольно совершилась концентрация наших ин-

³ Эту мысль можно выразить следующей аллегорией: протоплазму можно уподобить фортениано — самое детальное ознакомление с его строением дает нам в лучшем случае представление лишь о том, какие пьесы могут, но не какие будут на нем сыграны.

тересов исключительно на хроматинные ядра. Тот факт, что в подавляющем большинстве клеточных типов (включая и простейшие) ядра резко очерчены (в противоположность протоплазме-цитоплазме), т. е. имеют оболочку, никогда не был использован для создания теоретических представлений о ядре как органе (а не просто скоплении хроматина).

Правильно ли это?

Нельзя проходить без внимания мимо следующих фактов.

1. Резкая обособленность ядер (ядерная оболочка), свойственная всем, за немногими исключениями, клеткам всех многоклеточных и подавляющему большинству простейших, повторно возникает после каждого деления и всегда сохраняется в элементах, окончательно вышедших из деления.

2. Нельзя отрицать значительную степень постоянства величин, конфигурации и даже некоторого внутреннего строения ядер в специфичной для каждой клеточной категории форме.

3. В митозе также сохраняется некоторое обособление хромосом от остальных элементов клеточного тела, будь это хотя бы микроскопически однородная, сильнее преломляющая свет зона или так называемое веретено.

4. Высокая степень автономности и организации ядра, проявляющейся при фактически полном разрушении клеточного тела, как, например, при механическом воздействии путем центрифугирования или в некоторых видах железистых клеток. В первом случае митозы протекают с полной правильностью, независимо от того или иного состояния цитоплазмы.

5. Нельзя отрицать, что во многих случаях скорее постулируются, чем действительно наблюдаются остатки хроматина вне ядра.

Нельзя поэтому отказаться от представления, что ядро является существенным органом, а не магазином хроматина. Но об этом забывают или, вернее, с этим не считают.

Можно предположительно присоединиться к взгляду, что хроматин является существенным и даже единственным существенным элементом ядра, но из этого вовсе не следует, что его биологическое значение можно адекватно описать чисто химическими понятиями, игнорируя пространственные параметры (его обособление в ядре и распределение в нем).

Эти слова встретят, конечно, резкие возражения, так как концепция генов будто бы не является чисто химическим представлением. В правильности этого утверждения можно усомниться, как будет видно из дальнейшего. Но, прежде всего, восставая против чисто химической интерпретации биологического значения хроматина, мы должны были бы противопоставить ей и какое-либо утверждение или предположение положительного содержания.

Мы попытаемся сделать это в другой связи и другом месте, но начнем с анализа укоренившихся представлений о хроматине.

С аналитически-химической точки зрения хроматин представляется лишь в двух разновидностях. Но в то же время современная генетика не останавливается перед необходимостью признать столько его разновидностей, сколько необходимо принять дискретных генов, так как, по мнению Штерна, в конечном счете природа генов и их аллеломорфных разновидностей относится к компетенции химика.

Можно подумать при этом об изомерии громадных частиц хроматина. Необходимо, однако, приять во внимание следующее.

Генетика принимает наличие даже в низших организмах нескольких тысяч генов, для более сложных принимается наличие десятков тысяч. Однако, принимая во внимание специфичность генов для каждого вида и разновидности, какое-нибудь условное число (скажем, 10 000) необходимо помножить на общее число вообще существующих в мире разновидностей организмов.

Если принять для простоты, что разновидности генов исчерпываются их изомерией, то получается заходящее далеко за миллионы число изомеров⁴. Нельзя отрицать возможности таких представлений, но могут возникнуть сомнения в их вероятности. Однако оценка какой-либо биологической концепции по степени ее вероятности недопустима: отвергнуть концепцию можно лишь на основании ее противоречивости.

Мы попытаемся идти именно этим путем.

Мы снова используем слова Штерна:

«То, что мы вообще знаем, что существуют гены, тесно связано с тем, что отдельные видовые определители (genetic species) встречаются в различных разновидностях.

⁴ Согласно расчетам Jordan, речь идет приблизительно о 10^{15} вариантах [47].

Если бы все человечество имело одинаковый цвет глаз, мы ничего не знали бы о существовании гена цвета глаз».

Понятие *genis species* (видовые определители) может иметь, конечно, лишь один смысл. Они являются формулировками наблюдений, побуждающих нас создать представление о «видах», т. е. являются атрибутами «чего-то», без которых это что-то пемыслимо, или, по-иному, неотделимы от него.

Радужка должна иметь какой-либо цвет, щетинка насекомого должна иметь какую-либо длину, и т. д.

Но как мыслится или мыслимо отношение этих определителей, или, реальнее, лежащих в их основе генов, к процессам реализации того, что они определяют?

Так как этот основной вопрос, по-видимому, не получил до сих пор удовлетворительного ответа и скорее вообще обходится молчанием, взвесим все открывающиеся здесь возможности.

Мыслима дуалистическая схема: развитие радужки (щетинки) идет своими, не подлежащими здесь анализу путями, но существует течение тех процессов развития, для которых имеется несколько возможных вариантов. Роль «определителя» была бы сравнима с деятельностью регулировщика на разветвлении дорог.

При этом, если исходить из фактического материала и приемов скрещивания, естественно допустить, что регулирующая деятельность генов распространяется лишь на некоторые, быть может, к тому же поздние этапы и детали процессов развития, не затрагивая общего широкого русла их течения.

Но возможна и другая, унитарная схема. Нет генов-регулирующих, независимых от факторов, определяющих общий ход развития. Общий ход развития расчленим на ряд координированных друг с другом, по, в известной мере, автономных процессов, и течением каждого из них руководит отдельный ген (или группа генов).

Оба представления приводят к неразрешимым противоречиям.

При первом варианте гены предназначаются для процессов, простых лишь по своему обозначению (одним или несколькими словами). В действительности же речь идет о коллективных процессах и в осуществление связанного с геном признака вовлекается большое количество клеток с различными ролями. Гены локализованы в клетках, но «говорят», если можно так выразиться, вовсе не клеточ-

ным языком. Если же перевести этот язык на клеточный, то ген становится собирательным понятием, так как, строго говоря, в каждой клетке должен быть свой особый ген фенологически единого менделирующего признака. даже идентичные по своим свойствам клетки принимают несколько различное участие (благодаря своей топографии) в реализации менделирующего признака⁵.

Обычные обозначения генов по непосредственно наблюдаемым менделевским вариантам поэтому фиктивны, так как они отражают лишь коллективные понятия.

По трудности не ограничивается необозримым числом необходимого разнообразия генов и даже далеко не в этом главная трудность или, точнее, противоречие.

Любой ген должен направлять процессы своей клетки не безотносительно к ее соседству, а соотносясь с ним. Формулировка задачи каждого гена не может быть однозначной, и если считаться с реальным ходом эмбрионального развития, неоднозначность, т. е. зависимость от каких-то не относящихся к самой клетке параметров, значительно превалирует над собственными параметрами гена. В определение генов почти всегда входят параметры, определяемые лишь частично самой клеткой, к которой они принадлежат.

При втором варианте возникают другие трудности. Он предполагает полную расчленимость процесса развития на отдельные задачи, распределение между дискретными и существенно (хотя, конечно, не абсолютно) автономными генами.

Необходимо, следуя аргументации Штерна, принять наряду с геном цвета радужки ген ее формы, ген ее строения, ген сетчатки, ген желтого пятна, ген хориоидеи и так до бесконечности, так как каждый мысленно выделенный участок глаза является, конечно, коллективным предметом из совершенно гетерогенных элементов, для которых необходимы особые черты. Чистая условность такого не существующего реально расчленения и выражено собирательный характер таких генов настолько очевидны, что не требуют дальнейших разъяснений.

Вывод из нашего анализа представляется нам довольно радикальным.

Идея расчленения хроматина на большое число автономных, резко различных по своему назначению функциональных единиц, приводит к непримиримым противो-

⁵ За исключением менделирования пигментов, химизма и т. д.

речиям. Схема, разъясняющая связь между хроматином и наличием большого числа независимо варьирующих признаков, должна быть построена на совершенно ином принципе.

Основоположения классической генетики мы заменим следующим.

Ядро определяет своим хроматином основной путь прохождения жизненного цикла индивидуума, следовательно, и те его черты, которые составляют содержание генетики.

Намечается ли в настоящее время путь анализа, могущего удовлетворить этот постулат? Определенного ответа на этот вопрос в настоящее время дать нельзя.

Первый вопрос, относительно которого мы должны связать себя определенным суждением, нужно формулировать так: можно ли описать чисто химическими понятиями приписываемую хроматину руководящую в прохождении жизненного цикла роль? Классическая генетика уклоняется, вообще говоря, от определенного ответа на этот вопрос, и, быть может, она здесь последовательна, так как из ее концепции не вытекает та руководящая роль хроматина, на которой основан наш постулат. Мы видели уже, что основной поток развития и ход всего жизненного цикла вовсе не входят в круг ее проблем. Скорее наоборот: так как хроматин в свете ее представлений без остатка расчленился на гены, генетика, чтобы быть последовательной, должна отвергнуть мысль о причастности хроматина к руководству общими, основными процессами жизненного цикла.

Но, прежде всего, возникает вопрос: на каком основании мы, отвергая существование генов, не только не умаляем, но, наоборот, значительно повышаем биологическое значение хроматина?

Ответ на этот вопрос складывается из различных соображений. Во-первых, ничто не может умалять значения или изменить в основе толкование процессов оплодотворения, т. е. и какой-то связанности менделевских признаков с хромосомами. Отвергая дуалистическую схему, мы влияем, если можно так выразиться, менделевские признаки в общее русло цикла и уже этим самым связываем в известной мере с ними хроматин.

Но не меньшее значение имеют соображения более общего характера.

Насколько можно судить по ряду независимых друг от друга фактов, хроматин является единственной слагаемой

в живых системах, неизменной во всех своих основных свойствах и варьирующей на протяжении всего жизненного цикла лишь количественно. Хроматин можно в некотором смысле обозначить как инварианту живых систем.

Это далеко идущее обобщение в строгой форме не доказано, и быть может, и недоказуемо, но представляется достаточно обоснованным для построения, которое должно дать наиболее общее и краткое изображение течения всего жизненного цикла. В его основе должна быть инварианта.

Если хроматину приписывается решающее значение для течения всего жизненного цикла, то этим самым признается недостаточность чисто химической характеристики его активности, так как основные жизненные процессы, особенно процессы эмбриогенеза, определяются стерическими параметрами.

Чтобы быть последовательными, мы должны ввести поэтому новые представления: хроматин определяет, по крайней мере в известной степени, пространственную направленность молекулярных процессов в живых системах.

Возможно ли придать этому общему, неопределенному высказыванию какое-либо конкретное, ограничительное содержание, будет дискутироваться в дальнейшем.

ПОНЯТИЕ «ОРГАНИЗАЦИИ» КЛЕТКИ

Мы пришли к выводу, что попытка отождествления «общего» для всех жизненных проявлений с архитектурным понятием «протоплазма» не приводит к цели, так как она беспочвенна и даже противоречива. Архитектурность протоплазмы не самодовлеющая, так как она может быть разрушена и возрождается при этом обычно в другой форме. Попытаемся поэтому противопоставить ей понятие «клеточной организации», остающейся, согласно определению, незатронутой при нарушении архитектурности.

Организация системы проявляется эквивиальной закономерностью протекающих в ней процессов, сохраняющейся при изменениях как ряда вовлекаемых в процессы элементов (материальных частиц, элементарных процессов), так и некоторых существенных параметров.

«Организация» характеризуется, таким образом, исключительно своими проявлениями. Никаких высказыва-

ний о ее «природе» в нашей формулировке пока не делается.

Существенное различие обеих концепций — архитектурности и организации — на первый взгляд не улавливается, но можно попытаться пояснить его на примерах (аллегориях).

Возьмем железнодорожный узел и аэродром как два типа организаций — первый с значительной степенью архитектурности (рельсовые пути), второй, в котором архитектурность может отсутствовать. Мы скажем поэтому, что железнодорожный узел есть система с значительным ограничением, аэродром — почти без ограничения степени свобод.

Содержание обеих систем заключается лишь в характере их эксплуатации, и проявление организации есть динамический акт руководства эксплуатацией. Архитектурность системы (если она налицо) и ее организация дополняют, но не могут заменить друг друга.

При всей отдаленности нашей аллегории, она, как нам кажется, проясняет сущность понятия организации и вскрывает всю глубину перелома при переходе от классической концепции к представлению об организации.

Мы можем заимствовать из нее следующие общие формулировки. Существенно в понятии любой организации сохранение какого-то инвариантного начала вопреки значительным изменениям ряда основных параметров системы.

Концепция организации не исключает, конечно, представления об архитектурности (и даже ее необходимости), но ставит ее в зависимость от себя: руководство течением жизненных процессов реализуется организацией эквивициально, т. е. путем создания адекватных для данной цели вариантов архитектурности.

Организация направлена, таким образом, лишь на обеспечение максимальной консервативности течения процессов, несмотря на разнообразные флуктуации ряда существенных, в том числе и пространственных параметров систем.

Признание неизбежности инварианты, т. е. этим самым принципа организации в данной нами формулировке, не должно быть непременно связано с конкретными, определяющими все дальнейшее, представлениями о ее локализации в системе, связи с определенными материальными частицами и т. п. Организация есть объект научного анализа и гипотез, совершенно так, как другие научные кон-

цепции. Она есть постулат в такой же мере, как и проанализированный нами постулат протоплазмы, который этим самым сводится на более низкую, т. е. зависимую ступень.

Но пути анализа здесь и там совершенно различны.

В классической концепции усилия направляются на создание картины общего начала, независимой от приписываемых ему проявлений его активности.

Проблема анализа организации сосредоточена, наоборот, исключительно на выяснении ее проявлений.

Представление о «покоящейся» архитектуре (в противоположность ее деятельному состоянию) не лишено содержания, понятие же организации применимо только к процессам.

МЕТАБОЛИЗМ

Особенности течения химических процессов в живых системах вызывает необходимость создания теоретических конструкций, выясняющих хотя бы в некоторой мере специфические для живых систем условия.

Последовательной и достаточно объемлющей теории, могущей дать хотя бы самый элементарный, но не противоречивый ответ на возникающие при обдумывании явлений метаболизма вопросы, по-видимому, не существует. Классическая концепция обходится двумя, выходящими за рамки непосредственно наблюдаемого, представлениями — молекулярными структурами и синтезирующими ферментами. При этом, однако, как бы по молчаливому, но не признаваемому явно соглашению, прибегают в некоторых случаях к представлению и о третьем, специфичном для живых систем акте — самовоспроизведении (автокатализе) некоторых высокомолекулярных соединений.

Представление о значении молекулярных структур в процессах метаболизма неизбежно.

Прежде всего, это понятие в самом общем смысле слова, как о закономерном и сравнительно устойчивом пространственном распределении молекул в теле клеток, есть лишь формулировка неоспоримого факта одновременного течения нескольких разнородных химических процессов в одной клетке, т. е. их достаточно определенной локализации.

Правда, не всегда это явление толковалось как результат структурности (например, у Гофмейстера).

Варбург говорит о динамическом процессе, о непрерывной затрате энергии для поддержания пространственной гетерогенности, несмотря на выравнивающие тенденции сил диффузии.

Нет принципиальных возражений против участия «структур» в акте локализации, особенно если стать на правдоподобную точку зрения, что ферменты, руководящие процессами метаболизма, как-то связаны рыхлыми связями со структурами. Но трудности возникают при дальнейшем продумывании и попытке некоторой конкретизации понятия «структуры».

При стационарном характере связанных с данной структурой процессов основные параметры структуры, конечно, также стационарны и она может быть признана равновесной. Но так как важнейшие процессы жизненного цикла, особенно эмбриогенеза, выражены нестационарны и метаболизм носит созидательный характер, то неизбежно принять и непрерывную (хотя, быть может, более медленную) эволюцию основных параметров самих структур. Это представление связано, конечно, с известными трудностями.

Если объединение известного числа молекул в «структуру» есть самопроизвольный, т. е. вытекающий из свойств самих молекул, акт, структура должна быть устойчивой (равновесной), т. е. изменения ее параметров требуют воздействия (приложения энергии) извне. Каждый отдельный такой акт, конечно, легко себе представить, например, при непрерывном частичном нарушении целостности структуры, также участвующей в процессах метаболизма. Если та или иная входившая в состав структуры молекула выходит при этом из строя или заменяется другой, некоторые параметры структуры претерпят при этом изменения. Но представление о многократных, сменяющих друг друга актах подобного рода, приводящих к закономерной эволюции структур, обладает, конечно, очень малой вероятностью.

Мы приходим к выводу, что если структуры направляют так или иначе ближайший этап метаболизма, то и их эволюция есть, во всяком случае, функция от изменений метаболизма.

Мы можем говорить лишь об актуальных структурах, но о сравнительно консервативном, определяющем эволюцию метаболизма структурном же принципе.

Полагая, что для процессов метаболизма, в частности для их локализации, важную роль играют структуры, име-

ют обычно в виду некоторую «заякоренность» ферментов на них. Этим достигается одновременно и локализация различных одновременных процессов, и своеобразная активация и модификация действия ферментов в клетках по сравнению с действием тех же ферментов *in vitro*. При этом имеется главным образом в виду замена литического действия гидролаз вне организма их синтезирующим действием в живых системах. Однозначных эмпирических данных, говорящих в пользу последнего утверждения, до настоящего времени еще нет, но нет также оснований отрицать такую возможность.

Гораздо существеннее основные трудности, связанные с самим представлением о синтезирующих ферментах, безотносительно к возможности двустороннего действия одного и того же фермента. Из совокупности всех высказываний и представлений современной биохимии вытекают выводы, которые, однако, вряд ли формулируются в достаточно общей форме, благодаря чему их парадоксальность ускользает обычно от внимания.

Мы сформулируем их следующими словами:

1) синтезы в живых системах происходят не самопроизвольно, т. е. из взаимодействия реагентов, но при воздействии и притоке энергии извне (по отношению к реагирующим молекулам);

2) эти воздействия связываются с химическими индивидуумами — ферментами, направляющими (контролирующими) акт синтеза, но не затрачиваемыми при нем;

3) считается бесспорным, что различным синтезам соответствуют различные ферменты. Другими словами, в живых системах необходимо с обычной точки зрения признать наличие своеобразных диад — специфических синтезированных веществ и соответственных ферментов;

4) вопрос о возникновении и размножении ферментов не является для современной биохимии конкретной задачей исследования, но, по-видимому, допускается их размножение путем автокатализа; вопрос же о их возникновении в процессе эмбриогенеза обходится молчанием;

5) относительно содержания (способа) воздействия ферментов при актах синтеза не формулируются какие-либо конкретные представления, и, по-видимому, не принимается во внимание, что необходимо включение каких-то сближающих реагирующие молекулы, т. е. направляющих их неупорядоченное движение, факторов.

Другими словами, синтезирующим ферментам необходимо приписать выходящие за рамки обычных химиче-

ских представлений свойства, если не ограничиться допущением, что, подобно тому что имеет место при обычных химических реакциях, необходимые для процессов синтеза пространственные взаимоотношения молекул являются лишь обладающими определенной статистической вероятностью событиями.

Но последнее допущение наталкивается на почти неопределимые трудности, если речь идет о многочисленном синтезе многочисленных различных молекул в высокомолекулярное соединение, в котором отдельные мономеры распределяются в вполне определенной последовательности и в определенных стерических соотношениях.

Мы видим, что выяснение путей, т. е. всех звеньев процессов, приводящих к возникновению высокомолекулярных соединений, наталкивается на значительные трудности. Они обходятся обычно своеобразным приемом, эмпирическим в основном, а в некоторых случаях с отдельными гипотетическими звеньями, прослеживанием возможно полной последовательности химических реакций, без всякого интереса к тому, какими путями эти реакции и их последовательность достигаются, хотя вряд ли зарождаются у кого-либо сомнения в том, что они возникают не спонтанно. Пути биосинтезов изучаются, другими словами, чисто формально, не каузально, и нельзя отрицать известной правомочности такой позиции, как определенного этапа научного анализа.

В этом отношении существует некоторая аналогия между образом мыслей биохимиков и генетиков-менделистов. И те, и другие, увлеченные блестящими эмпирическими результатами, игнорируют трудности, неизбежно возникающие при продумывании до конца выводов, вытекающих с неизбежностью из того провизорного толкования, без которого не могут обойтись и чистые эмпирики.

Но, быть может, не безнадежно сгладить или, по крайней мере, несколько уменьшить трудности этих провизорных концепций, заменив их некоторыми другими, построенными также на эмпирии, или заполняющими в известных случаях, так сказать, пустые места новыми представлениями.

Прежде всего, следует указать на недостаточную обоснованность представления о синтезирующих ферментах.

Мы уже указывали на отсутствие действительно однозначных эмпирических данных, подтверждающих это представление. Но ошибочным является само противопоставление расщепления и восстановления как двух как бы симметричных процессов.

Что касается синтезирующих ферментов, не противопоставляемых расщепляющим, они являются лишь какими-то неопределенными символами без реального значения и фактического использования.

Если ограничиться пока вопросом о расщепляющих ферментах, основное затруднение возникает в представлениях об их возникновении, и здесь можно поставить вопрос — есть ли необходимость в их строгом обособлении от неферментативных белковых молекул, т. е. в их собственной генеалогии?

При особенностях энергетических условий в живых системах есть основания рассматривать ферментативные свойства определенных белковых молекул как их временные состояния или, точнее, как модификацию обратимого или необратимого характера, например, как изменения конфигураций (деформации), устраняющие стерические затруднения, и т. п.

При перенесении представлений о биохимических (в том числе и ферментативных) реакциях *in vitro* на соответствующие процессы в живых системах не принимается обычно во внимание, насколько различны там и здесь энергетические соотношения.

Феномен деградационного митогенетического излучения показывает со всей очевидностью наличие чрезвычайно высоких потенциалов, распределенных в молекулярных комплексах неравновесного характера, и вполне естественно допущение последствий двоякого рода: во-первых, изменение стерических параметров, доведенных до высокого потенциала крупных молекул (или комплексов), и, во-вторых, их бо́льшая, или иная, реакционная способность [17, 18].

Если стать на эту точку зрения, отпадает, конечно, почти непреодолимая трудность представления о возникновении и размножении расщепляющих ферментов.

Мы уже убедились, что вопрос о синтезирующих ферментах ставится как конкретная проблема лишь для категории ферментов с предполагаемым обратимым воздействием: расщепление—ресинтез.

Что касается основной категории синтетических, созидательных процессов в живых системах, предположения об их также ферментативном механизме носят характер совершенно расплывчатых, как бы вынужденных высказываний. Для научного анализа эта великая проблема является, строго говоря, пустым местом. Однако не безнадёжно, сопоставляя некоторые общеизвестные факты и

неизбежные или правдоподобные выводы, сделать в этом направлении несколько шагов вперед.

Прежде всего, необходимо продискутировать вопрос о химической преемственности в живых системах. Строго говоря, можно в настоящее время установить с достаточной степенью достоверности лишь непрерывность существования хроматина — не строго химического понятия. Мы вправе поэтому говорить не об его возникновении, но о «воспроизведении». Можно считать почти общепризнанным, что речь идет о самовоспроизведении, т. е. об автокатализе. Мы не в состоянии создать более или менее полную картину этого сложного акта, но митогенетическими методами показана возможность автокатализа пуриновых и пиримидиновых слагаемых за счет гликокола даже *in vitro*⁶ [18, 45].

Мы можем с некоторым правом обобщить принцип автокатализа, выставив предположительно положение, что размножение уже существующих в живых системах тел не есть акт синтеза при содействии специфического фермента, но — автокатализа, при котором уже имеющиеся в наличии молекулы играют роль «матриц».

На основании ряда положительных результатов автокатализа довольно сложных соединений *in vitro* можно отвергнуть мысль о необходимости для этого акта каких-нибудь специальных катализаторов или ферментов. Значительная роль принадлежит здесь, по-видимому, митогенетическому излучению, возникающему при смешивании вещества — матрицы с субстратом для автокатализа, обычно гликоколом.

Но совершенно несомненно, что ряд сложных, специфических веществ основного значения не передаются по преемственности, а действительно синтезируются сложным путем в живых системах. Создание представлений об общем принципе, руководящем всем ходом событий, и является основной проблемой теории метаболизма.

Мы сделаем ряд допущений.

В основе всех заново создаваемых в данном организме веществ лежат определяющие их общий характер, передающиеся по преемственности соединения средней сложности. Их общее число предполагается при этом срав-

⁶ Риттенберг и Шемиш показали при введении в организм молекул гликокола с меченым азотом, что молекула гликокола входит целиком в состав аденина, формируя его остов. Эти данные дают, таким образом, красивое подтверждение полученных митогенетическими методами результатов [23].

Питательно незначительным и их наличие в яйце, обеспечивающее их преобладание, бесспорным. Эти вещества назовем для краткости «ядрами».

Так например, таким ядром для хлорофилла и гемоглобина является пиррол, для большинства гормонов — холестерин. Для всех алкалоидов можно, по-видимому, также допустить сравнительно ограниченное число «ядер».

Проблемой является, таким образом, дальнейшая эволюция этих ядер, заключающаяся в основном в реакциях присоединения к основному ядру и перегруппировках отдельных функциональных групп.

Искомый общий принцип можно охарактеризовать как фактор, обуславливающий сближение подходящих молекул (радикалов) со степенью вероятности, далеко выходящей за пределы чисто статистической. Создать конкретную связную картину всего течения процесса вряд ли возможно. Но можно указать на несколько фактов и возможностей, могущих приблизить нас к пониманию его отдельных этапов.

Вероятность сближения определенных категорий молекул может быть значительно повышена при их присоединении рыхлыми обратимыми связями к отдельным функциональным группам пептидных цепей при одновременной деформации последних. Прибегая к посредничеству пептидных цепей, мы, в известной мере, приближаемся к обычной концепции ферментов, однако с фундаментальным различием — отсутствием требования специфичности. Каждая пептидная цепь может стать таким посредником для сближения молекул или, точнее, оказаться временно на энергетическом уровне, благоприятном для присоединения к ней молекулы и соответственной деформации.

Но, однако, при этом не может быть речи о более или менее точно работающем механизме. Можно допустить лишь повышение вероятности сближения способных к взаимодействию молекул.

При этом нет оснований для допущения неравномерного распределения вероятностей с выраженным максимумом определенной комбинации. Необходимо поэтому предположить возникновение ряда аберрантных и нежизнеспособных соединений между сближенными молекулами и наряду с ними (даже, быть может, без количественного преобладания) и соединений, обладающих не только устойчивостью, но и способностью к автокатализу.

Этим путем осуществлялась бы чисто внешне, т. е. феноменологически, строгая однозначность процессов сип-

теза, так как доступны аналитическому обнаружению лишь устойчивые, предварительно размножившиеся путем автокатализа варианты.

Но набросанная только что схема может быть применена лишь к одноактным процессам, например формированию тетрапирола.

Но уже дальнейший этап создания сложного соединения (в нашем примере образование хотя бы порфина) требует новых гипотетических представлений, от которых разумнее воздержаться.

ПРЕФОРМАЦИЯ, ЭПИГЕНЕЗ И ИНВАРИАНТА

Введение

При размышлении над жизненными проявлениями некоторые из них вызывают особенное чувство «недоступного понимания», «непостижимого». К их числу относится развитие живых систем из половых клеток, т. е. наличие в них «достаточного основания» для жизненного цикла.

Сознание величия проблемы не влекло, впрочем, в прошлом и не влечет и теперь за собой полного отказа от попыток работы над ней, и можно даже сказать, что биологи прежних времен руководились здоровым инстинктом, заботясь лишь об установлении или формулировке общих верховных принципов, с высоты которых будущим поколениям, как бы пророчески, поручалось изучение путей их реализации.

Два таких противоположных принципа — преформация и эпигенез — владеют умами биологов с самых зачатков научной биологии. Но накопление фактических знаний и технических возможностей все более побуждало биологов сойти с высот принципов и приступить к их эмпирической проверке, и здесь получилась своеобразная картина.

Работа под знаменем эпигенеза оказалась вообще невозможной, и сам принцип сохранил значение лишь своеобразного *memento* перед чрезмерным увлечением идеями преформизма, господствующими в явной или завуалированной форме и в современной биологии.

Но преформационная идея развивается в совершенно искажающем ее первоначальный смысл направлении и также включает непримиримые противоречия. Ее творцы имели, очевидно, в виду, что в (оплодотворенном) яйце следует искать «достаточное» основание для всего хода развития, что весь его путь «предначертан».

Мы знаем, что биологи давно отошли от такого понимания преформизма. Теоретические представления создаются ими не для «достаточного основания» всего жизненного цикла, а лишь для законов последственности ряда внутривидовых вариантов. В современной биологии понятие преформизма исчерпывается, другими словами, менделизмом.

Осуществление же основного хода жизненного цикла в его видовой специфичности изучается лишь строго объективно, без создания теоретических представлений или обобщений. Такому, сильно упрощенному пониманию идеи преформации современная биология не может противопоставить эквивалентной эпигенетической концепции.

Эпигенез опирается на два понятия — эквипотенциальности и эквифинальности, — в достаточной мере обоснованные Дришом и абсолютно несовместимые с идеей преформации, по крайней мере в приданной ей менделизмом форме. Но хотя они разрушают строго преформистские концепции, они недостаточны для создания хотя бы самой общей схемы хода жизненного цикла.

Мы попытаемся выяснить в дальнейшем заключенные в самой идее эпигенеза логические возможности.

Понятие инварианты

Изучение жизненных явлений создает у нас своеобразный внутренний конфликт: мы ценим и не можем существовать без устойчивых переживаний, и их смена и текучесть вызывают в нас скорее чувство беспокойства или неудовлетворенности.

Наше физико-химическое мировоззрение также построено на постулате постоянства каких-то ступеней наблюдаемого в природе.

Сочетание постулируемого постоянства с наблюдаемой изменчивостью и является главной задачей физики и химии и достигается формулировками по возможности консервативного характера, как периодичность, обратимость, сохранение энергии, количества движения, валентность и т. д.

Необратимость в физике и химии рассматривается лишь как однократное космическое явление, которое констатируется, но остается вне рамок дальнейшего анализа, так как оно является всегда проявлением рассеяния энергии.

Такого рода «консервативная» установка не может, конечно, удовлетворить биолога.

Необратимость смены наблюдаемых жизненных проявлений на протяжении жизненного цикла имеет здесь решающее значение и поэтому постулат консервативности относится не к индивидуальному циклу, а лишь к воспроизводимости жизненных циклов.

Мы поставим поэтому вопрос о путях изыскания и выделения консервативной слагаемой в живых системах, обозначив ее как их инварианту. Мы должны попытаться сделать объектом анализа общий ход жизненного цикла.

При этом приходится прибегнуть к своеобразному приему создания наших умозрительных конструкций путем расчленения жизненного цикла на могущие быть доведенными до понимания процессы. Мы можем сказать, что процесс нами понят, если из наблюдения любого моментального состояния системы мы можем предсказать ее состояние через произвольно малый промежуток времени. Те элементы наблюдаемого, которые дают возможность такого предвидения, мы обозначаем как «предпосылки» процесса. Анализ реальных процессов удовлетворяет нас, однако, лишь тогда, если предвидение может распространиться на достаточно длительный этап процесса, т. е. на конечные промежутки времени. Такие отрезки процессов мы обозначим как «биологические элементы» и примем, что среди их предпосылок всегда есть инварианта.

Наша конечная цель была бы достигнута, если бы инварианты любых биологических элементов оказались тождественными (или по меньшей мере близкими по содержанию).

Привычные, связанные с термином «элемент» представления способны вызвать внутреннее противодействие отождествлению «процесса» с «элементом». Но избранное обозначение представляется нам уместным, так как именно противодействие будет удерживать нас на специфической и необходимой для биолога позиции: анализ жизненных проявлений есть анализ процессов, но не вовлекаемых в эти процессы частиц независимо от процессов. Понятие «исходные предпосылки» процесса остается пока совершенно неопределенным и туманным, и, строго говоря, вопрос в таком виде не ставится в биологии, основной интерес которой, даже при исследовании процессов, сосредоточен обычно на описании моментальных состояний, но не на самом акте перехода из одного состояния в следующее.

Наша отличная от обычной установка заключается в

убеждении, что из действительно адекватного описания любого моментального состояния какой-либо живой системы должна вытекать неизбежность его перехода в следующее ⁷.

Эта неизбежность, являющаяся другим выражением для предпосылок, проявляется в том, что в любом моментальном состоянии системы непрерывно возникает несоответствие между ее какими-то переменными параметрами и инвариантой. Процесс протекает в направлении сглаживания или упразднения этого несоответствия.

Но в живых системах можно говорить лишь о направлении к сглаживанию, которое, однако, недостижимо, т. е. смена биологических элементов непрерывна. Мы можем сказать, что жизненный цикл охарактеризован своей неустойчивостью.

Сводя неустойчивость жизненного цикла к непрерывно поддерживающемуся несоответствию между инвариантой и переменными параметрами системы, мы этим самым придаем инварианте характер принципа воздействия.

Инвариантность (т. е. неизменность) относится лишь к содержанию единого, нерасчленимого принципа воздействия, могущего, конечно, включить и переменные параметры наряду с константой воздействия ⁸.

Мы дадим инварианте следующее символическое выражение:

$$I = [П, X, Y] \neq B,$$

где $П$ — видовая константа, X, Y — переменные параметры инварианты, I, B — необратимое моментальное состояние всей системы («вестигий»). Смысл нашего символического выражения следующий.

Ход биологических элементов зависит (хотя и не определяется вполне однозначно) от инварианты. Так как

⁷ Такое заключение возможно лишь на основании предшествующего независимого опыта, т. е. по аналогии, и то, конечно, лишь в простейших, механически прозрачных случаях (моментальное положение конуса, стоящего наклонно на вершине).

Если заменить «моментальное состояние» его изменением за время Δt , то предвидение неизбежности дальнейшего изменения будет в ряде случаев очень правдоподобным или почти достоверным, но снова лишь тогда, если известны не только моментальное состояние, но и некоторые дополнительные данные, скажем, на основании прошлого опыта.

⁸ В качестве некоторой аналогии можно привести понятие фотона, величина которого определяется переменным фактором ν и константой действия h , но само содержание понятия фотона неизменно при количественных различиях.

они, вообще говоря, необратимы, моментальное состояние системы можно обозначить, как следы воздействия I на моментальное состояние системы B . Но переменные параметры $X, Y...$ инварианты находятся в свою очередь в зависимости (хотя и не в однозначной) от моментальных $-B-$. При этом, однако, взаимная зависимость не симметрична, так как константа $-II-$ инварианты вне зависимости от $-B-$, но некоторые параметры воздействия $I \rightarrow B$ определяются моментальными состояниями $X, Y...$ инварианты. Следовательно, если за промежуток времени биологические элементы под воздействием (II, X, Y) перевели B_0 в состояние B_1 , а изменение состояния $-B-$ повлекло за собой, в свою очередь, переход X_0, Y_0 в X_1, Y_1 , то B_1 будет сменено, в свою очередь, состоянием B_2 , и т. д.

Эти смены, являющиеся выражением неудержности, мы можем обозначить как принцип сопряженности, выразив его формулой

$$\begin{array}{ccc} [II, X, Y] & \longrightarrow & B \\ \uparrow & & \downarrow \\ H & \longleftarrow & M \end{array}$$

где H, M — промежуточные причинные звенья. Из развитых нами положений вытекает, что принципу сопряженности чужда однозначность.

Мы видим, что введение понятия инварианты в цепь биологических событий приводит к пониманию неизбежности неуклонного хода жизненного цикла как следствия принципа сопряженности.

В теоретических построениях классической биологии неуклонность не выступает как проблема, т. е. рассматривается как сама собой разумеющаяся банальность. Эти соотношения классической и нашей концепций можно выразить как противопоставление принципов потенциальности и актуальности, т. е., по существу, идей преформации и энгенеза.

Логическая структура преформизма (менделизма)

Основная идея менделизма основана на следующих предпосылках.

При описании наших наблюдений живых систем мы создаем ряд очерченных понятий самого различного со-

держания, нередко обозначаемых, как «признаки», число которых может неограниченно нарастать по мере бóльшей детализации наблюдений.

Каждый такой признак может быть охарактеризован рядом параметров. Опыт показал, что ряд таких параметров может быть представлен в скрещиваемых гаметах в различных вариантах. При этом эти варианты частью независимы друг от друга, частью в бóльшей или меньшей мере связаны, что обнаруживается именно путем скрещивания. Понятие «независимости» само по себе неопределенно, но менделизм придает ему вполне определенное, хотя лишь одно из вообще возможных значений.

Независимость непосредственно наблюдаемых параметров разнообразных признаков представлена по основной догме менделизма уже в гаметах также независимыми «единицами» — генами.

Мы можем обозначить это допущение как ретропроекцию наблюдаемых независимых параметров непосредственно на дискретные, отделимые друг от друга, элементы хромосом гамет или зигот. Это может быть мотивировано лишь убеждением, что можно перекинуть некий мост через пустоту, которой остается при этом весь ход развития от зиготы до взрослого организма.

Постройка такого моста может быть отложена на неопределенное время, что с полным правом делает менделизм. Но выяснение принципиальной возможности такой постройки является неотложной актуальной задачей, от которой менделизм также уклоняется, и здесь он неправ.

Если бы соответственный анализ показал невозможность такого предприятия в силу внутренней противоречивости, сама теоретическая основа менделизма должна была бы быть отвергнута. Но возникают, в свою очередь, сомнения в выполнении такого доказательства. Отрицание, конечно, не касается первоначальной, данной самим Менделем, вполне абстрактной формулировки, являющейся чистой дедукцией из наблюдений.

Но своей формулировкой представления о генах дальнейший менделизм сошел с этой абстрактной позиции и настолько его конкретизировал, доведя даже до чисто химической характеристики, что положение дела стало существенно иным.

Если нам дано охарактеризованное исключительно химическими параметрами тело, мы, исходя из химических представлений, можем очертить, по крайней мере в общей форме, пределы связанных с ним возможностей, и поэто-

му обнаружить противоречия при попытке принципиальной возможности создания моста.

Рассмотрим, в чем формулировка понятия гена себя бесповоротно связывает и что она оставляет открытым?

Ген не претендует на определение судьбы, т. е. хода эволюции включающей его клетки. Но если в последовательности событий, в которые включена клетка, некоторые параметры сохраняют, если можно так выразиться, известные степени свобод, ген отбирает тот или иной из возможных вариантов.

В такой форме связь генов с хроматином не включает непосредственно видимых противоречий.

Но если вникнуть в содержание почти всех генов (быть может, за исключением генов пигментов), легко убедиться, что их формулировка соответствует коллективным понятиям, т. е. говорит вовсе не «клеточным языком». Попытка локализации генов в клетке противоречива поэтому по существу, что можно пояснить на одном из наиболее «прозрачных» примеров — на листках крапивы с менделевскими вариантами зубчатых и гладких контуров.

Реализация того или иного варианта мыслима лишь как результат различного распределения среди однородных клеток листка очагов преимущественного размножения или вытяжения. При этом сам принцип распределения — чисто топографического содержания, т. е. описывается в какой-то системе координат, отнесенной к зачатку, как к целому или к каким-то осям, но во всяком случае не совпадающей с какой-либо определенной клеткой.

Мы видим, что само обозначение гена «зубчатости и гладкости» контура листка лишено всякого смысла в применении к отдельным клеткам.

Для большого класса менделевских признаков морфологического характера эта противоречивость выступает с еще большей яркостью. Форма (конфигурация) комплекса из многих единиц может быть реализована лишь одним из двух путей: строго однопозночно мозаичным расписанием всех параметров поведения каждой клетки (детерминация) или установкой определенных ориентиров (вех), в способах достижения которых клеткам предоставляется значительная степень свобод (нормировка).

Но и в том и в ином случае в числе постулируемых геном параметров клеточного поведения фигурирует направленность пространственного характера, которая как-то определяется положением данной клетки в целом, т. е., скажем, в совокупности остальных клеток.

Но если совокупность клеток оказывает направленное воздействие на каждую из них, то в перечень постулатов, предъявленных к генам, входит не только их воздействие на внутриклеточные процессы, но и на соседние клетки, т. е. на расстояние. Совместимость этого неизбежного требования с химической природой генов была бы допустима, если бы можно было подумать о его воздействии химического характера, например, диффузии хроматина из клетки в окружающую среду. Но постулируемое воздействие в действительности, несомненно, направленного, векторного характера, и один этот факт заставляет отбросить определение гена в его общепринятом смысле.

Само собой разумеется, что связь генов именно с хроматином не является существом проблемы, хотя ей придается в генетике существенное и даже решающее значение. Те же трудности и противоречия сохранились бы и в том случае, если бы, как это время от времени имеет место «носителями наследственных свойств» признали наряду с хроматином и так называемую протоплазму или какие-либо избранные ее элементы.

Коренное противоречие заключается в попытке парцелирования менделевских признаков, которые по существу⁹ непарцелируемы. В этом приеме отражается преформизм в его самой выраженной форме, сознательно игнорирующий не только революционирующие понятия эквипотенциальности и эквифинальности, но пытающийся сформулировать принцип воздействия без какого-либо указания на ход его реализации.

Логическая структура эпигенеза

Понятия эквипотенциальности и эквифинальности, разрушая преформационные представления, не могут, однако, создать новые представления конструктивного характера. Но, исходя из другой постановки вопросов, идея эпигенеза можно придать и положительное, т. е. утверждающее содержание.

Возьмем разрез по времени какого-либо непрерывного, не стационарного процесса, т. е. «моментальное состояние» системы. Условимся, что это состояние нами понято, если мы можем предвидеть ход изменения системы за малый промежуток времени Δt (этап $S_0 \rightarrow S_1$), т. е. из анализа моментального состояния вывести исходные предпосылки для этого этапа.

⁹ Кроме пигментов.

Вопрос можно поставить теперь так: существуют ли в момент t_0 , соответствующий S_0 биологического элемента $S_0 \rightarrow S_1$, предпосылки и для дальнейших малых этапов не монотонного процесса, ничем не проявляющие себя за время прохождения данного этапа? Такие мыслимые предпосылки можно обозначить как «потенциальные», противопоставив им первую категорию как «актуальные». Основное положение эпигенеза заключается в том, что в противоположность потенциальным предпосылкам, которым вообще не присуще определенное значение, лишь за актуальными предпосылками признается однозначность.

В применении, например, к оплодотворенному яйцу это положение заключается в том, что в момент, непосредственно предшествующий первому акту — дроблению, однозначно определена предпосылка лишь для этого акта, но не хотя бы для ближайших последующих.

Другими словами, все, что мы мыслим в «потенции», по существу не однозначно. Необходимо некоторое усилие нашего мышления или воображения, чтобы признать, что закономерно следующие друг за другом этапы жизненного цикла не имеют однозначных корней в прошлом. Но однозначность последовательности цепи событий нарушается, если она на каком-либо своем звене — X — сочетается с независимой до тех пор другой цепью событий.

В системе с сочетаниями многих, частью независимых, частью неоднозначно связанных друг с другом процессов генеалогия наблюдаемых в любой момент состояний обрывается в самом разнообразном прошлом, и этот обрыв при рассмотрении в обратной, т. е. хронологической, последовательности равнозначен возникновению «нового» без предыстории.

Поэтому лишь в том случае, если объективный анализ процессов эмбриогенеза не обнаруживает сколько-нибудь заметного, определяющего его ход взаимодействия неоднозначно связанных процессов, может оправдать себя идея преформации. Но вся совокупность наших эмпирических как экспериментальных, так и аналитических данных указывает с полной достоверностью на господство взаимного влияния процессов в зародыше. Предвидение отдельных таких сочетаний в организации яйца, конечно, невозможно, и поэтому реальность всегда включает существенные элементы эпигенеза в данном нами определении.

Постулат актуальных предпосылок включает следующие положения. В живых системах за конечный промежуток времени протекают многочисленные, не однозначно связанные процессы. Их взаимоотношения таковы, что лишь в некоторой, обычно незначительной их части они приводят к одновременному нарушению, т. е. к сдвигу исходного моментального состояния системы. Течение же большинства основных процессов за данный промежуток времени может оставаться и стационарным, и можно сказать, что число и значение стационарных процессов значительно перевешивает на любых этапах эмбриогенеза.

Содержание стационарных процессов не определяет однозначно ни времени, ни направления их сдвигов, хотя бы в ближайшем будущем. Из этого вытекает, что разнообразию и различию процессов в данный момент вовсе не должно непременно соответствовать их разнообразие на прежних этапах.

Основная проблема эмбриогенеза заключается, таким образом, в возможности сочетания закономерности хода жизненного цикла с односторонностью лишь актуальных предпосылок течения биологических элементов. Разрешение этого противопоставления можно искать лишь в соответствующем толковании содержания инварианты и принципа сопряженности.

В нашей формуле инварианты центральное место занимает, конечно, константа Π — принцип воздействия. Рационально трактовать ее вначале в совершенно абстрактной форме, не связывая себя конкретными представлениями.

Основа концепции заключается в том, что протекающие в живых системах в большей или меньшей мере автономные процессы все же связаны определенным ограничением свобод и что принцип ограничения, общий для всех процессов, специфичен в видовом отношении и варьирует лишь в некоторых параметрах.

При этом, что особенно существенно и что отделяет нашу концепцию от формулировки, данной Дришом, энтелихи, ограничение свобод — не чисто отрицательного (тормозящего) и по существу неопределенного, но ограничительно-утверждающего содержания.

Принцип воздействия равнозначен наложению слагаемой на вполне определенные параметры автономных процессов.

Так как, согласно определению инварианты, существует сопряженность между ее переменными параметрами $X, Y, \dots$ и результатами ее непосредственно предшествовавшего воздействия на совокупность — B — процессов, их течение, несмотря на значительную степень автономности каждого процесса и неоднозначность их связей, взятое в целом, упорядочено (нормировано) возможными пределами эволюции переменных параметров, связанных с константой — H —.

При приближении к реальности мы должны сделать дальнейший решающий вывод: процессы в живых системах определяются двумя основными параметрами: химическими (включая энергетические) и пространственными.

Если наше основное положение о едином принципе действия себя оправдывает, то одна и та же слагаемая должна прилагаться к обеим категориям. Будущее конкретное представление о константе — H — должно будет, конечно, удовлетворить этому выводу.

РАЗДРАЖЕНИЕ, ВОЗБУДИМОСТЬ И РЕАКЦИЯ

Общепринята формулировка, что живые системы приходят при достаточно резких сдвигах условий внешней среды в состояние «возбуждения», выливающееся в наблюдаемые, переживаемые или постулируемые из теоретических соображений «реакции».

Из этой наиболее общей формулировки вытекает, строго говоря, бессодержательность понятия «возбуждения», так как любая попытка его определения совпадает с понятием «реакции», обозначающим любое отклонение состояния живой системы, связь которого с предшествующим сдвигом условий внешней среды может быть однозначно установлена.

Сформулировать учение о реакции как единую проблему невозможно, так как существует принципиальное различие между «наблюдаемыми» и «переживаемыми» реакциями.

Само собой разумеется, что любое наблюдение есть переживание, но существенное различие между обеими категориями заключается в следующем.

Существует класс реакций, которые мы не только воспринимаем (переживаем), но о которых и имеем суждение, причем окончательная формулировка реакции зависит исключительно от него, так как она, оставаясь неизменной, может быть выражена или связана с различными переживаниями.

Мы говорим, например, о реакции — «сокращении мышцы» независимо от того, наблюдали ли мы этот акт непосредственно, как изменение формы, или видели, хотя бы лишь впоследствии, запись на кимографе. Совершенно банально, что наше внимание приковывается здесь к нашему суждению, т. е. выводу, а не к двум столь различным восприятиям (переживаниям), как зрительное впечатление непосредственно от мышцы или от кривой на кимографе.

Мы можем поэтому сказать, что последнее звено реакции обозначается здесь не по переживаниям, а по содержащую суждения. Но с таким же основанием в других случаях переживание (например, боль) является конечным звеном реакции, и применение к нему понятий «наблюдение», «суждение» лишено в этом случае смысла.

Установление закономерностей, связывающих содержание раздражений и реакций на них, в той и другой категории реакций приводит, конечно, к совершенно несопоставимым результатам. Естественно, что мы ищем возможности хотя бы некоторого их объединения.

В известной мере этот путь предначертан: он заключается в попытках соединения начального и конечного звеньев раздражение—реакция, возможно, непрерывной цепью событий.

Мы делаем при этом неизбежное допущение, что по меньшей мере начальное течение процессов в наблюдаемых и переживаемых реакциях по существу совпадают.

Но мы не располагаем обоснованными ожиданиями насчет дальнейшего хода событий. Для наблюдаемых реакций естественно приять, что цепь событий на всем протяжении состоит из принципиально сравнимых между собой звеньев, правда известных нам лишь в ничтожной мере, но, по крайней мере, принципиально доступных умозрительным конструкциям.

Но цепь процессов в переживаемых реакциях должна где-то обрываться, т. е. между ней и самой реакцией существует разрыв сплошности.

В современной концепции сомато-психических связей, несомненно, преобладает вполне определенное представление о содержащей цепи событий до разрыва: мы имеем в виду глубоко укоренившееся убеждение, что цепь соматических процессов в коре мозга ничем принципиально не отлична от процессов, приводящих к наблюдаемым реакциям, и что для описания состояния коры в момент данного переживания мы не можем создать умозрительно

никаких осмысленных понятий, выходящих за рамки употребляемых нами при чисто соматических процессах.

Можно попытаться создать на основании этих упрощенных представлений общую картину цепи событий, ведущей от старта процесса — воздействия раздражения на рецепторы — как к наблюдаемым реакциям, так и к воображаемому обрыву соматической цепи переживаемых реакций.

Мы убедимся при этом в неадекватности таких построений для переживаемых реакций.

Раздражения заключаются во многих случаях в подведении энергии к возбудимой системе: это относится специально к раздражениям, адекватным органам чувств.

При химических раздражениях (к которым можно отнести и иммунореакции и раневые) можно предположить какие-то процессы между подводимыми веществами и элементами живых систем, при которых, быть может, также возможно выделение энергии.

Но существует обширный класс реакций, остающихся вне поля зрения чисто функциональной установки учения о возбудимости, к которому представление о чисто энергетическом характере раздражения применимо лишь с большой натяжкой. Мы имеем в виду регуляторные процессы на ранних стадиях эмбриогенеза в ответ на вмешательства оперативного характера. Мы вернемся к ним впоследствии.

Рационально, однако, исходить при попытке анализа из раздражений чисто энергетического характера, действующих на специальные рецепторы.

Из сопоставления пороговых значений подводимой к таким рецепторам энергии вытекает знаменательный факт, допускающий самые широкие обобщения.

Для зрительных, слуховых и кожных рецепторов величина пороговой энергии порядка $p \cdot 10^{-12}$ эрг (где p — однозначное число). В переводе на кванты, например на фотоны, речь идет о нескольких фотонах видимого света или ультрафиолета, распределяемых между несколькими элементами (клетками) рецептора.

Этот факт приводит к вполне однозначному представлению об «элементе возбудимости». Первое звено приводящего к реакции многочленного процесса, например зрительного возбуждения, может, таким образом, ограничиться состоянием электронного возбуждения одной молекулы в каждой из нескольких клеток. Более интенсивные воздействия слагаются, таким образом, из «элементов возбудимости».

Олигомолекулярный характер пороговых, приходящих извне раздражений является фактом величайшей важности и в другом отношении — для нашего суждения о феноменологически спонтанных вариациях поведения живых систем и о его стационарных состояниях, обозначаемых обычно как состояние покоя.

Нам известно сравнительно мало о явлениях энтерорецепции. Но если сделать правдоподобное допущение, что пороговые величины для возбуждения энтерорецепторов незначительно выше, чем пороги для экзорецепторов, то фенологически спонтанные наблюдаемые вариации поведения живых систем при практически неизменной внешней среде становятся в известной мере понятными, исходя из следующих соображений.

На ряде примеров (работы Куна, митогенетический эффект, по-видимому, некоторые опыты с облучением ультрафиолетом или рентгеновскими лучами бактерий) было показано, что мономолекулярный старт может привести к выраженным макроэффектам, т. е. к существенному отклонению всего поведения организма.

Можно остановиться поэтому на следующем представлении: статистически неизбежные (т. е. редкие) флуктуации молекулярных процессов могут (но не непременно должны) вызвать ощутимые сдвиги в процессах (состояниях) тех или иных органов, которые приведут в свою очередь к наблюдаемому феноменологически — спонтанным реакциям.

Эти соображения приводят нас и к дальнейшему выводу основного значения.

Так как статистические флуктуации молекулярных процессов непрерывны и неизбежны (независимо от внешнего мира), то также непрерывны и неизбежны и даваемые ими старты процессов, так или иначе влияющих на поведение живых систем. Такие процессы могут не привести к наблюдаемым отклонениям (непостоянствам) поведения, т. е. оборваться по пути, и тогда мы говорим о состоянии «покоя», в противоположность состоянию «возбуждения». Но отпадают всякие основания для принципиального, качественного разграничения обоих состояний.

Другими словами, изучая состояния покоя, мы приближаемся к пониманию состояния возбуждения.

Независимо от содержания дальнейших звеньев реактивных процессов наблюдаемая конечная реакция включает совершенно несоизмеримые со стартом, даже при

обычной интенсивности раздражений, числа элементарных, т. е. отнесенных к числу участвующих молекул, процессов. Всю последовательность событий от старта до конечной реакции можно поэтому обозначить, как разветвляющиеся цепные процессы разнообразного, по-видимому, не исключительно и, быть может, не преимущественно химического содержания.

Центр тяжести анализа переносится, таким образом, на выяснение организации возбудимых систем, обеспечивающей фактически непрерывную возможность осуществления таких процессов.

В такой форме вопрос возбудимости в современной биологии обычно не ставится, но мы попытаемся создать общее представление об этих процессах, используя пока лишь общеупотребительные понятия. Но раньше, чем мы попытаемся создать приемлемые представления о путях осуществления реакций, необходимо принять во внимание следующее:

Мы уже отграничили реакции, наблюдаемые от переживаемых. Но и в первой категории различаются, конечно, реально наблюдаемые от постулируемых. Так например, в рефлекторных актах (мы берем наиболее простой пример) инициальный процесс в рецепторе претерпевает в дальнейшем изменения если не в самих первых волокнах, что, однако, возможно и правдоподобно, то во всяком случае в первых клетках, включенных в рефлекторный путь. Эти изменения, быть может, существенного характера, являются, конечно, реакциями, принципиально наблюдаемыми, но в настоящее время еще недоступными наблюдению и поэтому лишь постулируемыми.

Но если сделать из этого простого соображения надлежащие выводы, то становится сомнительным принципиальное различие между конечными звеньями, обозначаемыми нами как собственно «реакция», и любыми промежуточными, независимо от наблюдаемости последних, хотя между теми и другими остается весьма правдоподобное количественное различие.

Несоизмеримость олигодинамичности начальных процессов и конечных макроэффектов допускает интерпретацию двоякого рода — унитарную и дуалистическую. Согласно первой, от старта до конечного эффекта развивается единый, нарастающий в интенсивности и эволюционирующий по своему содержанию процесс.

Но мыслима (и, быть может, больше соответствует классическим концепциям) и дуалистическая схема.

Раздражение дает непосредственно старт лишь цепному энергетическому процессу, и возросшая в достаточной мере энергия палается на включенные в реагирующую систему «аппараты». Реакция во всей своей специфичности есть проявление деятельности этих аппаратов.

Попытаемся вначале исходить из дуалистической схемы.

Однозначно определим стартовый процесс лишь в том случае, если известна физическая или химическая природа возбуждающего фактора.

Допустим, что цепная химическая реакция доходит до конца, захватив все молекулы определенной категории, и что в результате выделяется свободная энергия, могущая быть использована для второй фазы многочленного процесса, приводящего к наблюдаемой реакции. Наступает, другими словами, как бы перелом, в истолковании которого заключается основная трудность проблемы.

Чисто схематически мы можем создать представление о специфических аппаратах, обратимо выводимых из состояния равновесия (покоя) притоком энергии.

В некоторых реактивных системах — мышцах, железах такое представление может как будто удовлетворить и даже лечь в основу эмпирических исследований, касающихся уже непосредственно конечного акта реакции (мышечного сокращения, выделения секрета и т. п.).

Но для большинства реакций схемы такого рода неприемлемы или, точнее, совершенно бесплодны. Наша конечная цель — мысленное моделирование «аппаратов», противопоставляемых химическим процессам, представляет чрезвычайные трудности за отсутствием однозначных основ или предпосылок.

Прежде всего, необходимо выяснить, существуют ли вообще монореактивные живые системы? Вопрос уместен, так как дуалистическая схема приспособлена непосредственно лишь к ним. Вопрос может показаться странным, так как, если ограничиться обычными функциональными рамками, монореактивность, например, мышечных волокон представляется несомненной. Но уже состояния тонуса, полной расслабленности, тетануса, различного запырания говорят против этого. Если же принять во внимание и различия обратимых фармакологических воздействий на мышцу, то необходимо признать, что и для мышечного волокна существуют различные прижизненные состояния, т. е. результаты или проявления различных состояний.

Но помимо этих, скорее, крайних случаев, большинство живых систем полиреактивны и в чисто физиологических пределах, т. е. их существование связано с непрерывной сменой разнообразных состояний.

На первый взгляд можно подумать, что полиреактивность должна внести лишь некоторые осложнения в наши представления о постулируемом аппарате, не затрагивая, однако, основной, сформулированной нами выше дуалистической схемы: 1) этапа разветвляющейся цепной химической реакции — освобождения энергии, 2) отклонения от состояния равновесия (покоя) уже предшествующего аппарата, определяющего непосредственно или через цепь дальнейших событий содержание наблюдаемой реакции. В действительности, однако, мы наталкиваемся немедленно на трудности принципиального характера.

Моделирование аппаратов, обладающих значительной степенью гибкости, т. е. допускающих разнообразие отклонений от нейтрального состояния равновесия, не представляет, конечно, трудностей.

Но каким путем производится отбор того из возможных вариантов, который должен соответствовать содержанию внешнего воздействия на возбудимую систему, если придерживаться дуалистической схемы?

Для внесения некоторой ясности в этот вопрос, необходимо остановиться несколько ближе на самом представлении о полиреактивности. Наиболее периферические элементы (клетки) рецепторов, возбудимые непосредственно внешними физико-химическими факторами, сами по себе, по-видимому, монореактивны, т. е. обладают единственным, чисто количественным переменным параметром отклонения от состояния равновесия. Но полиреактивность возникает в последующих звеньях по пути к наблюдаемой (переживаемой) реакции и является результатом какого-то сочетания последствий реакций, протекающих в рецепторах.

Мы можем попытаться допустить, согласно нашей прежней установке, что содержание процессов в рецепторах исчерпывается цепными химическими реакциями (старт которых нам известен), распространяющимися и на участки рецепторной системы, не находящейся в контакте с внешним миром, и что именно здесь они как-то сочетаются. Попытаемся конкретизировать эти допущения на зрительном аппарате.

Мы можем здесь с уверенностью сказать, что акт сочетания имеет место уже в биналярных и особенно в

ганглионарных клетках сетчатки и что уже здесь разнообразие сочетаний процессов возбуждения, а следовательно, и состояния клеток, не только значительно, но фактически неограниченно...¹⁰.

Если придерживаться наименее упрощенной схемы, в клетках этих категорий возникают сочетания многих химических цепных реакций. Допустим, что участок зрительного поля, проекция которого на сетчатку захватывает группу палочек, связанных (через посредство биполяра) с одной ганглионарной клеткой, занят по очереди различными черными буквами на белом фоне.

Примем условно для простоты, что палочки, на которые проецируется «черное», находятся в индифферентном состоянии «покоя», т. е. в них не возникают распространяющиеся за пределы клетки цепные химические реакции.

В палочках, соответствующих белым участкам, такие процессы, наоборот, возникают и распространяются на клетки, где они сочетаются друг с другом.

Если общее число «черных» и «белых» палочек при различных буквах остается постоянным, переживаемая же реакция различна, то чисто химическая картина, конечно, совершенно неадекватна, и неизбежно следует признать, что сочетание идентичных по содержанию «белых» цепных процессов характеризуется какими-то геометрическими параметрами.

Другими словами, если каждый цепной процесс протекает по дискретной молекулярной цепи, их результирующий эффект выливается не в сумму, а в равнодействующую, зависящую исключительно от взаимного пространственного распределения отдельных цепных процессов.

Взаимодействие такого рода между пространственно отдаленными друг от друга химическими процессами выходит далеко за пределы общепринятых представлений. Наша попытка обойтись ими терпит, таким образом, крушение, несмотря на то что мы упростили до минимума проанализированный нами случай.

¹⁰ Если исходить из гистологических данных, в ганглионарных клетках, в некотором отдалении от центральной ямки, сочетаются процессы, берущие начало примерно от 1000 палочек. Если представить себе, что последние расположены круглой площадкой, то на такой участок проецируется при установке глаза на один метр расстояния участок примерно в 1 см² зрительного поля, могущий быть заполненным неопределенно разнообразным, различаемым содержанием.

Зарождаются поэтому сомнения в целесообразности самой созданной нами дуалистической схемы — разветвляющейся химической цепной реакции как поставщика энергии и специфического аппарата, противопоставляемого первому этапу и остающегося пока без адекватной модели.

Необходимо заменить его более унитарной схемой, введя специфику уже в первые этапы многочленной цепи, сохранив при этом допущение, что с ними связан процесс амплификации, т. е. распространение от немногих молекул, участвовавших в старте, на большее число материальных частиц рецептора.

Вместе с тем эти представления должны быть сформулированы таким образом, чтобы они были равно применимы и к реактивным системам с пространственным и функциональным обособлением рецепторов от эффекторного аппарата, и к унитарным системам, например, к простейшим, или эмбриональным элементам.

Центр тяжести переносится, таким образом, на формулировку основ организации систем, обуславливающих их возбудимость.

При унитарной схеме речь может идти лишь об организации молекулярного порядка, так как стартовые процессы затрагивают лишь небольшие количества молекул. Но, избегая дуалистической схемы, мы должны придать молекулярной организации максимально пластичский характер, приписывая ей лишь то, что обозначается обычно как возбудимость, т. е. легкую и многостороннюю отклоняемость ее любого моментального состояния. При этом содержание отклонения определяется согласно основному допущению параметрами внешнего фактора, воздействующего на реагирующую систему¹¹.

Современные биологические концепции не располагают представлениями для мыслимой конструкции такой организации.

О БИОЛОГИЧЕСКОМ ЗНАЧЕНИИ РЕДКИХ СОБЫТИЙ

Под редкими событиями мы понимаем обладающие малой вероятностью варианты, входящие в состав очень обширных, однородных по своему составу множеств, — например так называемый хвост максвелловской кривой.

¹¹ Мы можем прибегнуть здесь снова к аллегории клавиш фортепьяно (см. раздел «Протоглазма»).

По мере нарастания числовой величины множества разница между вероятностью варианта и частотой его реализации приближается к нулю. В этих случаях «редкие» события наступают, конечно, в пределах данного множества закономерно.

Такими множествами являются в биологических системах молекулярные «макропроцессы», если подразумевать под этим термином явления, обнаруживаемые обычными методами наблюдения и анализа. На каждом данном этапе наших знаний мы наталкиваемся на макропроцессы, которые мы должны привести совершенно неизбежно в связь с микропроцессами в данном нами определении, и выяснение этих связей является трудной и великой биологической проблемой.

Само собой разумеется, что молекулярные акты любых категорий обнаруживаются во всех случаях лишь макропроцессами. Но обычно макроэффект возникает из микроэффекта чисто аддитивным путем: если молекулярный процесс $a+b=ab$ обнаруживается, например, путем восприятия процесса $-C-$ (например, отклонение стрелки гальванометра как следствие химических процессов в гальваническом элементе), принимается большое число идентичных процессов и примерно равное число элементарных актов дальнейшего развития цепи событий от начальной до конечной.

Но существенно иное положение создается для некоторых биологических процессов основной важности, например для надпорогового возбуждения рецепторов или клеточного деления. Инициальный микропроцесс — пара фотонов на долю клетки рецептора или меристемы — приводит к макропроцессу, захватывающему несомненно громадное число элементарных актов совершенно иного содержания.

Понятие «редкое событие» заключается здесь в количественном соотношении между несколькими фотонами и числом молекул клетки, для каждой из которых возможность поглотить энергию одного фотона равно маловероятна.

Наличие среди количества 10^8-10^9 не затронутых энергией фотонов молекул двух-трех, поднятых на высокий энергетический потенциал, является редким событием, переход которого в макросферу не имеет аддитивного характера, но предполагает развитие каких-то разветвляющихся цепных процессов, при этом, по крайней мере в разбираемых нами случаях, не монотонного характера,

так как конечные макроэффекты не имеют ничего общего со стартовым состоянием немногих возбужденных фотонами молекул.

Мы не говорим поэтому о цепных химических реакциях, в которых числовые соотношения между первично возбужденными и общей суммой отреагировавших молекул также временами несоизмеримы.

Закономерность и значение редких событий этих категорий не могут быть, конечно, подвергнуты сомнениям.

Но, быть может, не меньшее значение принадлежит редким событиям совершенно иного рода, существование которых можно в настоящее время лишь предположить на основании теоретических соображений и некоторых аналогий.

Мы обозначим их общим термином «аберрантных», редких, событий.

Мы исходим из предположения, подкрепленного интересным наблюдением Томпсона. При разрядах угольных электродов в вакуумном сосуде, заполненном водородом, им был обнаружен наряду с резким преобладанием теоретически наиболее вероятного метана и ряд аберрантных соединений C и H, например C_2H_2 , C_3H и т. д.

Их существование было во всяком случае достаточно длительным для зафиксирования фотографически в виде парабол на стенке сосуда в сильном магнитном поле, приложенном в направлении, перпендикулярном электрическому.

Если аберрантные формы возможны в комбинациях двух газов, молекулы или атомы которых находятся в одинаковых общих условиях, то тем более допустимо принять возникновение аберрантных форм сложных органических соединений в условиях живых систем.

Допустим, что большое число одинаковых, поступивших в клетку (или синтезированных в ней тем или иным путем) молекул вступает в многосторонний метаболизм, зависящий наряду с чисто химическими и от энергетических параметров данных молекул. Пусть отдельные акты будут заключаться в отщеплении или, наоборот, в присоединении отдельных функциональных групп или радикалов в том или ином участке метаболизирующей молекулы.

Стерические условия таких актов, а тем более энергетические уровни первоначально идентичных молекул не могут, конечно, быть во всех случаях одинаковы. Можно поэтому с полным основанием допустить, что и проме-

жуточные и копечные акты эволюции первоначально идентичных молекул будут представлять известный набор вариантов, обладающих при этом очень различными степенями вероятностей.

Регистрируемая обычными методами эволюция каких-либо молекул категории $-A-$, участвующей в метаболизме, будет, таким образом, лишь наиболее вероятной ее формой.

При этом возникает вопрос основной важности для всего дальнейшего: на чем основана резко преобладающая вероятность того или иного хода эволюции молекул $-A \rightarrow B_0$, с очень малой вероятностью вариантов $-B_1-$, $-B_2-\dots$? Предположительное объяснение с классической точки зрения свелось бы, по-видимому, к тому, что существует какой-то решающий для локализации фактор, например общее электрическое поле молекул, определяющее возможность присоединения той или иной функциональной группы лишь к определенной точке данной молекулы. Такое представление мы можем обозначить как направленность перехода или эволюции $A \rightarrow B_0$, обусловленную свойствами молекулы A .

Эта концепция, представляющаяся наиболее правдоподобной, тем не менее не единственно возможная и утрачивает свою однозначность, если мы введем представление об автокатализе органических соединений.

Попытаемся исходить из следующих представлений.

Вероятности варьирующих параметров при переходе вещества $-A-$ в $-B-$ распределяются без резкого преобладания одного из них, обуславливающего в дальнейшем господствующее направление $A \rightarrow B_0$. Не существует поэтому первичной, обусловленной самой конституцией молекулы $-A-$, направленности процесса. Конечная, почти полная однозначность B_0 (по сравнению с вариантами $B_1, B_2, \dots$) есть вторичный результат, обусловленный селективной способностью лишь одного определенного варианта к автокатализу. Такая селективность может быть обусловлена или какими-либо параметрами этого варианта, или его большей устойчивостью, т. е. более длительным, по сравнению с другими, существованием.

Эти представления находят первое применение при анализе процессов химической мутации.

Мы подразумеваем под этим все те стойкие и прогрессирующие изменения метаболизма, для которых нет основания предполагать внешнюю этиологию (инфекцию), и в высшей степени проблематично представление о

каких-либо хронических вредностях, играющих такую роль в обычных представлениях о патогенезе многих заболеваний.

Особенно важным в этом отношении является рак.

Допустим, что существует какой-то однозначно определяемый старт малигнизации, например, придерживаясь представления об эндогенном веществе (ЭБВ), его возникновения.

Чрезвычайно правдоподобно, что ЭБВ есть мутант, т. е. видоизменение холевых кислот, близкий или идентичный метилхолантрону. Попробуем исходить из представлений, соответствующих папией каузальной потребности, и примем, что какой-то до сих пор не выясненный фактор X , воздействуя на дезоксихолевую кислоту (ДОК), вызывает ее мутацию в ЭБВ. Это представление связано с многими трудностями: во-первых, с допущением фактора или факторов совершенно неопределимой природы, т. е. проявляющих свое существование лишь в предполагаемом воздействии на ДОК.

Во-вторых, что гораздо существеннее, мутация, т. е. появление ЭБВ, оказывается длительным, постепенно нарастающим и обычно необратимым актом, но держится в то же время в ограниченных рамках: постулируемый фактор X мутирует, другими словами, лишь очень ограниченный процент всех молекул дезоксихолевой кислоты.

Принимая во внимание неизбежный метаболизм обоих веществ, можно сказать, что устанавливается нечто вроде устойчивого равновесия между ДОК и ее мутантом ЭБВ. Представить себе такое патологическое равновесие, конечно, трудно, оно требует, исходя из обычных позиций, длительного существования фактора X на всем протяжении малигнизации и прогрессирующей опухоли. Но можно попытаться прорвать, если можно так выразиться, каузальную цепь и принять, что вариант ЭБВ возникает при нормальном метаболизме ДОК паряду с другими, соответственно своей статистической вероятности, т. е. независимо от воздействия специального, относящегося только к нему, так сказать, патогенного фактора X .

Это представление приводит на первый взгляд к неленым последствиям; так как в достаточно крупных множествах любой вариант представлен закономерно, соответственно своей вероятности, как бы мала она ни была, вариант ЭБВ должен быть, следовательно, представлен как редкое событие в любом организме, а так как вместе

с тем за ним признается преимущество перед остальными вариантами в смысле его способности к автокатализу или большей устойчивости, остается непонятным, почему накопление ЭВВ до уровня малигнизации остается редким событием.

Для ответа необходимо вникнуть несколько глубже в положение вещей.

Дезоксихолевая кислота подвержена, конечно, метаболизму. Допустим, что «коэффициент смены», т. е. замена выходящих из строя молекул новыми, за сутки равняется $1/p$. То же естественно предположить и относительно патогенного варианта.

Другими словами, будет поддерживаться статистически постоянное отношение между основной формой и патогенным вариантом, причем последний, в момент возникновения, будет представлен лишь в подпороговой концентрации.

Однако осуществление надпороговой концентрации возможно лишь при следующих допущениях:

1) флуктуирующее в известных рамках постоянство количества ДОК обуславливается равенством ритма автокатализа и распада ее молекул, вероятность которого возьмем, чисто произвольно, равной 0,2 в сутки;

2) допустим, что вероятность возникновения аберрантной молекулы $-Э-$ равна 10^{-6} от каждого акта образования молекулы ДОК. Если сохраняется ритм смены и концентрация ДОК, то, следовательно, то же имеет место и для $-Э-$. Другими словами, в то время как концентрация $-Д-$ поддерживается автокатализом, концентрация $10^{-6} -Э-$ поддерживалась бы при этом и без способности $-Э-$ к автокатализу;

3) по вероятности автокатализа молекулы $-Э-$ можно приравнять вероятности автокатализа молекулы $-Д-$, и если и здесь принять: автокатализ/распад = 1 (что, конечно, необязательно), то статистически стационарная концентрация $-Э- = 10^{-6}$ концентрации $Д + 0,2 \cdot 10^{-6}$ (1).

При этом размах флуктуаций (по отношению к концентрации) $-Э-$ будет значительно больше, чем размах флуктуаций $-Д-$;

4) допустим, в виде редкого события, одновременную, достаточно резко выраженную плюс-флуктуацию обоих множителей второго члена в уравнении (1), т. е. ритма автокатализа (0,2) и вероятности $-Э-$ варианта в зависимости от $-Д-$ ¹². Пусть результирующий пик пре-

¹² Например, 0,5 вместо 0,2 и 10^{-5} вместо 10^{-6} .

вышает среднюю величину вероятности, т. е. концентрация молекул $-Э-$ окажется в n раз больше средних.

В дальнейшем условия возникновения и диапазон флуктуаций $-Э-$, как $f(D)$, останутся, конечно, прежними, но число возникающих путем автокатализа молекул $-Э-$ будет флуктуировать вокруг повышенного среднего уровня, с вероятными минус-флуктуациями, соответственно меньшими чем редкая (предположительно однократная) плюс-флуктуация. Общее число молекул $-Э-$ останется при этом повышенным по сравнению с прежним, но лишь до тех пор или в случае того, если не последует такой же интенсивности минус-флуктуация. Вероятность обоих направлений, конечно, одинакова, но вероятность последования за небольшой сравнительно промежуток времени за минус-флуктуацией плюс-флуктуации (или наоборот) будет равна произведению их вероятностей, т. е. значительно меньшей. Из этого вытекает, что если вероятность возникновения плато равна $1/P$, то вероятность обратимости, т. е. его исчезновения равна $1/P^2$. Если плато достигает надпороговой концентрации, то налицо возникновение эндогенного бластомогенного вещества, как уже ошутимого патогенного фактора.

Мы избрали проблему возникновения ЭВВ как особенно яркую и однозначную иллюстрацию нашего представления о возникновении химических мутаций в живых системах. Конечно, «прорыв каузальности» понимается лишь в условном смысле, как ее замена закономерностью статистического характера, т. е. понятием вероятности.

Само собой разумеется, что вероятность может быть сдвинута внешними воздействиями в том или ином направлении, но снова лишь в чисто статистическом смысле.

Основное биологическое значение принципа автокатализа мы видим, однако, не в создании мутаций, но в общем ходе возникновения химической специфики.

Мы исходим из представления о непрерывности существования (благодаря самовоспроизведению) в гаметах определенного, сравнительно небольшого числа основных веществ («ядер»), из которых строятся специфические, заведомо возникающие лишь по ходу эмбриогенеза вещества.

Даже в том случае, если «ядра» представлены в яйце в значительной концентрации, их количество настолько

ничтожно по сравнению с конечным продуктом их эволюции, что процесс их размножения имеет решающую роль.

При многоступенчатых процессах эволюции остается пока совершенно неясным, относится ли процесс размножения в сравнимой по интенсивности степени ко всем или, по меньшей мере, к нескольким ступеням, или лишь к одной первоначальной, т. е., по нашей терминологии, к «ядрам».

Мы попытаемся конкретизировать для ясности поставленный вопрос на примере возникновения хлорофилла или гемоглобина. Вполне возможно, что путем автокатализа непрерывно размножается пиррол, накапливающийся в достаточном количестве в каждой клетке, в которой должен сформироваться хлорофилл или гемоглобин. Дальнейшая эволюция совершилась бы при этом без какого-либо размножения промежуточных звеньев. Зная число молекул пиррола в клетке и разделив его на четыре, можно было бы, другими словами, предсказать приблизительное число молекул конечного продукта, т. е. тетрапиррола. Но нельзя исключить и другой возможности — обогащения путем автокатализа хотя бы некоторых промежуточных звеньев, например тетрапиррола, порфина и т. д.

Несомненно, что с общепринятой точки зрения речь идет о принципиально однозначной направленности эволюции. Если и возникают при этом аберрантные формы, они, конечно, лишены какого-либо значения. Каждый этап $A \rightarrow B$ многочленного процесса связывается и определяется по своему содержанию каким-то направляющим фактором, но не вытекает непосредственно из свойств самого A .

Проводимая нами концепция вытекает из существенно иных представлений.

Не только «ядра» (в нашем примере молекулы пиррола), но и ряд присущих живым системам органических соединений обладает оставшейся до сих пор неизвестной активностью, выражающейся в стремлении к самовоспроизведению, будь это путем синтеза, по образцу матрицы, или путем воздействия на аналогичную по существу молекулу в смысле ее перестройки, проявляющейся в присоединении различных функциональных групп (радикалов), т. е. в ее эволюции.

Акт эволюции можно поэтому свести на свойства самих эволюционирующих молекул, независимо или без

воздействия на них каких-либо противопоставляемых им направляющих факторов.

«Активность» молекул приводит к возникновению самых разнообразных вариантов, т. е. имеет чисто статистический характер. Но общая закономерность эволюции реализуется благодаря тому, что лишь один вариант оказывается жизнеспособным, т. е. устойчивым, и, размножаясь путем автокатализа, достигает господствующего положения, т. е. создает основное русло эволюции.

Элемент направленности в эволюции в этом представлении вообще отсутствует.

Это положение настолько неожиданно и парадоксально, что требует, конечно, подробного обоснования.

Схема, построенная на примере возникновения ЭБВ, не может нас здесь удовлетворить, так как господствующее значение сохранялось в том случае за исходным веществом, а не за ее мутантом (абберрантной формой), даже достигшим надпорогового значения.

В рассматриваемой нами теперь нормальной эволюции абберрантная форма должна была бы выдвинуться, по нашей концепции, на первое и даже, быть может, на исключительное место, и именно в этом вся трудность и парадоксальность нашего представления.

Можно представить себе следующий, чисто гипотетический ход событий.

Размножение тетрапиррола путем матрицирования зависит от количества свободного пиррола, т. е. должно прогрессивно ослабевать по мере его истощения в данной клетке.

Но можно допустить, что «активность» тетрапиррола не ограничивается тенденцией к матрицированию, но проявляется и в тенденции к присоединению различных функциональных, например метильных, фенильных групп и остатков пропионовой кислоты. Причем их присоединения приблизительно равновероятны в различных вариантах, но лишь один из них обладает достаточной степенью устойчивости, представляющей этим самым реальную ступень развития по пути к конечному продукту, в нашем случае — к превращению в порфин.

Если остальные варианты процесса присоединения неустойчивы и, вообще, по сравнению с числом наличных молекул тетрапиррола акты присоединения являются редкими событиями, устойчивый вариант становится матрицей второго рода, не синтезирующей, но направляющей

или модифицирующей наподобие автокатализа ЭБВ из дезоксиголевой кислоты. Материалом матрицирования служат при этом как молекулы тетрапиррола, не затронутые другими процессами, так и аберрантные, не жизнеспособные формы присоединения упомянутых функциональных групп и, конечно, соединения, содержащие эти функциональные группы.

Гипотеза о присоединении доступна в принципе экспериментальной проверке на модельных опытах: тетрапиррол в растворе гликокола (или, быть может, алапина) может изменить, особенно при облучении, спектральный состав своего селективного рассеяния, приближаясь к спектру норфина.

Наброшенная нами общая картина химической эволюции является по своей логической структуре отображением принципа чистой селекции и претит поэтому в такой форме нашему внутреннему чувству, так как проблема эволюции коренным образом отличается от вопроса о возникновении мутаций, примером которых мы выбрали возникновение ЭБВ. Мы должны найти средний путь между строгим детерминизмом и исключительным господством закона больших чисел и попытаемся исходить из следующих соображений, снова на примере формирования тетрапиррола.

Нет никаких оснований представлять себе чисто статистическое распределение молекул пиррола наподобие раствора в период матрицирования тетрапиррола. Очень правдоподобно, наоборот, их присоединение рыхлыми связями к какому-либо «носителю», например к определенным функциональным группам пептидных цепей. В случае присоединения нескольких молекул пиррола к одной цепи их дальнейшие пространственные взаимоотношения будут определяться изменениями конфигураций (деформацией) пептидной цепи, которые уже нельзя рассматривать как чисто статистический процесс.

Моментальная конфигурация пептидной цепи есть функция от ряда переменных: 1) ее длины (присоединение или, наоборот, отщепление отдельных звеньев), 2) флуктуации ее энергетического уровня, 3) числа и распределения присоединяющихся к ней отдельных радикалов или молекул, 4) воздействия непосредственно окружающих молекул и, наконец, 5) расположения цепи в клетке ¹³.

¹³ Если исходить из представлений, связанных с теорией поля, расположение цепи относительно координат клетки может при-

Все перечисленные условия можно счесть переменными с более или менее значительными ограничениями их возможных флуктуаций. Вместе с тем конфигурация цепи будет равнодействующей от воздействия всех этих факторов и от равновесной, т. е. обладающей наименьшей свободной энергией, конфигурации пептидной цепи.

Мы приходим, таким образом, к заключению, что, отвергая (как крайне маловероятную) однозначную детерминацию хода химической эволюции, мы строим ее на принципе пормирровки, которую можно обозначить как статистическую закономерность в пределах однозначно очерченных возможностей, не вытекающих из свойств элементов статистического множества.

В применении к нашей задаче — выяснению условий возникновения адекватного для автокатализа и доминирующего в результате этого варианта всевозможных переходов $A \rightarrow B$, мы приходим к выводу, что исключительное положение одного из вариантов определяется не только его наибольшей устойчивостью (длительностью существования), но и большей вероятностью возникновения по сравнению с остальными, вообще возможными, вариантами. Так например, если представить себе, как предпосылку формирования молекулы тетрапиррола, присоединение молекул пиррола к определенным функциональным группам пептидной цепи, содержащей n таких групп на определенных расстояниях — K — друг от друга, неопределенность распределения присоединяющихся молекул пиррола, числом меньше n , ограничивается исключением расстояний между ними меньших K , но по мере приближения их числа к n нарастает вероятность их распределения с расстояниями — K —.

Мы можем охарактеризовать теперь средний путь, или компромисс, между двумя крайностями — однозначной направленностью (детерминацией) химической эволюции, осуществляемой особыми руководящими факторами, и господством закона больших чисел и отбора. В первом варианте вопрос об автокатализе остается открытым, так как речь идет вообще лишь о декларации принципа, но не о конкретной конструкции хода событий.

Второй вариант связан, наоборот, неразрывно с признанием автокатализа в его самой широкой и общей формулировке. Существенно, статистический характер сформулированных нами представлений обуславливается боль-

обрести особенное значение, так как ее конфигурация есть функция от векторов поля в ее различных точках.

шинством перечисленных нами, определяющих любую ступень химической эволюции факторов. Длина пептидных цепей, число присоединяющихся к ним молекул, флуктуации энергетических уровней являются сами по себе чисто статистическими закономерностями, к тому же в основном независимыми друг от друга. Но весь ход событий уклоняется от чисто статистического благодаря участию в нем двух факторов: одного неизменного — равновесной конфигурации пептидных цепей и второго переменного — координат данного элементарного процесса.

Вполне естественно принять, что присоединение молекул определенного вида возможно лишь к пептидным цепям определенного состава и определенной конфигурации.

Конфигурации молекул при реакциях, в которых участвуют высокомолекулярные соединения, придается за последние годы все большее значение. Но при этом совершенно не затрагивается, по-видимому, ввиду экспериментальной недоступности, вопрос о возникновении различных конфигураций или деформаций обратимого характера крупных молекул (например, пептидных цепей) в живых системах.

В свете современных представлений возникновение обратимых деформаций в нормальных условиях живых систем мыслимо лишь как результат непосредственного воздействия какой-либо молекулы (или молекулярной группы), т. е. как процесс чисто статистического, при этом не нормируемого характера. Геометрические параметры деформаций должны были бы распределяться при этом по различным, вообще возможным, вариантам, т. е. вероятность варианта, адекватного для определенного дальнейшего течения процесса, была бы чрезвычайно мала и определялась бы исключительно химической природой и энергетическими уровнями участвующих молекул.

Но представление о регулирующих процессы деформации факторе равнозначно совершенно новой концепции молекулярных процессов в живых системах.

Сущность такой нормировки мы можем рассматривать как установление более или менее стационарных, регионально преимущественных вероятностей возникновения деформаций (как функции от координат внутри клетки), различных по своим геометрическим параметрам.

Сама мысль о том, что течение какого-либо процесса

$A-B \rightarrow AB$ зависит не только от свойств $-A-$ и $-B-$, от их энергетических уровней, от влияния окружающих молекул, температуры и т. д., но и, при этом существенным образом, от топографии процессов в клетке, совершенно не укладывается в рамки классических представлений, исходящих исключительно из строго установленных закономерностей химического взаимодействия молекул.

Зависимость какого-либо параметра процесса от его координат в какой-либо системе обозначает, конечно, что процесс совершается в поле. Искомый нами средний путь между строгим детерминизмом химической эволюции и определенном ее ходе чистой селекцией лежит, таким образом, в принципе поля.

ОБЩИЕ ИТОГИ ПОНЯТИЯ РЕГУЛЯЦИИ И НОРМИРОВКИ

Критический обзор ряда основных представлений современной биологии приводит нас, таким образом, к необходимости их значительного, частью коренного, пересмотра и к формулировке новых понятий и проблем.

Мы попытаемся дать их краткую характеристику.

Классическая биология ставит себе целью, как и любая наука, выяснение закономерностей процессов, совокупность которых составляет жизненный цикл.

Почти все установленные до сих пор закономерности осуществляются нестрого, но значительный размах их флуктуаций не представляет, с общепринятой точки зрения, проблемы и принимается как нечто само собой разумеющееся при сложности самого жизненного процесса. Прочно установившееся основное положение можно сформулировать приблизительно так:

Жизненный цикл есть проявление заложенной в яйце вполне однозначной «железной» закономерности, как в хорошо налаженном аппарате, по непрерывные привходящие обстоятельства затемняют, искажают ход ее реализации. Объективно это можно выразить, приняв, что между всеми существенными процессами существуют вполне однозначные связи, причем некоторые из них не вполне жесткие, т. е. обладают некоторой степенью пластичности.

Основная задача научного анализа заключается поэтому в том, чтобы суметь отбросить все привходящие моменты, затемняющие общую картину, и этим самым представить эти связи в их полной чистоте.

Классическая точка зрения исходит, другими словами, из презумпции, что успех анализа жизненных проявлений приводит к упрощению общей картины.

Мы знаем, что факты говорят как раз об обратном; что, однако, игнорируется подавляющим большинством биологов самых различных направлений.

Формулируя общепринятую позицию как постулат однозначных связей, мы далеки, конечно, от представления о сплошной трехмерной решетке, узловыми точками которой являлись бы все жизненные процессы.

Необходимо разграничить прежде всего связи между процессами одного уровня (соподчиненными) и связями иерархического характера и рассматривать их независимо друг от друга.

Вопрос о связях между процессами одного уровня разрешается и в классической концепции, если можно так выразиться, в «либеральном духе», т. е. признаются в общей форме их неоднозначность и значительная степень автономности отдельных жизненных проявлений. Это положение, конечно, совершенно бапально.

Но постулат вполне однозначной организации осуществляется в непоколебимом убеждении, что флуктуациям любого жизненного проявления положен известный, не меняющий его сущности предел и что равно несовместимо с продолжением жизненного цикла как полное выпадение одного из существенных жизненных проявлений, так и (особенно) возникновение совершенно нового, неизвестного до сих пор существенного проявления.

Выражаясь образно, с классической точки зрения «норма» по существу совпадает с возможными минимумами и максимумами.

Результаты экспериментальных исследований нескольких последних десятилетий показывают, по нашему убеждению, неприемлемость классической, и прежде недостаточной обоснованной, концепции. Она сохраняется, однако, для подавляющего большинства биологов в полной силе, что проявляется с особой яркостью в структуре современной генетики и, по существу, в физиологии. Факты, которые мы имеем в виду, разрушающие эту концепцию, относятся к области экспериментальной эмбриологии (механики развития) и иммунологии.

«Норма» с ее неизбежными, ограниченными флуктуациями, далека от максимума, возможного для живых систем, и охват и разнообразие возможного, до сих пор неизвестного, пока расширяется.

Реализуемая обычно закономерность жизненного цикла является, таким образом, строго говоря, проявлением проблематичного пока процесса отсеивания ряда возможных путей жизненного цикла и сохранения подавляющей вероятности для одного определенного из них.

Эта формулировка применима к итогам экспериментальной эмбриологии. Результаты же иммунологии идут в некотором отношении еще дальше: живые системы способны создавать новое, не входящее в форму. Ставя под сомнение классическую концепцию однозначной, строго очерченной закономерности, мы не должны, однако, перегибать палку. Явление иммунитета — образования новых, не существовавших до тех пор антител, — не является, при всей своей значительности, фактом, вынуждающим нас изменить коренным образом концепцию однозначности. Что касается совокупности эмбриональных регуляций, то не следует упускать из виду, что они в корне расшатывают наши представления об однозначности организации в пределах яйца, эмбриональных клеток и клеток пизних организмов. Но вместе с тем они выражены эквивипальны. Мы приходим, таким образом, к выводу, что если организация живых систем не обладает однозначной закономерностью, она тем не менее строго консервативна.

Объективный вывод из всех этих фактов и соображений следующий. Связи между процессами одного уровня не однозначны и во многих случаях даже не ощутимы. Но они обеспечивают их эквивипальность, т. е. достигаемый различными путями принцип консервативности. Научный анализ должен поэтому поставить себе целью не обнаружение, по-видимому, вовсе не существующей однозначно закономерной организации живых систем, а выявление их эквивипальной, т. е., согласно определению, не однозначной, по консервативной организации.

Если чуждое классической концепции понятие «вероятности» всплывает уже при изучении закономерности в событиях одного уровня, то тем больше его значение в зависимостях иерархического типа.

Здесь на смену чисто экспериментальному методу нередко приходит аналитический. В ряде основных эмбриональных процессов постулат однозначности связей между элементами соседних уровней приходится заменить понятием «степеней свобод», проявляющимся при этом, в противоположность разобранным нами явлениям регуляции, при постоянстве совокупности условий, могущих,

казалось бы, обеспечить проявление однозначных закономерностей в их наиболее чистом виде.

Мы можем сказать, что события в данном уровне, вообще говоря, не детерминируются, но лишь «нормируются» событиями соседнего уровня. Анализ связей иерархического характера приводит нас, таким образом, к новому понятию, новой категории зависимостей, нуждающейся в более точном определении.

«Степень свободы» в отношениях между двумя событиями — A — и — B — мы можем определить следующим образом.

Если в отношениях между — A — и — B — есть параметр или параметры, различные значения которых в пределах X_0 — X_n равновероятны, мы можем сказать, что события — A — и — B —, не будучи независимыми друг от друга, обладают в своих отношениях некоторой степенью свобод.

Чем больше таких параметров и чем шире диапазон X_0 — X_n , тем больше — A — и — B — приближаются к независимости. Пока она не достигнута, мы говорим, что — A — и — B — нормированы друг относительно друга.

Само собой разумеется, и поэтому банально, что все взаимоотношения процессов как в пределах одного уровня, так и различных уровней обладают некоторой степенью свобод.

Но существенны и не банальны факты, указывающие, во-первых, на очень различные степени строгости нормировки идентичных событий в пределах одного и того же уровня и, во-вторых, на значительное убывание степени нормировки от более высоких к более низким уровням.

Особенно резок этот скачок, и он имеет важное, принципиальное значение при переходе от макроуровней (т. е. событий, захватывающих большие клеточные комплексы) к клеточному уровню. За редкими исключениями, степень свобод в поведении клеток относительно параметров макроуровней настолько велика, т. е. нормировка некоторых параметров настолько слаба, что в некоторых случаях чисто формально (т. е. статистическим путем) она не может быть обнаружена и скорее постулируется.

Наглядной иллюстрацией может служить распределение клеточных делений в растительных меристемах.

Пространственное распределение митозов в корешках совпадает при статистической обработке с критериями полной независимости, т. е. соответственный параметр вообще не обнаруживает нормировки. Но интенсивность

размножения в каждый данный отрезок времени строго нормирована, т. е. общее число митозов по обе стороны от любого сечения, проходящего через ось корешка, очень близко совпадает. Еще более строго нормировано (в обычном смысле слова «детерминировано») направление осей митозов в корешках. Наряду с этим в других растительных меристемах этот параметр фактически не нормирован.

В общей форме можно установить на самом широком материале, что между основными пространственными параметрами, например конфигурацией, более высоких уровней и распределением входящих в их состав клеток не обнаруживается сколько-нибудь заметной связи.

Концепция однозначной закономерности организации живых систем (краткая формулировка: норма, по существу, совпадает с минимумом и максимумом возможностей) оказывается, таким образом, в противоречии с фактами и поэтому сильно расшатанной. Несомненная консервативность живых систем есть выражение иных закономерностей, выяснение которых является новой, основной, еще мало исследованной задачей будущего анализа.

Но некоторые основные положения мы можем и даже обязаны сформулировать уже теперь.

Представление об объединяющем организм начале должно быть облечено в новую форму, и здесь уместно вспомнить концепцию Вирхова, рассматривающего организм как клеточную республику.

Используя его остроумную символику, можно сказать, что основной проблемой является выяснение ее конституции.

Задачей конституции является выработка методов обеспечения упорядоченности и устойчивости целого, при возможно малом ограничении свобод отдельных индивидуумов. Это определение очень точно передает содержание введенного в биологию понятия «нормировки».

Но эту же символику можно применить и для дальнейшего вывода основной важности.

Конституция возможна лишь на какой-то основе и является обычно лишь более четким оформлением и видоизменением определенных правовых понятий, обычаев и кодексов данного общества.

То же имеет, конечно, место и для процессов нормировки в организмах. Необходимо связать себя с определенными представлениями о тех параметрах различных биологических проявлений, которые нормируются. Лишь

после этого может оформиться конкретное представление о нормирующем начале организмов, которое можно обозначить как его инварианту.

Некоторые общие положения можно наметить уже теперь. Степени свобод проявляются с наибольшей яркостью в пространственных взаимоотношениях клеточного и непосредственно вышестоящего макроуровня. Мы можем поэтому сказать, что нормируются, во всяком случае чисто пространственные, векторные параметры поведения клеток.

Закономерности нормировки этой категории процессов доступны совершенно объективному анализу, который должен привести к их однозначной, полук количественной формулировке.

Можно предположить (хотя трудно оценить в настоящее время степень вероятности этого предположения), что формулировки, выведенные из анализа нормировки самых разнообразных процессов одного уровня, будут по существу идентичны.

Если это так, содержание нормировки будет, вместе с тем, исчерпывающей характеристикой свойств инварианты — представления, которое вводится как постулат, непосредственно вытекающий из самого факта нормировки.

Само собой разумеется, что речь шла бы пока лишь о первом этапе общей проблемы биологии, как мы себе ее представляем. Клеточный уровень является лишь промежуточным, и иерархически нижестоящие уровни не даны нам с такой явственностью и непосредственностью, здесь возможны далеко идущие разногласия относительно существования промежуточных уровней между клеточным и молекулярным, понимая последний в чисто химическом смысле. Принцип нормировки является поэтому, в известных пределах, достоянием строго аналитической трактовки, которая должна привести к однозначным объективным результатам, в общей же форме временно или, быть может, постоянно оставаясь объектом спекулятивного мышления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В одном из разделов первой части мы отмечали, что размышлению в современной биологии уделяется слишком мало места. Этим мы хотим сказать, что необозримый эмпирический материал далеко недостаточно используется

не только для создания гипотез (т. е. в индуктивном смысле), но даже в чисто дедуктивном направлении.

Из фактов можно гораздо больше «выжать» (по выражению Вейса), чем это обычно делается [55].

Сущность эмпирии в биологии заключается в обогащении и, этим самым, в осложнении общей картины вообще наблюдаемого в живых системах. Вся же суть «чистого» размышления заключается в том, что оно не ставит себе задачи узнавать новое, но, если можно так выразиться, видит новое в уже известном, т. е. проблеме там, где ее не видели или не хотят видеть.

Это убеждение дало нам смелость для обширного чисто умозрительного построения. Проблема, которую мы при этом ставим перед собой, вытекает из следующих соображений.

Биология сравнительно недавно, лет сто тому назад, стала на путь расчленения. Этот путь неудержимо и пессимистично приводит к результатам, описываемым языком физики и химии. Но расчленение чего бы то ни было не может быть, конечно, самоцелью, и в неорганических науках (геология, механика, гидродинамика) это, по-видимому, не упускается из виду.

В расчленяющей биологии, наоборот, равновесие, по-видимому, утрачено, т. е. расчленение в основном приближается к самоцели.

Но расчленение есть перенесение наших, материальных и умственных, приемов наблюдения с одного уровня на нижележащий следующий, и его единственной целью может быть лишь надежда, что представления, которыми мы формулируем наши наблюдения на низшем уровне, изменят, упростят (и этим приблизят к нашему пониманию) представления, создавшиеся из наших наблюдений на вышестоящем. Операция расчленения имеет, другими словами, смысл лишь в том случае, если умственный ресинтез изменит те представления, в пределах вышестоящего уровня, которые создались до него.

В современной биологии тенденция в направлении ресинтеза крайне слаба или скорее отсутствует, и если мы сказали, что чистое размышление приводит нас к тому, что мы видим новое в уже известном, то мы имеем в виду именно задачу рационального ресинтеза, попыткой которого и является теория поля, содержание которой в наиболее общей форме можно сформулировать понятиями инварианты и сопряженности.

Из принципа сопряженности вытекает непосредствен-

но лишь неудержимость жизненного цикла, но не его специфика, и вполне естественно возникают сомнения. можно ли придавать здесь существенное значение специфике инварианты, заключающейся согласно определению лишь в параметрах анизотропий поля? Не является ли решающей специфика «данного», т. е. тех, не имеющих начала процессов жизненного цикла, некоторые параметры которых определяются полем? Другими словами, в какой мере упрощаются нашей концепцией представления о преформационном ядре, конечно, одинаково неизбежном при любой концепции?

Ни одно из могущих быть высказанными здесь соображений не может, конечно, претендовать на объективную убедительность.

Но во всех умозрительных построениях, выходящих за пределы наблюдаемого, субъективный элемент играет несомненно существенную роль, не всегда достигающую в должной мере до сознания.

Путь анализа при этом совершенно независим от выяснения новых фактов, т. е. от дальнейших целеустремленных наблюдений. Его можно охарактеризовать, скорее, как «аргументацию», основанную на ряде последовательных дедукций, допускающую даже отсутствие завершающей ее ход индукции.

Как же можно охарактеризовать то, к чему привела в конечном итоге наша аргументация?

Есть ли это гипотеза, могущая найти в дальнейшем подтверждение или быть опровергнутой?

Вопрос может показаться странным, так как высказывания, основанные на эмпирии, попадают лишь под одну из двух категорий — факты или доступные проверке гипотезы.

Но наша, преимущественно умозрительная, конструкция не попадает ни под одну из этих категорий. Сам термин «поле» и связанные с ним представления заимствованы из физики, и поэтому можно, вероятно, утверждать, что ими вовсе не создана новая категория умозрительных конструкций.

Но перед нами лишь очень отдаленная аналогия, ограничивающаяся некоторой общностью логической структуры. Но и в ходе мыслей, приведших к возникновению идеи поля в физике и биологии, и в дальнейших судьбах этого понятия здесь и там расхождения так глубоки, что вряд ли их сопоставление было бы обоснованно и плодотворно.

Понятие «поля» в физике создано, если можно так выразиться, в противовес не постижимому «действию на расстоянии».

Так как законы «действия на расстоянии» были до этого уже выяснены и частью облечены в количественную форму, они могли быть выражены и на языке поля, и их дальнейшая количественная, математическая разработка могла рассматриваться как расширение знаний о поле.

Идея биологического поля не возникла в противовесным, нетерпимым по тем или иным причинам, формулировкам эмпирических данных.

Консервативность не была вовсе стоящей на очереди проблемой, так как представлялась само собой разумеющейся, инварианта же, за исключением Дриша, удовольствовавшегося, однако, формулировкой принципа (вернее, постулата), без дальнейшей работы над ним, облеклась в общепринятое учение о генах.

Вводя представление об инварианте, мы близки к концепции Дриша, но оказываемся перед *tabula rasa* в смысле определения ее свойств, и не может быть, конечно, и речи о каких-либо установленных эмпирических законах, которые мы могли бы перенести на создаваемое нами понятие.

Скорее наоборот. За исключением самого постулата существования инварианта, против которого вряд ли возможны разумные возражения, ее специальный, приданный нами облик на первый взгляд произволен.

Но в действительности это, конечно, не так. Если вообще возникает вопрос о связи инварианта не только с живой системой, взятой лишь как целое, но с ее определенными элементами, выбор биолога неминуемо падает на хроматин, независимо от того или иного характера его общих концепций.

Под сомнение может быть поставлена лишь сама мысль о парцелировании инварианта и придании инварианте свойств принципа «действия». В нашей концепции и постулате Дриша нет, однако, противоречий. Они являются лишь разными ступенями научной абстракции: мы стремимся к формулировке «работающего» принципа, Дриш — к натурфилософской концепции.

Говоря о работающем принципе, мы сознаем, однако, ограниченность сферы его применения как орудия анализа конкретных проблем.

Значение идеи поля мы видим в возможности некото-

рого объединения жизненных проявлений путем создания для каждого из них модельных представлений, основанных на использовании единого для всех допущения. Но если поставить перед собой ребром вопрос о плодотворности этих модельных представлений, т. е. о возможности дальнейшей работы руководствуясь ими, возникают серьезные сомнения.

Некоторая положительная конкретная работа была нами проведена, но не «выжато» ли из концепции поля жизненных проявлений все, что она вообще может дать?

Достаточно однозначный ответ на этот вопрос в настоящее время невозможен, можно, вероятно, лишь указать на некоторые отдаленные проблески, частью возникшие в свете концепции поля и ждущие разрешения, в которых концепция поля может играть роль руководящего принципа.

Мы имеем в виду изучение взаимоотношений элементов, вытекающих из их взаимодействия, связанного с пространственными параметрами. Не следует упускать из виду примат формы в биологических проблемах.

ОСНОВЫ КОНЦЕПЦИИ КЛЕТОЧНОГО ПОЛЯ

ВВЕДЕНИЕ

В совокупности факторов, определяющих моментальное пространственное распределение молекул в клетках и межклеточных пространствах, имеет обычно решающее значение векторная слагаемая, величина которой в каждой точке есть функция от координат данной точки.

Векторная слагаемая есть проявление поля.

Выбор системы отсчета, конечно, произволен, но рационально будет руководиться при этом следующим соображением: в клетках обнаруживается «релятивизация» независимых по своему содержанию молекулярных процессов, т. е. превращение в одну упорядоченную систему. Естественно поэтому, что системой отсчета могут быть лишь какие-то основные оси системы. Если признать при этом поле неоднородным, эти оси будут паходиться в постоянном отношении к источнику (или источникам) поля.

Пространственные взаимоотношения молекул релятивизируются, таким образом, относительно источника поля. В это определение не вкладывается какое-либо дальнейшее содержание, т. е. принимается, что все дальнейшие последствия релятивизированных взаимоотношений вытекают из свойств самих молекулярных процессов.

В самом определении поля не предрепается также, какие именно (или все?) молекулярные процессы в живых системах им релятивизируются и как мыслится связь источника поля с теми или иными материальными частицами.

Единственное, что при этом необходимо принять во внимание, следующее.

Существование поля признается непрерывным, т. е. преумственным, несмотря на непрерывную систему материального состава живых систем, а следовательно, и тех, с которыми в данный момент, как предполагается, как-то связано существование поля.

Если позволено говорить о материальных «посителях» поля, необходимо признать, что в какой-то момент их замены в новой частице индуцируется свойство быть носителем поля, причем избежать противоречий можно лишь при допущении, что этот акт индукции совершается уже существующим полем.

В вопросе о связи источника поля с материальными частицами возможны лишь чисто формальные высказывания.

Необходимость допущения такой связи лишь для определенных классов (или даже для одного класса) молекул вытекает из признания неоднородности поля, т. е. наличия локализованного источника.

Сама идея поля возникает из необходимости признания пространственных взаимоотношений между молекулами, не вытекающих из их ближнедействия, но определяемых параметрами с определенными, не слишком сложными градиентами. Из этого уже вытекает, что район воздействия любого элементарного поля будет велик по сравнению с размерами молекулярных взаимодействий, или, что то же самое, что число молекул, с которыми связаны источники поля, незначительно по сравнению с их общим числом.

В вопросе о локализации источников поля мы можем исходить из следующих соображений.

Мы можем различить в клетках сингулярные и итеративные проявления. Последние являются простой суммой идентичных элементарных процессов, нередко протекающих одновременно на большей части (или даже всей) территории клетки.

Сингулярными мы можем называть проявления, охарактеризованные нерасчленяемыми, отнесенными к клетке как целому, параметрами. В их основе лежит совокупность различных по содержанию элементарных процессов¹.

Мы стоим перед альтернативой — принять зависимость от поля лишь сингулярных процессов, описываемых в координатах клетки, или и итеративных процессов, не являющихся, во всяком случае, однозначными функциями от их координат.

¹ Так, например, формирование секрета в многочисленных отдельных гранулах в клетке принадлежит к итеративным процессам, но изменения формы, митоз являются сингулярными процессами, в описании которых клетка фигурирует как целое.

Из определения векторного поля вытекает, что зависимость итеративных процессов от поля возможна лишь в том случае, если существуют дискретные элементарные источники полей, которые распределены в территории клетки на расстояниях, позволяющих пренебречь их взаимодействием, т. е. их незначительная интенсивность и крутой градиент ограничивают сферу их ощутимого воздействия на молекулы незначительным районом.

Но при локализованной скученности элементарных источников полей в одном клеточном районе возникает общее синтезированное поле, параметры которого определяются векторным сложением входящих в его состав элементарных полей. Мы принимаем в качестве основного допущения концепции поля, что элементарным полем является поле, возникающее в какой-то момент в месте формирования повой «частицы» хроматина в районе действия уже существующего синтезированного поля.

Этим самым мы связываем «источник» поля с хроматином. Понятие частицы хроматина остается при этом неопределенным, так как для введения термина «молекула хроматина» нет в настоящее время достаточных оснований.

Выбор хроматина в качестве единственного «носителя» поля, конечно, произволен, но диктуется рядом соображений, понятных каждому биологу. В особенности существенна его строгая преемственность на всех фазах жизненного цикла из поколения в поколение наряду с устойчивостью по сравнению со всеми остальными материальными составными частями живых систем (например, при усиленном голодании).

Вполне естественно отождествить рассеянные элементарные поля, контролирующие итеративные процессы, с цитохроматином, синтезированное же поле клетки (контролирующее сингулярные процессы) — с хроматином ядра. В последнем случае параметры поля определяются, конечно, не только количеством и, как мы увидим дальше, интенсивностью метаболизма хроматина, но и топографическим распределением его частиц.

Из данного нами определения поля вытекает, что им совершается работа против неупорядоченного статистического распределения молекул.

О распределении и локализации потенциальной энергии клеток мы можем делать только более или менее обоснованные предположения. В связи с этим стоят и те гипотетические представления, которые возможны о

характере клеточного поля, т. е. о возможности его аналогии с полями, используемыми в физике.

Мы остановились на локализации поля в хроматине, не предпреляя пока ничего в дальнейшем. Перед нами всплывает теперь вопрос.

Так как источником потенциальной энергии поля может быть лишь метаболизм клетки, распределяющийся, конечно, повсеместно, но топографически неравномерно, рационально ли представить себе накопление и концентрацию в хроматине значительной части всей освобождающейся в клетке энергии, подобно тому как работа трения переходит (передается) в виде потенциальной энергии (зарядов) на изолированный кондуктор, становящийся этим самым «источником» электростатического поля?

Не рациональнее ли будет представление, что полем утилизируются, так сказать на месте, отдельные кванты энергии, освобождающиеся при дискретных экзотермических молекулярных процессах?

Так как мы оставляем открытым вопрос о характере накапливаемой потенциальной энергии, исключение первой альтернативы невозможно, несмотря на ряд возникающих при этом трудностей. Поэтому представление о преимущественной локализации (или, точнее, связанности) потенциальной энергии системы в источнике поля — предположительно хроматина — допустимо. Логическая структура наших представлений о поле была бы в этом случае аналогична, например, электростатическому полю.

Однако основное возражение против этого представления возникает из факта так называемого «деградационного» излучения.

Ряд наблюдений показывает с достаточной степенью достоверности, что деградационное излучение возникает при нарушении нормальных, очень лабильных состояний именно в пределах клеточных тел, но не ядер. Но излучение ультрафиолетовых фотонов однозначно указывает на очень высокий потенциал нарушаемых при вызывании деградационного излучения состояний, возможных лишь при значительной кумуляции энергии, выделяемой при элементарных химических актах. При этих обстоятельствах ставится очень маловероятным предположение о кумуляции потенциальной энергии именно в ядре, как бы в противовес протоплазме. Мы будем придерживаться поэтому в наших дальнейших построениях второй альтернативы, сформулировав ее следующим образом.

Работа против статистического распределения молекул или равновесного состояния молекулярных комплексов совершается за счет потенциальной энергии самих молекул (молекулярных комплексов), т. е. потенциальная энергия используется на месте ее накопления. Значительная часть энергии переходит при этом в кинетическую, причем поле сообщает ей направляющую слагаемую.

Реализацию такого акта мы можем представить себе различными способами.

Допустим, например (что соответствует, по-видимому, общепринятым представлениям), что белковые молекулы в плазме связаны с углеводами, являющимися основным источником экзотермических слагаемых метаболизма. При окислительном расщеплении углеводной слагаемой такого комплекса часть освобождающейся энергии (порядка пары десятков ккал/моль), поглощенной молекулой белка, переходит в направленную кинетическую. Направление продвижения белковой молекулы определяется в той или иной мере вектором поля в данной точке².

Это представление применимо, однако, лишь к молекулам, принадлежащим жидкой фазе, близкой к понятию раствора. Если речь идет о крупных устойчивых молекулярных комплексах, хотя бы и субмикроскопических порядков (так называемых структурах), воздействие поля должно быть существенно иным, уже не чисто кинезирующим.

Квант энергии от экзотермического молекулярного процесса, поглощенной одной из групп, входящих в состав комплекса (например, мономером — аминокислотным остатком), может распределиться во всем комплексе, являющемся, в известной степени, общим энергетическим уровнем, или, оставаясь сконцентрированным в непосредственно возбужденной группе, переходить под воздействием поля частично в направленную кинетическую. Но ввиду того, что группа предполагается при этом связанной с большим устойчивым и сравнительно мало подвижным комплексом, сообщенная ей кинетическая энергия может привести лишь к ее смещению, т. е. некоторой деформации ее связей. Другими словами, крупные молекулярные комплексы претерпевают в кинезирующем поле деформацию в своих различных составных частях или лишь в определенных участках (в том слу-

² Продукты расщепления углеводов получают, конечно, при этом ускорение в противоположном направлении.

чае, если поглощенная в любом участке энергия перераспределяется внутри комплекса и концентрируется в определенной группе).

Необходимо связать себя определенной формулировкой понятия интенсивности поля.

Мы примем, что интенсивность поля в данной точке определяется выражением nE_{κ}/E_{ν} , где n — коэффициент, E_{κ} — направленная кинетическая, E_{ν} — общая энергия возбуждения, сообщенная находящейся в данной точке частице.

Выражение отношения E_{κ}/E_{ν} имеет максимум всегда меньший 1.

Можно сформулировать интенсивность поля как степень использования общей энергии возбуждения в качестве направленной кинетической.

Наша формулировка основного свойства биологического поля не представляет по своему содержанию никаких аналогий с известными в физике полями (хотя, конечно, и не противоречит им). Не имеет поэтому особого смысла, или, по крайней мере, необязательно, связывая себя определенными представлениями о законах градиента поля, руководствоваться, например, формулой обратной квадратической зависимости от расстояния. Разумно будет приять, что интенсивность поля есть какая-то убывающая функция (f) от r , предоставив ее более точное определение эмпирическим данным, причем ее нарастание, реципрокное r , имеет предел, т. е. максимум, обусловленный возможной вообще энергией возбуждения и в частности значением E_{κ}/E_{ν} .

Само понятие поля несовместимо с очерченностью его границ. Признав поэтому существование векторного клеточного поля, мы не ограничиваем его пределами клетки и, исходя из наличия его неопределимого пока градиента, распространяем его действие и на внеклеточные пространства, следовательно и на соседние клетки. Поэтому в пределах клеточных скоплений или комплексов собственное клеточное поле является, строго говоря, абстракцией, так как к любой точке комплекса (будь это в пределах клеток или в межклеточных пространствах) прилагаются равнодействующие векторов, принадлежащих всем клеткам комплекса. Структура такого синтезированного поля, которое мы будем называть актуальным, т. е. направление и крутизна градиентов в его различных участках, может быть, как легко понять, неограниченно разнообразна.

Толкование физического смысла результирующей при векторном сложении в одной точке нескольких векторов может оказаться в различных случаях неодинаковым.

Если речь идет о сложении двух равных и противоположных, приложенных к данной точке сил, результирующая будет равна нулю, т. е. отсутствию силы в данной точке. Но если нулевая точка соответствует месту приложения равных и противоположных векторов, двух обладающих градиентами полей, то ее физический смысл будет существенно иным.

Если продвижение материальной частицы, совпадающей по положению с «нулевой» точкой, будет зависеть от обоих полей, то выходу ее из положения нулевой точки по направлению того или иного вектора будет оказываться сопротивление. Частица, выражаясь образно, будет как бы закреплена в нулевой точке, и так как переход энергии возбуждения в кинетическую становится невозможным, то она переходит при этом в потенциальную.

Поле ядра есть векторная сумма значительного числа «элементарных» полей частиц хроматина, носящих характер вспышек, соответствующих какому-то этапу синтеза частицы хроматина. Ввиду этого возникает вопрос, можно ли рассматривать источник ядерного поля как «точечный»?

Если речь идет об очень большом числе статистически распределенных в шаре элементарных полей и (f) имеет форму k/r^2 , то, как известно, источник рассматривается как точечный и совпадающий с центром шара.

Но эти условия не входят в наши предположения, в особенности форма функции, имеющая, как мы видели, максимум. Нет также основания принимать в общей форме очень большое число одновременных вспышек. Мы будем поэтому рассматривать поле ядра на близких от него расстояниях (порядка его диаметра) не как точечный источник (см. дальше). Но на больших расстояниях, принимающих во внимание при расчете участие данной клетки в актуальном поле комплекса, можно исходить из допущения его точечности и, для простоты, из обычной квадратической обратной зависимости интенсивности от расстояния.

Легко показать, что если принять внутри ядра близко к поверхности ряд точек, являющихся местами одновременных «вспышек» элементарных полей, максимум интенсивности синтезированного поля (т. е. поля ядра как

целого) будет расположен вне ядра на некотором расстоянии от его поверхности и убывать, по крайней мере вначале, по закону, отличному от k/r^2 .

Так как элементарная вспышка возникает по нашему основному допущению в результате акта синтеза частицы хроматина (происходящего в уже существующем поле), то интенсивность синтезированного поля есть также функция от интенсивности метаболизма хроматина (понимая это выражение в самом общем смысле слова).

Обычными методами биохимии учитывается лишь восходящее и нисходящее колено кривой метаболизма. Но методом меченых атомов обнаружено, что неверно было бы представлять себе судьбу входящих в состав крупных молекул отдельных функциональных групп в виде простой двухколенной кривой. Большое значение принадлежит, несомненно, промежуточной фазе, которую можно обозначить символически как «осцилляторную». Этим имеется в виду, что некоторые этапы распада крупных комплексов легкообратимы и освободившиеся составные частицы легко снова вступают в синтез с теми же или с иными функциональными группами.

Мы не можем, поэтому, иметь суждение о действительной интенсивности метаболизма (включая и «осцилляторную» фазу) на основании одного лишь учета продуктов конечного расщепления, но имеет основание считать, что осцилляторная фаза в метаболизме хроматина довольно резко выражена и имеет место непрерывно, что должно отозваться на интенсивности поля. Основное допущение полевой концепции — возникновение «вспышки» элементарного поля на каком-то этапе синтеза частицы хроматина — на первый взгляд совершенно произвольно и может вызвать ряд сомнений в непротиворечивости необходимых предпосылок и неизбежных выводов.

Мы не будем подвергать сомнению саму мысль о локализации источника поля в хроматине, несмотря на то, что ее эмпирические подтверждения довольно скудны³. Но раз мы исходим из этого представления, то совершенно неизбежно и дальнейшее последствие: источники поля непрерывно исчезают и возникают в силу несомненного метаболизма хроматина. При этом, в соответствии с преобладанием восходящего или нисходящего колена метаболизма (т. е. синтеза или распада), число элементарных источников поля (т. е. его интенсивность) подверже-

³ Относится к хроматической фигуре.

но колебаниям. По трудности формулировки возникают в дальнейшем. «Вспышка» поля связывается с каким-то этапом синтеза, т. е. с чисто химическим актом, но возникает, согласно нашему основному допущению, если синтез совершается в уже существующем поле. Другими словами, в формирующейся в пределах поля частице хроматина как бы индуцируется свойство временного носителя поля. Из этого следует, что акт синтеза частицы хроматина вне живой системы не сопровождался бы «вспышкой» поля. Произвольность такого допущения бесспорна и диктуется соображениями, выходящими по своему значению и содержанию далеко за пределы непосредственно дискутируемого акта.

Это допущение, облачаемое нами в характер постулата, вытекает из убеждения, что поле в нашем понимании является основным и, быть может, единственным доступным нетавтологической формулировке, т. е. «работающим» принципом, отделяющим живое от неживого⁴.

Основным параметром поля, его инвариантой, является в нашем представлении его анизотропия. Анизотропия является постулатом, с необходимостью вытекающим из тех основных соображений, которые привели нас к самой концепции поля.

В основу специфичности организмов мы кладем релятивизацию стерических векторных параметров, протекающих в живых системах процессов созидательного содержания. Но релятивизация есть, согласно нашему основному определению, проявление поля. Если специфичны стерические параметры релятивизации, то должно быть, в какой-то мере, специфично и поле (подразумевается при этом, конечно, видовая специфичность). Выражение такой специфичности мы видим в его анизотропии.

Если мы принимаем, что градиент интенсивности поля в известных пределах $f(r)$, то анизотропия поля обозначает, что градиент убыли доли кинетической энергии как функции от r различен по различным направлениям и может быть выражен символически эллипсоидом (центр которого совпадает, например, с центром ядра).

⁴ Это положение может дать повод к недоразумению и должно быть поэтому пояснено: при попытках характеристики «живого» возникает, конечно, ряд формулируемых представлений — «целое», «психика» и т.д. Но они, в противоположность полю, недоступны не тавтологическому ограничительному определению и могут быть поэтому отнесены лишь к натурфилософским понятиям.

Отношение величин осей эллипсоида может, конечно, принять любое значение, из чего вытекает неограниченное разнообразие видовой специфичности поля.

Так как мы связываем элементарное поле с актом синтеза частиц хроматина, то необходимо, конечно, принять однозначную связь между какими-то стерическими параметрами частицы и осями анизотропии создаваемого ею поля. Необходимо также в дальнейшем допустить: актом индукции новой элементарной вспышки поля уже существующими в данный момент элементарными полями определяется и ориентировка осей анизотропии возникающего поля — параллельная уже существующим.

Необходимо сделать выводы относительно значения анизотропии элементарной вспышки.

Представим себе большой диаметр элементарной частицы хроматина порядка нескольких сот ангстрем (со значительной степенью асимметрии, порядка, например, $1/10$) и допустим, что эллипсоид анизотропии выражается отношением короткой и длинной осей, равным $1/3$. На тройном расстоянии от большой оси частицы хроматина пептидная цепь (молекула белка) порядка ангстрема длины будет соответствовать приблизительно четверти длины периферии поперечного сечения через центр. Другими словами, и сама кривизна поля, и дивергенция, и величина векторов в различных точках молекулы, находящейся под воздействием поля, будут настолько выражены, что молекула должна претерпевать резкую деформацию, параметры которой будут зависеть к тому же не только от расстояния молекулы от центра эллипсоида, но и от ориентировки пептидной цепи относительно осей эллипсоида. Приходится поэтому принять возникновение в области элементарного поля самых разнообразных вариантов его воздействия на идентичные сами по себе молекулы. Законно, конечно, принять, что не все возникающие варианты жизнеспособны или устойчивы.

Эти элементарные представления приобретут для нас большое значение в дальнейшем.

ЛОГИЧЕСКИЙ СМЫСЛ КОНЦЕПЦИИ ПОЛЯ

Если можно говорить вообще об основной задаче и цели биологии, то ее следует охарактеризовать, как нам кажется, как приближение к «пониманию» всего жизненного цикла организмов.

Явление «понято», т. е. стало очевидным, если его неизбежность выводится чисто дедуктивным путем из каких-то данных, не возбуждающих дальнейших вопросов, и создает в нас своеобразное чувство удовлетворенности, подобное нашему отношению к аксиомам, однако, не совпадающее с ним.

Аксиоматический оттенок в понимании реальных явлений включает в себе построение по схеме — «если..., то». Если дано — *М* —, то — *И* — очевидно. Но «данное» приобретает в различных науках различный смысл.

В математике «данное» совпадает с чистым определением, в физике оно выкристаллизовывается в результате достаточно убедительного опыта или, наоборот, имеет форму допущения, могущего оправдать себя в дальнейшем, т. е. приблизиться к достоверности эмпирическим путем.

Но возможность обладающих очевидностью построений — «если..., то» в биологии может быть подвергнута серьезным сомнениям.

«Если..., то» физики является всегда законной экстраполяцией на основании серии однотипных по содержанию и отличающихся лишь теми или иными параметрами наблюдений. Подобного рода серии наблюдений, а следовательно, и экстраполяции возможны в биологии лишь в редких случаях, и поэтому высказывания ограничиваются часто положением «это так», далеким от очевидности.

Вопрос об очевидности в биологии сводится, таким образом, к выяснению того, на что мы можем сослаться с достаточной достоверностью, как на «прошлое известное», т. е. как на прецедент.

Так как в современной биологии вообще не ставится задача единого рассмотрения жизненного цикла во всем его объеме, то сопоставления, необходимые для достижения понимания (очевидности), т. е. привлекаемые данные, очень различны в зависимости от стоящей на очереди частной проблемы.

Вряд ли можно усомниться, что для современной биологии данные, на которые можно сослаться для решения любых проблем, формулируются физико-химическими законами. Господствует, другими словами, глубокое убеждение, что различные цепи событий, приводящие к наблюдаемым жизненным проявлениям, сольются в отдаленном будущем лишь на уровне тех данных, с которыми оперируют и которыми довольствуются физика и химия.

Мы противопоставляем этому убеждению предположение, что это слияние произойдет на другом, более высоком или сложном, специфическом для жизненных проявлений уровне, т. е. что биология может обладать своими специфическими данными, сопоставимыми с данными физики и химии, но не вливающимися в них.

Теория поля есть попытка формулировки этого данного.

Об общем для всех описываемых событий «данном» могла бы быть с обычной точки зрения речь, если бы последним звеном, на котором мы останавливаемся, был вполне очерченный комплекс физических (химических) положений, из которых для каждой из цепей, ведущих от дискретных, паблюдаемых процессов, можно было бы построить соответствующую комбинацию.

В противоположность этому концепция поля исходит не из физических данных, но из физических возможностей.

Эти возможности обозначаются физическими терминами, и теория поля создает из них беспрецедентную, но не противоречащую основам физического мышления и опыта комбинацию, которая кладется в основу всех конструкций последовательности событий, приводящих к наблюдаемым, феноменологически независимым друг от друга процессам эмбриогенеза, и повторных (периодических и аperiodических) процессов, непрерывно протекающих на всем протяжении жизненного цикла.

Придавая понятию поля значение основного, специфического для живых систем «данного», и этим самым характер универсальности, сама концепция чужда, однако, представлению о том, что все совершающееся в живых системах однозначно определяется или хотя бы зависит от поля. Такое примитивное представление было бы равноценно пустой тавтологии.

Формулировка, приданная полю, наоборот, строго очерчена и ограничительна⁵.

Поле имеет, другими словами, значение нормирующей инварианты статистических параметров, протекающих в живых системах молекулярных процессов⁶.

⁵ Это следует подчеркнуть, чтобы избежать смешения с рядом современных попыток (Вейсс, Уоддингтон) использования введенного нами в биологию представления о поле, представляющих по существу бессодержательную декларацию.

⁶ Термин «нормирование» нуждается в пояснении. Если статистически однородное множество событий зависит от нескольких, независимых друг от друга и неограниченно меняющихся

АНАЛИЗ АКТУАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ

Общие соображения

Согласно определению, актуальное поле возникает во всех случаях, где речь может идти об оцутимом взаимодействии двух или многих источников поля. Можно говорить поэтому и об актуальном поле изолированной клетки там, где есть основания приписать ей более одного не элементарного источника поля.

Структура актуального поля в данной точке всего комплекса есть функция от нескольких переменных:

1) числа не слишком отдаленных от данной точки клеток, поля которых могут оказать заметное воздействие на формирование актуального поля, 2) их расположения, 3) интенсивности их полей. Все три параметра, конечно, переменны лишь в растущих организмах. Во взрослых может быть подвержен флуктуациям третий параметр — интенсивность клеточного поля, которая может колебаться в зависимости от общего метаболизма клетки и особенно метаболизма хроматина.

Необходимо проанализировать общие закономерности актуальных полей клеточных комплексов.

Наиболее существенным является следующий вопрос: в какой мере вектор актуального поля в каждой точке клеточного комплекса определяется всеми его клетками? Возьмем для начала сферическое, равномерное по густоте, свободное скопление клеток. Поле в любой точке, не совпадающей с центром, определяется следующим образом.

Если мы пересечем шар плоскостью, перпендикулярной к радиусу, проходящему через центр и данную точку, мы можем выделить мысленно два сегмента (например, a и a_1 или b и b_1), поля которых соответственно в точках 1_1 или 2_1 уравнивают друг друга. Но асимметрия поля в точке 1_1 будет создаваться остаточным отрезком шара A , а в точке 2_1 — отрезком шара B . Легко убедиться, что нарастание вектора асим-

или флуктуирующих определителей, среди которых хотя бы один был общим для всех и неизменным, мы можем сказать, что оно «нормировано» в том смысле, что определенный вариант течения или результата событий обладает определенной вероятностью. Все налагаемые на пространственные взаимоотношения молекул ограничения носят, конечно, лишь характер нормировки, могущий, однако, приобрести любую степень строгости, т.е. приближаться, таким образом, асимптотически к вполне однозначной детерминации.

метрии (направленного центробежно) будет обусловлено одновременно и как нарастанием объема отрезка шара (A или B), т. е. числа несимметрично расположенных клеток, так и их приближением к точке 1_1 или 2_1 (в то время как точка 1_1 сдвинулась к 2_1 на одну единицу, точка 1 продвинулась до точки 2 на две единицы).

Таким образом, градиент (асимметрия) поля всего комплекса нарастает в центробежном направлении гораздо круче, чем это следует непосредственно из обратной квадратичной зависимости от расстояния от источника (рис. 1).

В результате мы можем сказать, что в крупных клеточных комплексах без заметного преобладания одного из их диаметров или в тех пределах, где можно мысленно очертить приблизительно шаровой участок, создается единое актуальное поле, векторы которого в каждой данной точке являются однозначной функцией от ее координат, отнесенных к комплексу как целому.

Существенно иное положение создается в обширных клеточных комплексах с резким преобладанием одного или двух диаметров, например в обширных пластах в несколько клеток толщиной.

Радиусы концентрических сфер вокруг каждой клетки так малы, что ими можно пренебречь, и репаящими являются описанные вокруг клетки лишь окружности. В то время как интенсивность поля каждой из входящих в их состав клеток обратно пропорциональна квадрату расстояния, число клеток окружности возрастает лишь пропорционально первой степени радиуса. В результате действие клеток любой окружности (или ее отрезка), описанной вокруг данной клетки, падает обратно пропорционально расстоянию, в то время как в сферических участках оно независимо от радиуса сферы⁷.

Вокруг значительного числа точек плоского комплекса можно очертить окружность, в пределах которой поля входящих в ее состав клеток компенсируют друг друга, т. е. создается строго стабилизирующее поле.

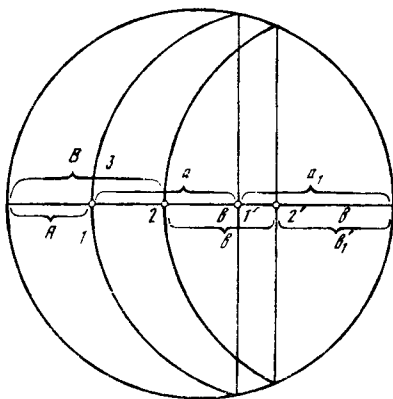
Другими словами, поле в данной точке такого комплекса не есть функция от ее координат относительно целого, в большей части клеточного пласта мы находим идентичные в смысле актуального поля условия. Если в той или иной точке актуальное поле отклоняется от

⁷ Так как возрастание числа клеток, принадлежащих сфере, пропорционально квадрату радиуса, оно компенсирует падение интенсивности, обратно пропорциональное квадрату радиуса,

нуля, то это обуславливается взаимодействием лишь ближайших клеток или, как будет показано в дальнейшем, кривизной (изгибами) пласта. В сокращенной форме можно подвести итоги нашего анализа следующими словами:

— мы должны различать в актуальных полях крупных клеточных комплексов макро- и микроструктуры. Первые, в полной гармонии с обычным определением

Рис. 1. Актуальное поле сферического скопления клеток (объяснение в тексте)



поля, являются в каждой точке функцией от ее координат относительно комплекса как целого. Микроструктуры же независимы от положения данной точки в целом и определяются условиями ближайшего окружения данной точки, могущего воспроизводиться (или варьировать) любое число раз в любом участке.

Клеточные комплексы, конфигурация которых не выражено асимметрична, обладают и макро- и микроструктурой актуального поля. В комплексах с резко выраженной асимметрией микроструктуры приобретают значение лишь при значительных искривлениях пласта.

Микроструктуры актуальных полей

Микроструктуры создаются, согласно определению, ближайшими к рассматриваемой точке клеточными полями. Для нас представляют главный интерес микроструктуры актуального поля в пределах соответствующих размерам клеток, т. е. возможные вообще варианты актуальных клеточных полей.

Важнейшим подразделением можно счесть две категории — симметричные и асимметричные поля. Первые мо-

гут обладать нулевой точкой. Но симметрия возможна, конечно, и без нулевой точки. При резком повышении интенсивности и заостренной направленности поле одной клетки может создать в соседней с ней симметрично актуальное поле (обычно, однако, с нулевой точкой). Мы имеем основание принять, что такая интенсивность и направленность поля возникают в клетке при митозе. В общей же форме симметричное поле в клетке возникает лишь при симметричном по отношению к ней расположении двух или нескольких соседних с ней клеток, притом в случае хотя бы приблизительного совпадения их полей по интенсивности и направленности осей аннотропии.

Возникновение симметричных полей в двух или нескольких соседних клетках возможно лишь в геометрически правильных клеточных комплексах. При этом возможны два варианта: симметричные и идентичные поля во всех клетках или чередование двух симметричных, но не идентичных полей⁸.

Значительно больший интерес представляет возможность возникновения периодичности повторяющихся, но не смежных симметричных полей⁹. Возможность такого пространственного распределения вытекает из простых соображений.

Представим себе два клеточных пласта, состоящих каждый из идентичных между собой, но различных по размерам в обоих пластах клеток. Симметричное поле в клетках пласта —А— может быть создано полями клеток пласта —В— лишь с известными периодами, величина которых зависит от общего кратного поперечников клеток обоих пластов (рис. 2).

Строгая периодичность в возникновении симметричных актуальных полей возможна, конечно, лишь при известной степени закономерности пространственного распределения и существенной идентичности остальных параметров клеток. Но некоторая приближенная пространственная закономерность в распределении сим-

⁸ Так, например, клеточный слой из шестигранных клеток может создать идентичные симметричные поля во всех клетках такого же типа соседнего пласта и два типа (А и В) симметричных полей. Интерес представляет, конечно, лишь последний вариант.

⁹ Например, для анализа проблемы специфической детерминации клеток, т. е. резкого обособления отдельных клеток или небольших клеточных групп среди больших комплексов, по-видимому, эквипотенциальных с ними элементов.

метричных полей возможна и в комплексах с лишь статистически равномерным распределением равноценных элементов.

Симметрические поля

Для возможного упрощения наших схематических построений мы будем пренебрегать в дальнейшем анизотропией клеточных полей, локализуя точечный источник в центре клетки.

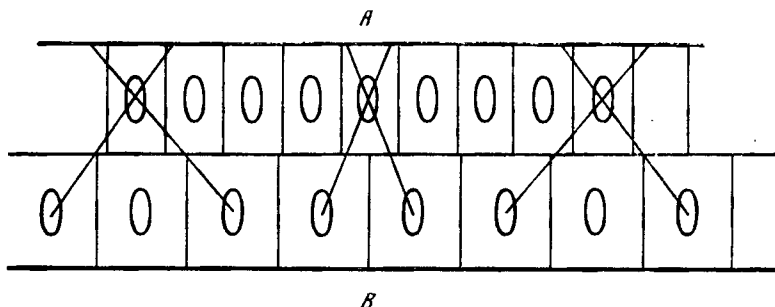


Рис. 2. Периодичности в актуальном поле клеточного пласта (объяснение в тексте)

Симметрия актуального поля в клетке может возникнуть поэтому лишь в том случае, если результирующий от внешних полей вектор совпадает по направлению с одним из радиусов собственного поля клетки, т. е. прямо противоположен по направлению одному из собственных векторов клетки.

При этом вероятно, но не обязательно возникновение внутри клетки нулевой точки, причем возможны два случая ее отсутствия. При очень слабом воздействии извне она может расположиться вне клетки, если же результирующий вектор внешних полей превосходит максимальное значение вектора собственного поля клетки, актуальное поле клетки приобретает характер однонаправленности (униполярности) с нарастанием в дистальном направлении от индуцирующих актуальное поле клеток¹⁰.

Возможно также и возникновение нескольких нуле-

¹⁰ Таково будет, например, положение в периферических зонах симметричных комплексов, где краевые клетки подвергаются одностороннему воздействию очень большого числа клеток.

вых точек актуального поля клетки в случае всестороннего симметричного окружения данной клетки другими.

Если клетки, входящие в состав комплекса, не меняют своего взаимного расположения и совокупность их жизненных процессов флуктуирует вокруг общих для всех них параметров, симметрия клеточного поля может оставаться в течение некоторого времени устойчивой, и эта устойчивость может оказаться, как мы увидим в дальнейшем, очень существенной.

Если актуальное поле клетки образует нулевую точку, то она входит в состав особой зоны поля, которую можно обозначить как «зону сгущения» по обе стороны «критической поверхности», определяемой тем, что результирующие векторы актуального поля к ней касательны. В точках, расположенных проксимально и дистально от критической поверхности, векторы направлены наклонно к ней (рис. 3).

Значение нулевой точки и зоны сгущения выяснится в дальнейшем. Вопрос об асимметричных полях будет рассматриваться ниже.

Актуальное поле в пределах клетки определяет, согласно основному положению, «поведение» ее возбужденных молекул (предположительно пока лишь белковых). Под поведением мы понимаем, во-первых, их продвижение по направлению вектора поля в данной точке со скоростью, пропорциональной величине вектора, и, во-вторых, возможные изменения их конфигурации — деформацию как результат продвижения отдельных участков крупных молекул с различной скоростью и в не вполне совпадающих направлениях.

Исходя из этих допущений (деформации пептидных цепей), мы должны выяснить вопрос о степени крутизны градиентов актуальных полей в пределах клеток. Их реальная конструкция, конечно, невыполнима из-за неопределенности и сложности предпосылок. Но общее представление можно получить путем приближенного и упрощенного расчета актуального поля немногих источников равной интенсивности, расположенных в простых пространственных взаимоотношениях друг к другу. Для упрощения конструкции поля предполагаются изотропными.

[Пусть сначала даны три источника поля, расположенные на вершинах равностороннего треугольника (A , B , C , рис. 4). Рассчитаем относительные величины проекций на высоту BD векторов поля, исходящих от этих

Рис. 3. Схема образования зоны сгущения поля двух неравных изотропных источников

O_1 и O_2 — источники изотропных полей, интенсивности которых пропорциональны диаметрам окружностей. AB — средняя линия, по которой может проходить граница клеток с ядрами O_1 и O_2 . Дуга M_1M_2 — нулевая зона. В точке N равнодействующая векторов равна нулю, в прочих точках нулевой зоны равнодействующие направлены по касательным к дуге

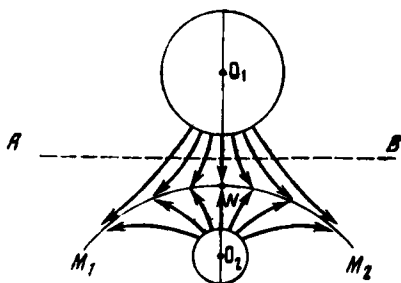
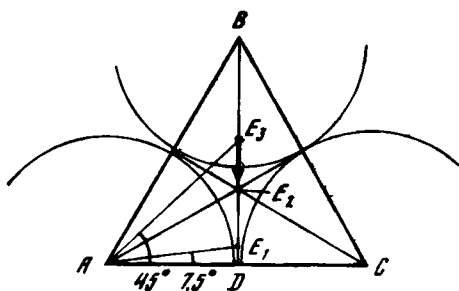


Рис. 4. Оценка актуального поля, возникающего в результате взаимодействия трех симметрично расположенных источников (вершины треугольника). Объяснение в тексте



источников в диапазонах значений угла CAE от $7,5^\circ$ ($\angle CAE_1$) до 45° ($\angle CAE_3$). Суммарный вектор от источников A и C в силу их симметрии направлен по высоте треугольника вверх. Его можно рассчитать по формуле

$$\bar{V}_A + \bar{V}_C = 2\bar{V}_A = 2k \frac{\sin \alpha}{AE^2} = 2k \frac{\sin \alpha}{AD^2} \cos^2 \alpha \quad (\alpha = \angle CAE).$$

От точки B вектор направлен вниз:

$$\bar{V}_B = k \frac{1}{BE^2} = k \frac{1}{(BD - DE)^2} = k \frac{1}{(AD \operatorname{tg} 60^\circ - AD \operatorname{tg} \alpha)^2}.$$

Примем $AD = 1$, $k = 100$. Полученные относительные величины и направления векторов представлены в табл. 1.

При избранной нами упрощенной конструкции в пределах каждой из трех соприкасающихся сферических клеток находятся лишь точки, которым примерно соответствует $\alpha \geq 36^\circ$. При этих допущениях структура актуальных полей внутри клеток достаточно монотонна и не от-

Таблица 1. Значения векторов поля вдоль прямой $ВД$ (рис. 4) от источников, расположенных в точках A , B и C

α , град	$\bar{V}_A$	$2\bar{V}_A$	$\bar{V}_B$	$\bar{V}_B - 2\bar{V}_A$
7,5	13	26	40	14
15	24	48	47	-1
22,5	33	66	58	-8
30	38	76	76	0
40	37	74	127	53
45	35	70	190	120

ражает тех ситуаций, которые возникают в клетках, входящих в состав более сложных комплексов¹¹.

Рассмотрим поэтому несколько более сложную конструкцию из шести клеток. На центральную клетку E действуют «снизу» поля четырех симметрично расположенных к ней под углами 60° клеток, а сверху — по-прежнему поле одной клетки. Суммарный вектор на клетку E «снизу» будет вдвое больше вектора от точек A и B из предыдущей задачи, а вектор «сверху» сохранит то же значение. В результате в диапазоне значений углов CAE от 45° до 35° (отрезок, заведомо укладывающийся в пределы центральной клетки) значения и направления суммарных векторов будут такими, как показано в табл. 2.

α , град	Разность векторов	Направление разности
45	50	«Вниз»
42	0	—
40	17	«Вверх»
35	55	«Вверх»

Эти расчеты дают возможность составить обоснованные представления о деформациях молекул в поле.

Возьмем радиус клетки равным $6\mu\text{М}$. При этом расстояние на медиане между точками, соответствующими 45° и 42° , равно $0,5\mu\text{М}$, разница соответственных векторов равна 50 единицам. Допустим, что в средней части этой области расположена вдоль радиуса пептидная цепь в $200\text{\AA}$ длины. Векторы, приложенные к ее концам, будут соотноситься при этом приближенно как 2 : 1. Если пептидная цепь продвинется своей серединой на $75\text{\AA}$, ее

¹¹ Нам кажется, что автор, стремясь к идеализации, чрезмерно обединил реальную картину: живые клетки практически никог-

проксимальный к ядру конец продвинется на 100А, дистальный — на 50А, что должно привести, конечно, к грубой деформации¹².

Мы видим, таким образом, на нашей упрощенной модели, что градиенты актуальных полей клеток, при их достаточной сплоченности, чрезвычайно круты. Достаточно крупные молекулы, продвигаясь в поле со скоростью, пропорциональной вектору актуального поля в данной точке, должны поэтому неминуемо претерпеть деформации различной степени и характера.

Актуальные поля, вестигии и принцип сопряженности

Из всего предшествующего вытекает, что мы рассматриваем клеточное поле как основную, специфическую (в видовом смысле) инварианту живых систем.

Но вместе с тем или, скорее, несмотря на это, из принципа поля выводится нестационарность жизненных проявлений, т. е. неустойчивость течения всего жизненного цикла.

Противоречие здесь только кажущееся, так как, как было указано выше, автономные (и по своей природе инвариантные) клеточные поля являются в многоклеточных организмах лишь абстракцией, реальными же являются лишь актуальные поля, не связанные с инвариантностью, наоборот, непрерывно эволюционирующие.

Действительно инвариантным является, согласно нашему основному определению, лишь элементарное поле, возникающее в виде вспышки при формировании частицы хроматина в районе уже существующего поля. Клеточное поле уже не абсолютно инвариантно, так как его интенсивность может флуктуировать в зависимости от интенсивности метаболизма хроматина и, при известных обстоятельствах, от пространственного распределения частиц хроматина.

Все же параметры актуальных полей являются функ-

да не бывают сферическими, а имеют отростки. Если допустить, в соответствии с реальной картиной, что, положим, верхняя клетка на рис. 4 имеет отросток, заполняющий пространство между двумя нижними, то в этом отростке, в соответствии с допущениями автора, возникнет весьма крутой градиент актуального поля, который может повлечь за собой важные биологические последствия.— *Примеч. отв. ред.*

¹² В действительности, абсолютные величины смещений нельзя оценить в рамках данной конструкции, не зная реальной величины коэффициента k .— *Примеч. отв. ред.*

цией от числа, распределения и интенсивностей полей формирующих их клеток и так как, по крайней мере в восходящем колене жизненного цикла, все эти определяющие факторы — число, распределение, ориентировки клеток — непрерывно эволюционируют, должно эволюционировать и актуальное поле.

Но если из наших основных допущений вытекает, что эволюция актуальных полей есть следствие нестационарности жизненных процессов, то в такой же мере имеет место, как можно показать, и обратное — нестационарность жизненных процессов есть следствие эволюции актуальных полей.

Мы обозначим такую взаимную зависимость эволюции жизненных процессов и актуального поля как проявление принципа сопряженности (символическое обозначение $\Delta\Pi \approx \Delta\mathcal{J}$).

Необходимо рассмотреть его несколько ближе.

Согласно основному допущению, стерические взаимоотношения молекул в значительной мере определяются моментальным состоянием поля и, следовательно, эволюционируют соответственно с ним. Но стерические взаимоотношения молекул (молекулярные констелляции, как мы будем обозначать их в дальнейшем) не могут быть нацело обратимыми или переходить без остатка в новую комбинацию. За время существования любой, неравновесной по существу молекулярной констелляции некоторый процент входящих в ее состав молекул образует истинные, устойчивые соединения. Воздействие поля, другими словами, не вполне обратимо, т. е. оставляет следы (вестигии).

Но изменения клеточной «конституции» могут повтяться, в свою очередь, в той или иной форме и на некоторые параметры клеточного поля¹³, хотя бы, например, на параметры, имеющие отношение к метаболизму хроматина и пространственному распределению его частей. Некоторая модификация клеточного поля повлечет за собой, конечно, и соответственные изменения стерических параметров молекулярных ассоциаций, включающих как обратимые молекулярные констелляции, так и необратимые, но способные эволюционировать вестигии.

Набросанная нами общая картина взаимоотношений (сопряженности) между полем и объектом его воздействия относится к упрощенному (строго говоря, фиктивно-

¹³ Взятого как целое, не на параметры элементарных полей,

му) примеру вполне автономной, как бы изолированной клетки. Те же взаимоотношения будут гораздо резче проявляться в тех реальных случаях, где клетка находится в актуальном поле, синтезированном из ее собственного и полей окружающих клеток. Но понятие вестигий приобретает здесь иное, несравненно большее значение. Система из нескольких клеток описывается, конечно, не только внутриклеточными параметрами, но и пространственными взаимоотношениями клеток.

Эти последние также определяются (как будет показано в дальнейшем) актуальным полем системы. В системе формируются, таким образом, вестигии, описываемые только в параметрах системы. Любое изменение актуального поля, например введение в систему новых клеток, имеет поэтому двойные последствия: во-первых, пространственное перемещение клеток, во-вторых, некий сдвиг внутриклеточных процессов, находящихся также, как уже выведено, под контролем актуального поля внутри клетки.

Но, как мы видели выше, сдвиг молекулярных процессов, как бы навязанный клетке измененным актуальным полем, отразится на некоторых параметрах собственного клеточного поля, являющегося слагаемой актуального поля, т. е. повлечет за собой и изменение актуального поля.

В результате изменение актуального поля ($P \rightarrow P_1$) повлечет за собой, благодаря реакции клеток, дальнейшее изменение ($P_1 \rightarrow P_2$), в свою очередь вызывающее новую реакцию клеток с теми же последствиями ($P_2 \rightarrow P_3$), и так далее.

Сопряженность эволюции жизненных процессов и поля ($\Delta P \approx \Delta J$) приводит, таким образом, в принципе к прогрессирующей неудержности жизненных проявлений, пределы которой диктуются возможностями модификаций молекулярных процессов как функции от модификаций параметров поля¹⁴.

¹⁴ Мы попытаемся несколько конкретизировать развитие здесь представления на примере — клеточном размножении в комплексе подвижных клеток, например в эмбриональной мезенхиме.

Зависимость продвижения отдельных клеток (т. е. их пространственного распределения) от их взаимного влияния (независимо от концентрации поля) вытекает с большой вероятностью из непосредственного наблюдения: происшедшие из деления клетки-сестры немедленно отдаляются друг от друга.

Но в применении принципа сопряженности к толкованию закономерности неударного хода жизненного цикла таится некоторая опасность.

В определение ЭП $\leftrightarrow$ ЭС (ЭС — эволюция в целом) не может быть включена однозначность эволюции системы, так как что вытекает из определения поля взаимодействие поля и субстрата распространяется лишь на некоторые их параметры. При этих условиях никогда нельзя исключить равновозможность различных $\Delta\P$ и ΔC за промежуток времени Δt , т. е. совместимость различных ΔC в одном определенном $\Delta\P$ (и наоборот).

Поэтому, несмотря на то что неударность и прогрессивность прохождения жизненного цикла вытекают без дальнейших допущений из принципа сопряженности, применимость этого принципа к толкованию закономерности цикла остается под вопросом в случае, если из основных положений концепции поля не вытекают ограничительные для независимых друг от друга флуктуаций $\Delta\P$ и ΔC условия.

ПРЕДЕЛЫ ОДНОЗНАЧНОСТИ В КОНЦЕПЦИИ ПОЛЯ

Мы видели, что сопряженность нестационарных процессов не гарантирует сама по себе однозначности их течения.

Можно, однако, сделав возможно исчерпывающие выводы из основной формулировки идеи поля, обнаружить ряд вытекающих из нее условий, существенно ограничивающих неоднозначность.

Из ряда соображений и наблюдений, которые будут изложены в дальнейшем, принимается, что наступление митоза определяется некоторой, сравнительно редко осуществляющейся конфигурацией актуального поля в данной клетке. Но, в свою очередь, совершившееся только что деление (т. е. возникновение новой клетки) влияет на структуру актуального поля, по крайней мере в ближайшем от нее соседстве, создавая новые возможности для формирования адекватной для деления структуры внутри одной из клеток актуального поля.

Такая сопряженность перестройки актуального поля и клеточного размножения обуславливает неударность клеточного размножения до тех пор, пока внутренние условия клетки, зависящие, но далеко не однозначно определяемые ее моментальным актуальным полем, будут совместимыми с возможностью митоза.

Ограничительные условия флуктуаций вестигий

Неоднозначность коренится в известной мере уже в самом определении действия поля на субстрат. Так как речь идет о воздействии на молекулярные процессы, закономерности могут быть, конечно, лишь статистического характера. При этом нет уверенности, что неизбежные флуктуации имеют непрерывный характер. Скорее наоборот, в той мере, в какой навязываемые полем геометрические параметры оказывают влияние на химические процессы, отклонения от статистически решающего результата посят, вероятно, характер дискретных, возможно, даже резко очерченных актов. Определение химических вестигий по господствующей средней статистической будет, конечно, лишь приближенным.

То же можно сказать и о флуктуациях молекулярных геометрических параметров.

Но вместе с тем необходимо принять во внимание, что различные, вообще возможные химические флуктуации будут обладать очень различной степенью вероятности и устойчивости.

Что касается геометрических вестигий, т. е. в сущности деформаций конфигураций молекулярных комплексов, то лишь некоторые из них окажутся равновесными, т. е. устойчивыми.

Другими словами, не всякие сдвиги вестигий, непосредственно вытекающие из флуктуаций актуального поля, возможны или стабильны.

Из этого положения следует, однако, важный вывод, значительно ограничивающий неопределенность сопряженного процесса: можно допустить, что далеко не все флуктуации параметров поля отражаются на эволюции вестигий, т. е., что решающими являются лишь его основные, статистически наиболее вероятные и длительные сдвиги.

Ограничительные условия эволюции вестигий выводятся таким образом из общих и общепринятых представлений о ходе и возможностях молекулярных процессов и состояний.

Положение в вопросе об эволюции и флуктуациях поля, конечно, существенно иное, так как основные положения, с которыми мы себя связали, оставляют много простора для выводов, не содержащих добавочных *ad hoc* допущений.

Мы должны рассмотреть этот вопрос с двух сторон.

Во-первых, выяснить, существуют ли ограничительные условия для флуктуаций собственно клеточного (предполагаемого изолированным) поля. Во-вторых, необходимо составить себе представление о границах возможных флуктуаций актуальных клеточных полей при их необратимой эволюции по ходу эмбриогенеза.

Единый источник поля в изолированной клетке

Мы обсудим здесь две возможности.

1. Флуктуации объема источника поля при сохранении его интенсивности (подразумевая под последней число одновременных элементарных «вспышек» на единицу объема).

Источники поля (глыбки хроматина, хромосомы) находятся в непрерывном состоянии «напряжения». При этом имеется в виду следующее.

Частицы хроматина, связанные друг с другом слабыми межмолекулярными силами, подвергаются «распирающим» импульсам со стороны непрерывно возникающих в различных местах «вспышек» элементарных полей, которые мы для простоты пока предполагаем распределенными статистически равномерно во всем объеме скопления хроматина¹⁵. При этом предполагается (основываясь, отчасти, на наблюдениях Е. И. Пухальской [22]), что частица хроматина, подвергнутая воздействию «вспышки» элементарного поля, перемещается по направлению вектора поля, преодолевая слабые межмолекулярные связи, если они не всесторонни.

Из этого вытекает, что некоторый процент поверхностных частиц хроматинового комплекса непрерывно отрывается от его состава. При нарастании объема хроматинового комплекса число прилегающих к поверхности частиц нарастает квадратично, число всех частиц комплекса — в третьей степени. При сохранении прежней интенсивности поля (т. е. процентного отношения одновременных вспышек к общему количеству частиц хроматина) общее поле комплекса на любую из поверхностных частиц возрастает и, следовательно, соответственно увеличится и число отрывающихся от комплекса частиц¹⁶.

¹⁵ При этом число одновременных вспышек предполагается небольшим по сравнению с числом хроматиновых молекул, т. е. имеется фактическая асимметрия воздействия актуального поля на данную частицу.

¹⁶ При этих соображениях не принимается во внимание деятельность расщепляющих хроматин ферментов.

Из этого следует, что для хроматиновых комплексов существует, при данной интенсивности поля, верхний предел их объема, или, что то же самое, что величина комплекса в направлении верхнего предела саморегулируется.

2. Флуктуации конфигурации хроматинового комплекса.

К основным положениям полевой конденции принадлежит допущение, что оси элементарных полей устанавливаются параллельно друг другу. Из этого вытекает, что, если элементарные поля влияют на ориентировку и передвижение частиц хроматина и противодействуют их слабым связям, в комплексе будет существовать преимущественная слагаемая в направлении большой оси анизотропии. Если это так, то существует определенное взаимоотношение между объемом данного хроматинового комплекса и отношением его короткой и длинной оси (при данной интенсивности поля).

Все эти соображения приводят к выводу, что объем и конфигурация скоплений хроматина в известной степени авторегулируются. Мы приходим, таким образом, к следующему общему выводу. Вестигии, приводящие к сдвигам метаболизма, не изменяют сколько-нибудь существенно параметры поля. В свою очередь, на эволюции вестигий отражаются лишь статистически наиболее вероятные и длительные сдвиги поля. Сопряженность в пределах изолированной клетки с одним источником поля не может быть значительной.

Взаимоотношения двух дискретных источников в пределах одной клетки

Для упрощения задачи мы оставим в стороне вопрос о возникновении внеядерных источников поля и примем условно, что они даны в каком-то определенном состоянии. Составляя представление об их взаимодействии, мы пока выключим вмешательство вестигий.

Из наблюдений над митозами мы знаем, что источники отталкиваются друг от друга, т. е. что хроматиновые комплексы с вкрапленными источниками увлекают их за собой.

Но эти данные относятся к взаимодействию на дальние расстояния, притом в таком топографическом расположении, при котором можно предположить малоотличные величины векторов воздействующего поля на все частицы подвергающегося воздействию комплекса.

В размерах клетки положение может стать существенно иным. Так, например, если один из источников поля (ядро) очень крупных размеров по сравнению со вторым (цетросомой), поле последнего на различные точки первого будет очень существенно различно. И обратно, поле ядра на цетросому (которая может быть принята пока за точечный источник) будет функцией не только от расстояния между обоими, но и от их взаимной ориентировки относительно осей их анизотропии.

В нашем примере с крупным и малым по размеру (но не по относительной интенсивности) источником второй может оказывать на первый по существу лишь деформирующее действие, первый же на второй — преимущественно чисто кинетическое. Возможны, однако, обстоятельства, при которых произойдет сближение двух источников. Для понимания этого следует исходить из принципа «отдачи».

Представим себе в поле белковую частицу — M — в комплексе с углеводной молекулой — K —, которая в данный момент вступила в экзотермическую реакцию, скажем, с кислородом. Согласно концепции поля, энергия возбуждения системы $M-K$ переходит в кинетическую. Если молекула — M — в поле проложит траекторию по направлению вектора поля, то будет иметь место соответственное продвижение молекулы $K+O$ (согласно закону сохранения движения системы) в обратном направлении.

Если в силу каких-либо условий интенсивность поля (или густота возбужденных молекул) резко различна по обе стороны от какой-либо частицы, она продвигается в силу этого в сторону меньшей интенсивности поля (или меньшего скопления возбужденных молекул). Такой частицей может быть, конечно, и источник поля, если в клетке существует актуальное поле, т. е. два или больше источников.

Представим себе теперь в клетке два источника поля очень неравной величины и интенсивности и больший источник — A — фактически неподвижным. Нулевая точка актуального поля (0) будет расположена при этих обстоятельствах вблизи от малого источника — B —, и интенсивность поля в отрезке $O-P$ очень мала. У противоположной точки K источника — B — интенсивность его поля будет складываться из его собственного вектора и направленного в ту же сторону вектора от источника — A —, т. е. будет больше, чем в точке B (рис. 5).

Ввиду этого обратное воздействие на источник B (отдача) будет значительнее в точке K , чем в точке P , что повлечет за собой продвижение источника B по направлению к A , несмотря на их взаимное отталкивание.

Само собой разумеется, что при этом предполагается, что густота возбужденных молекул в дистальном от B направлении не меньше, чем в промежутке между обоими источниками.

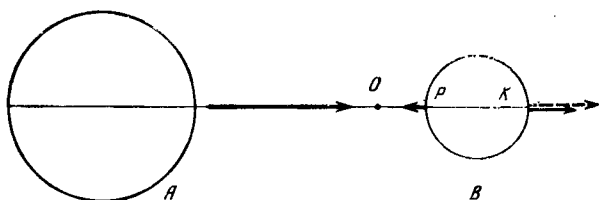


Рис. 5. Иллюстрация принципа отдачи (объяснение в тексте)

Необходимо разобрать теперь отношение между двумя источниками равного объема, конфигурации и интенсивности, расположенными друг относительно друга на расстоянии одного порядка с их диаметрами.

При этом векторы поля одного источника на обращенную к нему и от него половину второго будут уже резко различны. Но благодаря наличию нулевой точки между источниками и стабилизирующему характеру поля во всем промежутке между ними «отдача» с дистальной стороны источника будет превышать отдачу с проксимальной. Таким образом, при определенных величинах всех параметров сближение обоих источников, являющееся последствием «отдач», и расхождение в результате взаимного отталкивания могут взаимно компенсироваться. Но если компенсация возможна при данном расстоянии источников или данной интенсивности их полей, то она будет, конечно, нарушена при изменении этих параметров.

Наибольший интерес представляет увеличение объемов таких источников с пропорциональным (или превышающим пропорциональность) увеличением числа элементарных источников, т. е. усилением полей.

Если при сохраненном расстоянии нарастают объемы источников и интенсивности полей, существовавшая до сих пор компенсация векторов полей и «отдач» на источники поля нарушается следующими моментами.

1. Разность между векторами поля одного источника на проксимальную и дистальную сторону другого возрастет. Поэтому отталкивающее действие вектора на проксимальную сторону не будет больше уравновешено нарастанием эффекта «отдачи» на дистальную сторону, слагаемого из воздействия собственного поля и из вектора второго источника.

Но особенное значение может приобрести измененное взаимоотношение «отдачи» с проксимальной и дистальной стороны каждого из источников.

В то время как в системе из двух резко отличных по величине источников нулевая точка будет расположена очень близко к меньшему из них, и поэтому «отдача» в проксимальном направлении будет минимальна, в случае равных источников отдача от проксимальной и дистальной сторон каждого из источников будет отличаться сравнительно незначительно и соответственно падает и значение эффекта отдачи.

Из сказанного вытекает, что если при известных величинах равных источников и интенсивности их полей существует уравновешенность при определенном их расстоянии, то при нарастании объема источников и соответственно интенсивности их полей уравновешенность будет нарушена в смысле их расхождения.

Эти схемы и соображения применимы, конечно, к поведению центриолей вне митоза (стационарное состояние) и их расхождению с нарастанием объема в профазах.

Из рассмотренных взаимоотношений можно вывести и некоторые представления о взаимодействии источников в пределах клетки при локальных процессах, могущих повлиять непосредственно лишь на один из них.

Вопрос можно поставить следующим образом.

Должно ли отразиться изменение некоторых параметров одного источника на параметрах другого, помимо его перемещения, вытекающего из предыдущих соображений?

В более общей форме можно поставить вопрос о поведении источника поля в качестве объекта воздействия другого источника поля. Вопрос этот принципиальной важности: действительно, концепция поля утратила бы всякий смысл и значение, если бы в само представление не вкладывалась бы простота его структуры (его формулы) не только в случае изолированного источника, но даже и актуального поля.

Но такая простота и обозримость мыслима лишь для

поля вне ядра. Можно ли найти обобщающее, легко observable выражение для градиентов поля в пределах ядра, остается под вопросом.

Особые затруднения доставляют малоисследованные процессы реконструкции ядра по истечении телофазы. Поведение хромосом на всем протяжении митоза, начиная с самых ранних спирем, вытекает полностью из представлений о взаимном отталкивании хромосом (распределении их исключительно под ядерной оболочкой и пустотой полости). Это имеет силу и для хромосом до поздних, различимых еще стадий телофаз. Но совершенно неясно, почему в дальнейшем хроматин располагается неправильными глыбами и в полости ядра. Нацело отрицать этот факт, исходя из наличия артефактов, было бы, конечно, неразумно. Но если нельзя выделить определенную закономерность в распределении хроматина, то невозможна и определенная формулировка характера поля внутри ядра. Поэтому, если вообще задаться целью сформулировать воздействие изменившегося актуального поля на внутриядерное поле, распределение хроматина в последнем нужно рассматривать в общей форме как чисто статистическое.

Приходится поэтому ограничиться представлением, что поле источника под влиянием поля соседнего источника приобретает некоторый градиент с максимумом в дистальном (от промежутка между источниками) направлении.

Из этого вытекает, что полярность актуального поля в клетке с двумя источниками выражена значительно более резко, чем можно было бы заключить на основании чисто геометрического построения.

НЕРАВНОВЕСНЫЕ МОЛЕКУЛЯРНЫЕ КОНСТЕЛЛЯЦИИ

Основное положение теории поля, согласно которому некоторая часть энергии возбуждения молекул переходит в поле в направленную кинетическую, приводит к двум последствиям.

Во-первых, по крайней мере, некоторые категории свободных молекул отклоняются в живых системах в своем пространственном распределении от чисто статистического, т. е., другими словами, в живых системах необходимо признать некоторую степень молекулярной упорядоченности и не связанных друг с другом элементов.

Во-вторых, и это имеет, быть может, не меньшее значение, в поле подвергаются деформации крупные и сравнительно менее подвижные молекулярные комплексы, отдельные звенья которых (например, мономеры) находятся на высоких энергетических уровнях.

Если такой комплекс, например длинная молекулярная цепь, обладает свойствами общего энергетического уровня, то при более или менее равномерном распределении энергии возбуждения можно допустить, что деформация заменяется определенной ориентировкой всей цепи.

Ряд экспериментальных данных, давших толчок к формулировке теории клеточного поля в ее настоящем виде, привел к представлению о неравновесных молекулярных констелляциях как типу более выраженной упорядоченности, влекущей за собой известные взаимодействия между входящими в их состав молекулами, о чем более подробно будет еще речь впереди.

Неравновесность вытекает из самого определения констелляций (т. е. упорядоченности), так как на поддержание упорядоченности, противодействующей статистическому распределению свободных молекул, затрачивается энергия.

Обоснование самого понятия неравновесных констелляций в его общей форме представляется довольно прочным, если принять во внимание явления деградиационного излучения. Необходима, однако, проверка правильности всех возникающих из основного положения выводов. Здесь всегда возможно вскрытие внутренних противоречий, крайне осложняющих или могущих даже побудить отбросить заманчивое и плодотворное на первый взгляд построение.

Нельзя, однако, от себя скрыть, что количественные расчеты могут носить лишь крайне схематический и приближенный характер и действительно строгое или приближающееся к строгости обоснование представлений о НК на их основании невозможно.

Перед нами, прежде всего, возникает следующий вопрос.

Возможно ли, исходя из чисто энергетических соображений и данных метаболизма, принять, что более или менее синхронно возбуждается достаточное для формирования НК (неравновесных молекулярных констелляций) число близких друг к другу молекул?

Однозначный ответ затруднен, главным образом, полным отсутствием данных о количественных соотноше-

ниях между свободными и связанными в комплексы (структуры) молекулами.

Вернее, ответ на такой вопрос в общей форме невозможен, так как в зависимости от той или иной категории клеток это отношение будет очень различно.

Независимо от этого необходимо составить себе хотя бы самое общее представление о том, какая степень возбуждения (т. е. какой запас избыточной энергии) молекулы достаточна для ее участия в констелляции.

Для определения уровня степени возбуждения мы должны исходить от экзотермических процессов метаболизма, т. е. величины энергии, выделяемой при отдельных элементарных химических актах в живых системах.

На основании данных о метаболизме основных источников энергии в живых системах мы остановимся на средней величине освобождающихся квантов порядка максимум 20 ккал/моль, что равняется приблизительно $2 \cdot 10^{-12}$ эрг/молекула.

В качестве энергетического стандарта клетки мы используем данные по метаболизму дрожжевой клетки, сжигающей, согласно Куку и Эйлеру, в среднем 10^{10} молекул глюкозы в секунду. В дальнейшем мы перейдем, однако, к рассмотрению организма со значительно более низким метаболизмом.

Мы будем исходить из очень приближенной и уменьшенной величины, принимая, что из общей теплоты сгорания глюкозы клеткой используется 10^3 ккал/моль (полная теплота сгорания глюкозы около $2 \cdot 10^3$ ккал/моль).

Итак, $10^3 \cdot 10^{10} / 6 \cdot 10^{23} = 0,17 \cdot 10^{-10}$ ккал, или, округляя, $0,2 \cdot 10^{-10}$ ккал приходится на клетку в секунду.

Количество белковых молекул в дрожжевой клетке мы рассчитаем, исходя из следующих данных и допущений:

а) по отношению к объему клетки белковые молекулы составляют 10%;

б) молекулярная масса белковых молекул будет принята провизорно за $5 \cdot 10^4$ (величина эта, однако, совершенно произвольна, как и вообще вопрос, представлены ли в живых системах свободные белковые молекулы или белковые комплексы различных величин).

в) объем дрожжевой клетки 10^{13} (Å)³; общий объем, занимаемый белковыми молекулами, 10^{12} (Å)³;

г) объем молекулы белка, исходя из сферической формы и из данных о молекуле гликогена (где при молеку-

лярной массе 10^6 объем равен $3 \cdot 10^6$ ($\text{\AA}$)³, равен $1,5 \cdot 10^5$ ($\text{\AA}$)³.

Исходя из этих данных, мы примем число молекул белка в дрожжевой клетке $\approx 10^7$ (что, конечно, сильно завышено по сравнению с реальными соотношениями).

При этом, пока чисто схематически, приписывается равномерное, статистическое распределение белковых молекул и равная вероятность состояний возбуждения для всех молекул.

На одну молекулу белка приходится таким образом в 1 с: $0,2 \cdot 10^{-10} : 10^7 = 0,2 \cdot 10^{-17}$ ккал = 10^{-8} эрг.

Однако распад и окислительные процессы совершаются на многих последовательных этапах, из которых большинство освобождает энергию порядка 20 ккал/моль.

Мы можем себе поэтому представить, что общее количество энергии (см. уравнение (3)) распределяется тем или иным способом на малые кванты порядка 20 ккал/моль, т. е. порядка 10^{-22} ккал на молекулу, или $4 \cdot 10^{-12}$ эрг.

Таких импульсов каждая молекула будет получать, таким образом, в среднем 10^5 в с.

$4 \cdot 10^{-12}$ эрг = $4 \cdot 10^{-20}$ кг·метр, или $4 \cdot 10^{-17}$ г·м.

Абсолютный вес молекул белка с молекулярной массой в $5 \cdot 10^4$ можно приравнять величине $5 \cdot 10^{20}$ г.

Вычислим теперь кинетическую энергию в поле молекулы белка с избыточной энергией (энергией возбуждения) 20 ккал.

Допустим при этом, что половина этой энергии переходит в кинетическую, распределяющуюся, в свою очередь, поровну между молекулой белка и продуктом химического экзотермического акта.

Мы можем написать уравнение: 10^{-17} г·м = $= 5 \cdot 10^{-20} \cdot V^2/2$, откуда получаем $V = 20$ м/с.

Из принципа сохранения импульса (количества движения) вытекает необходимость следующего представления, которое мы уже ввели в разделе об актуальных полях.

Квант возбуждения, сообщаемый белковой молекуле А, является результатом элементарного экзотермического химического акта, например соединения связанной с пей углеводной компоненты —а— с кислородом.

Если молекула А получает импульс в направлении вектора поля, то а0 получает равный импульс с обратным знаком. Если молекула А с молекулярной массой $5 \cdot 10^4$ приобретает скорость 20 м/с. то молекула а0 — молекуляр-

ной массы порядка 10^3 приобретает скорость приблизительно 10^7 м/с, т. е. примерно в 3—4 раза больше средней скорости мелких молекул в растворах. Необходимо допустить, что кинетическая энергия молекулы a_0 путем повторных столкновений с подобными ей рассеется в тепловую.

Если правильно основное допущение теории поля о переходе значительной части ($\sim 1/2$) энергии возбуждения в кинетическую, то скорость направленного движения белковых молекул достигает, таким образом, десятков метров в секунду, в то время как их неупорядоченными тепловыми движениями можно пренебречь.

Существенное значение для дальнейшего имеет, однако, помимо скорости, средняя величина пробега. Она лимитируется числом столкновений данной молекулы с другими за промежуток времени 10^{-5} с (определяемой числом 10^5 квант на молекулу в секунду). Последствия этих столкновений могут быть следующие.

1. Столкновения с находящимися в неупорядоченном тепловом движении малыми молекулами (ионами электролитов и т. д.).

Примем их среднюю молекулярную массу равной 20 (абсолютный вес равным $0,2 \cdot 10^{-22}$ г), среднюю скорость порядка 200 м в с.

Кинетическая энергия $mV^2/2 = 0,2 \cdot 10^{-22} (2 \cdot 10^3)^2 / 2 = 0,4 \cdot 10^{-18}$ г·м.

Кинетическая энергия белковой молекулы молекулярной массы $5 \cdot 10^4$ и скорости 20 м в с равна $5 \cdot 10^{-20} \cdot 20^2$, или 10^{-17} г·м, т. е. $\sim$ в 100 раз больше первой.

Таким образом, максимальное отклонение траектории белковой молекулы (в случае одного столкновения под прямым углом к вектору поля) будет порядка нескольких секунд градуса, т. е. крайне незначительно.

Число таких столкновений можно приблизительно определить из следующих соображений.

Максимальный путь, который белковая молекула может проложить от центра до поверхности клетки, составляет 5 μ м, т. е. она при своем диаметре 100 $\text{\AA}$ оставит след в виде цилиндра емкостью в $7 \cdot 10^8 (\text{\AA})^3$, что составляет 10^{-19} л. Если принять даже, что среда представляет нормальный раствор мелких молекул, число молекул в этом цилиндре будет порядка $6 \cdot 10^4 - 6 \cdot 10^3$, таким образом, если молекула белка не встретится на своем пробеге с другими крупными молекулами или гранулами, ее упорядоченное движение будет во всяком случае нарушено где-

нибудь на пути к клеточной периферии, но до полного рассеяния кинетической энергии упорядоченного движения возбужденная белковая молекула может пройти путь в несколько микрои.

2. Число столкновений с другими идентичными белковыми молекулами не поддается учету, так как предполагается, что значительное большинство находится в одинаково направленном поступательном движении.

3. Важное и, должно быть, решающее значение в ограничении свободного пробега возбужденных молекул принадлежит, по-видимому, многочисленным образованиям микроскопического порядка, тем элементам, на которых наблюдается броуновское движение и токи протоплазмы.

При оценке последнего момента можно сделать следующие выводы.

При столкновении белковой молекулы со скоростью 20 м/с с гранулой порядка 1 мкм диаметра, т. е. с массой 10^6 белковых молекул, последней должна бы сообщаться скорость 3 м/с. При столкновении с пластидой (объемом порядка 10^{13} Å) сообщенная ей скорость могла бы иметь максимальное значение 10^{-8} м/с, т. е. 0,01 м/с.

Но если принять во внимание размер пластины (порядка 2 мкм диаметром) и белковой молекулы (сферической) порядка 20 Å в диаметре, то практически одновременно могли бы последовать 200 ударов на одну пластиду, что вызвало бы продвижение пластины со скоростью 20 м/с.

Эта величина вполне соответствует средней скорости пластид в растительных клетках при плазмменных токах.

Все приведенные до сих пор расчеты имели целью показать, что основной постулат теории поля — достаточная степень возбуждения белковых молекул, за счет которой возникает упорядоченность молекулярного движения, энергетически не встречает больших затруднений, по крайней мере для клеток с особенно интенсивным метаболизмом и определенной, но, во всяком случае, асимметричной конфигурацией.

Статистически здесь всегда будут реализованы случаи, где достаточное количество входящих в состав комплекса молекул будет находиться в состоянии возбуждения и, следовательно, в поле весь комплекс будет обладать некоторой степенью направленного движения. Вопрос о степени синхронизма возникновения отдельных элементар-

ных актов возбуждения теряет при этом в значительной степени свое значение, если принять, что отдельные, не строго синхронные акты возбуждения отдельных молекул как бы суммируются в смысле своего участия в продвижении агрегата как целого.

То же соображение применимо и к находящемуся в непосредственном соседстве с первым аналогичному агрегату. В среднем в любой момент оба агрегата получают $N \pm \Delta N$ квантов возбуждения и поэтому и сравнимые импульсы кинетического характера, что и явится достаточной предпосылкой рассматривать их как элементы ИМК, причем их направленное движение будет противодействовать эффектам броуновского движения.

Феномен деградационного излучения заставляет, однако, допустить, что такие сравнительно небольшие агрегаты не являются сами по себе общими энергетическими уровнями, но их непосредственное соседство в ИМК достаточно в последнем смысле. Существенным является, таким образом, требование, чтобы элемент констелляции мог объединить в себе энергию многих квантов, благодаря значению синхронизма отпадает.

Из наших предшествующих предположений вытекает, что, по крайней мере в принципе, понятие неравновесности может быть применено не только к ИМК, но охватывает более обширный класс явлений.

Мы имеем при этом в виду обширные архитектурные ансамбли белковых молекул, могущие обладать значительной степенью устойчивости, т. е. приближаться к понятию микроструктур.

Поглощение элементами таких ансамблей нескольких квантов энергии может привести в поле к разнообразным последствиям. Если в определенных молекулах ансамбля суммируется энергия до достаточно высокого потенциала, мы можем принять их продвижение или, по крайней мере, напряжение их связей с соседними молекулами. И в том и в другом случае ансамбли выводятся из равновесия, в первом случае - с деформацией конфигурации при этом.

Для оценки вероятности таких актов чисто статистические расчеты освобождающейся энергии метаболизма, числа молекул и т. п., конечно, совершенно неприменимы. Решающим фактором здесь может быть лишь локализация активных в ферментативном смысле белковых молекул и пространственное распределение поставляющих энергию молекул, например углеводов.

Приведенные до сих пор расчеты применимы к клеткам, метаболизм которых по своей интенсивности близок к дрожжевым клеткам.

Но для крупных, высоко дифференцированных организмов создается, конечно, совершенно иное положение. Поэтому возможность формирования НМК и возникновения неравновесного, деформированного состояния крупных молекулярных комплексов остается как будто под вопросом.

Однако феномен деградационного излучения обнаруживается у самых разнообразных тканей животных и растительных организмов (у последних исследованы лишь корешки). Следовательно, несмотря на значительно меньшую степень метаболизма, и здесь освобождаемая энергия накапливается до высокого потенциала. Для большинства тканевых элементов более правдоподобно, что на высоком потенциале (в неравновесном состоянии деформации) находятся крупные молекулярные комплексы (субмикроскопические структуры), но, например, при акте клеточного деления, где можно ожидать максимальной мобильности и разукрупненности крупных комплексов и непрерывной перестройки всех пространственных взаимоотношений, можно исходить из предположения, что преобладают неравновесные молекулярные констелляции.

Приближенный расчет числа митозов у человека (главный очаг — Либеркюповы крипты) дает число порядка 10^{11} в сутки. Если приравнять метаболизм клетки в митозе к дрожжевой клетке, на это количество митозов должно затрачиваться около 500 ккал при величине 2500 ккал общего суточного метаболизма человека. Мы можем поэтому с известным основанием рассматривать митоз как особенно яркое проявление клеточного поля¹⁷.

¹⁷ В настоящем и предшествующем разделах автор анализирует возможность и вероятность поддержания неравновесных молекулярных констелляций (НМК) в биологических системах, т. е. вопрос их энергообеспечения и динамики неравновесных деформаций более высокомолекулярных комплексов. Эти вопросы входят в общую проблему неравновесной молекулярной организации биологического субстрата, рассмотренную А. Г. Гурвичем в широком биологическом аспекте в ряде его работ [13-18].

Экспериментальные данные о корреляционных связях между функциональными состояниями биологических систем и ха-

НЕРАВНОВЕСНЫЕ МОЛЕКУЛЯРНЫЕ КОНСТЕЛЛЯЦИИ И ВЕСТИГИИ

Наиболее общее выражение НМК (неравновесных молекулярных констелляций) можно сформулировать следующим образом.

Противодействуя тем или иным образом неупорядоченному тепловому движению молекул, поле создает условия более длительного, чем обычно, пребывания одних и тех же молекул в достаточно близком соседстве друг с другом.

Достигается это, вероятно, двумя путями: в кинезирующем поле соседние молекулы пролагают некоторое время (до столкновения с другими) почти идентичные траектории; в стабилизирующем поле близкие друг к другу молекулы тормозятся в своем направленном движении приблизительно в одинаковой мере и направлении.

Трудности представляет вопрос о длительности пребывания молекул в состоянии соседства.

В кинезирующем поле длительность траектории возбужденной молекулы лимитируется столкновениями данной молекулы с другими. В стабилизирующем поле вопрос сложнее в силу следующих соображений.

Та часть общей энергии возбуждения, которая, согласно основному положению, переходит в поле в кинетическую (E_k), приводит в стабилизирующем поле к временной иммобилизации молекулы, т. е. переходит в ее потенциальную энергию. Следовало бы, по-видимому, принять, что длительность пребывания молекулы на повышенном потенциальном уровне слишком мала для того, чтобы достаточно большое число молекул по соседству находилось в том же состоянии. Однако следует принять во внимание, что длительность состояния возбуждения обычно лимитируется числом столкновений между молекулами. Но

рактором НМК, полученные в последующие годы, приведены в [29, 52, 56].

Здесь уместно также вернуться к сказанному во введении и еще раз подчеркнуть не полную, но принципиальную близость к концепциям автора построений, развиваемых за последнее десятилетие в основном в физике. В основе последних лежит понятие о нелинейном развитии процессов в биологических системах, далеких от термодинамического равновесия, конкретизируемое в учении о синергетике, в представлениях о пространственной организации сложных молекул биологического субстрата, о диссипативных структурах и связанных с этими представлениями электромагнитных колебаниях, о возможной когерентности излучения биологических объектов [21, 26, 29]. — *Примеч. отв. ред.*

так как, согласно предположению, подвижность молекул тормозится в зонах сгущения, есть основание допустить, что и длительность возбужденного состояния значительно удлинится. Дальше этого гипотетического предположения мы, однако, не можем пойти.

Данное выше определение ПМК ничего не говорит о их пространственных параметрах, являющихся, по-видимому, в значительной степени функцией от анизотропии клеточного поля, к рассмотрению которой мы теперь обращаемся.

Нет, конечно, оснований принимать сколько-нибудь сложный вид анизотропии для собственных клеточных полей. Для всех, по существу гипотетических, конкретных конструкций вполне достаточно принять за выражение анизотропии эллипсоид (вращения или упрощенный). Вариации числовых отношений между осями вполне достаточны для видового разнообразия.

Но самые простые соображения показывают, что актуальные поля в любой стадии своей эволюции могут быть чрезвычайно сложны, не говоря уже о разнообразии.

Легко, например, показать, что в области критической поверхности в актуальном поле, образованном взаимодействием всего лишь двух клеток (с неравной интенсивностью полей), градиенты поля заметно меняются по всем направлениям уже в пределах диаметров очень небольших молекулярных комплексов или даже отдельных молекул. Другими словами, комплекс (цепочка) с большим диаметром в несколько сот ангстрем испытывает уже на себе в своих различных точках градиенты поля, т. е. может подвергнуться самым разнообразным деформациям. На протяжении расстояния одного порядка с диаметром ядра или отрезков, рассматриваемых из источника поля под углом в несколько десятков градусов, конфигурация ПМК в актуальном поле может быть поэтому очень богата и разнообразна. При этом за тот промежуток времени, пока сохраняется постоянство актуального поля, тот его участок, который занят в данный момент данной ПМК, является как бы геометрическим местом, в котором поддерживается или восстанавливается данная конфигурация ПМК в непрерывно обновляющемся материальном составе.

Относительно ритма обмена молекул мы можем, вероятно, составить себе лишь самое общее представление.

Допустим в виде предположения, что некоторые категории клеток с наиболее интенсивным обменом обновля-

ются в своем материальном составе примерно за 7–8 дней. Если принять с грубым приближением, что ритм смены мало различен для всех элементов клеток и считать число интересующих нас белковых молекул в клетках в среднем порядка 10^7 – 10^8 , то пребывание таких молекул в неизменном состоянии в пределах клетки будет порядка 10^2 – 10^3 с, т. е. очень значительный для молекулярных реакций промежуток времени.

Если некоторая стабилизация пространственных взаимоотношений соседних молекул сохраняется в течение того же порядка времени, то вероятность вообще возможных между ними реакций значительно повышается. Если речь идет о белковых единицах (т. е. молекулах или молекулярных комплексах какого-либо порядка), такой реакцией будет укрупнение молекулярных комплексов путем установления различного рода связей, т. е. формирование того, что в противоположность констелляциям мы можем назвать структурами¹⁸. Такие структуры, вообще говоря, в противоположность неравновесным молекулярным констелляциям уже необратимы без разрушающего фактора и являются результатами, как бы следами действия поля. Мы будем называть их вестигиями¹⁹.

Мы приходим, таким образом, к выводу, что окончательная судьба НМК каждого данного состава может быть различной. Для значительного их числа (быть может, большинства) пребывание молекул в составе НМК проходит бесследно, т. е. они выбывают из нее в прежнем своем виде. При этом, предполагая постоянство поля и стационарность метаболизма, НМК данной конфигурации могут сохраняться неопределенное время с обновлением своего состава.

По следует, в виду чисто статистических соображений, принять, что сам факт непрерывного формирования НМК неизбежно приводит в известном проценте случаев и к образованию вестигий.

Формирование последних, однако, не ограничено НМК. Нет никакого основания и скорее противоречило бы общим биологическим принципам, если бы сами вестигии рассматривались как вполне стационарные, т. е. оконча-

¹⁸ Здесь необходимо подчеркнуть, что, употребляя в дальнейшем для краткости понятие молекулярных «структур», мы имеем в виду протекающие с различными скоростями «структурированные процессы».

¹⁹ Так как мы будем пользоваться прилагательным «вестигиальный».

тельные, не подлежащие дальнейшей эволюции, формирования. Если мы сводим течение жизненного цикла на поле, то и эволюция вестигий есть функция от состояния, т. е. эволюции актуального поля.

Эволюцию вестигий можно себе представить различными путями.

Возможно, что по ходу метаболизма, при замене одних элементов структуры новыми эти последние, подчиняясь изменившемуся по сравнению с прошлым актуальному полю, не воспроизводят точно прежних пространственных взаимоотношений (и связанных с ними взаимодействий) и этим самым постепенно модифицируют структуры. Но наряду с этим можно себе представить, что пространственные параметры структур, подчиняясь изменившемуся актуальному полю, соответственно изменяются — деформируются.

Изменения конфигураций, т. е. деформации молекулярных комплексов могут, конечно, носить различный характер: возможно преодоление энергетического барьера и переход из основного равновесного состояния в другое, также равновесное. Так как структура актуального поля, вообще говоря, необратима, т. е. эволюционирует прогрессивно, то и эволюция (деформирование) структур путем перехода из одного равновесного состояния в другое, также равновесное, тоже необратима.

Но наряду с этим из основ концепции поля с большой вероятностью вытекает и неизбежность обратимых, неравновесных деформаций структур.

На этом представлении мы должны остановиться несколько ближе, так как именно неравновесным структурам принадлежит, по-видимому, очень существенная роль в живых системах.

Так как существование поля признается непрерывным, «неравновесность» структур не проявляется, вообще говоря, в их обратимости. Но если они деформируются без преодоления энергетического барьера, то это приводит к тому, что их моментальная конфигурация является, хотя бы в общем, приближенно (т. е. с некоторым гистерезисом), функцией от моментального (или непосредственно предшествующего) состояния актуального поля.

Наиболее существенна в деформированных, неравновесных структурах возможность их неограниченного разнообразия в противоположность равновесным деформациям, разнообразие которых, конечно, ограничено. Вполне законно поэтому связать пластичность жизненных

проявлений, по крайней мере в известной степени, с пластичностью неравновесных деформаций молекулярных структур.

Из понятия неравновесно деформированных структур вытекает и дальнейшее последствие чрезвычайной важности.

Представления о стерических параметрах пептидных цепей (молекул белков) в равновесных состояниях, — будут ли это препараты *in vitro* или элементы кератина, шелка, сухожилий и т. д. — неприменимы для моделирования или, вернее, не ограничивают возможностей в живых системах, где преобладают именно неравновесные деформации.

ОБОСНОВАНИЕ «ТОЧНОСТИ» БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

То, что мы понимаем под «точностью», равнозначно, в большинстве случаев, воспроизводимости из поколения в поколение всех основных параметров живых систем.

Степень точности доступна в ряде случаев количественной оценке, и некоторые, особенно числовые параметры достигают степени воспроизводимости, представляющейся нам абсолютной, а отклонения считаются редкими уродствами.

Однако воспроизводимость не исчерпывает понятия точности.

Мы пытаемся, и во многих случаях это удастся, облечь сложное содержание наблюдаемого в упрощенную, как бы идеализированную форму и оцениваем после этого реальные, повторяемые наблюдения по степени их отклонений от нее. Это относится в особенности к геометрическим параметрам. Мы стремимся, и изредка это также удастся, найти для наблюдаемых форм аналитические выражения, и в этих случаях количественная оценка точности реально наблюдаемых явлений вполне возможна²⁰.

В тех же случаях, где конфигурации не укладываются, по-видимому, в простые аналитические выражения, понятие точности приобретает несколько другую формулировку: изменения радиусов кривизны произвольно ма-

²⁰ Так например, конфигурация соцветия зрелой *Samomilla matricaria* (вид ромашки) — чрезвычайно точный параболоид. Шляпки некоторых грибов тоже очень близко воспроизводят эту же поверхность.

лых соседних площадок поверхности носят непрерывный характер.

Мы ограничимся проблемой геометрической точности в связи с концепцией поля. Она заключается в прогрессировании нарастании точности по ходу морфогенеза: если в окончательном виде конфигурации некоторых комплексов близко совпадают с аналитическими поверхностями, то весь ход развития есть постепенное приближение к ним, причем на ранних стадиях зачатки обладают неправильными и сильно варьирующими конфигурациями.

В значительно преобладающих случаях речь идет, однако, как мы видели, о «точности» в смысле достижения максимальной «гладкости» конфигурации данного формирования.

Прежде всего, мы констатируем, что проблема относится лишь к поверхностям, а не к трехмерным клеточным комплексам, так как топографическое распределение элементов, из которых формируется зачаток, не стоит в сколько-нибудь однозначной связи с параметрами, определяющими геометрию конфигурации целого (объемлющего).

Конкретная задача формулируется следующим образом.

Допустим, что поверхность, ограничивающая ранний зачаток, не обладает нашим критерием «точности», т. е. радиусы кривизны прилегающих друг к другу малых площадок не варьируют непрерывно в одном направлении.

Образно выражаясь, ограничивающая поверхность «пороховата», и бугры и впадины, нарушающие точность ее контуров, прогрессивно сглаживаются лишь при дальнейшем развитии.

Этот процесс совершается, однако, не путем перегруппировки клеток зачатка, при сохранении при этом прежнего объема. Зачаток непрерывно растет во всех своих частях, и сглаживание траекторий продвигающихся клеток регулируется в том смысле, что для элементов «бугров» они замедлены, для элементов «впадин» ускорены по сравнению с ритмом основной массы клеток. Регулирующим фактором является актуальное поле комплекса.

Это вытекает из следующих элементарных соображений.

Внешнее актуальное поле комплекса из достаточно большого числа эквивалентных, флуктуирующих вокруг

общих средних параметров элементов обладает непрерывными градиентами, падающими по мере отдаления от комплекса.

Если конфигурация комплекса не совпадает с эквидинамическими поверхностями актуального поля (обладает выпячиваниями и впадинами), векторы поля, приложенные к первым, будут уступать по величине векторам в местах впадин, и соответственные различия в скорости продвижения элементов в тех и других областях приводят, конечно, к «сглаживанию» контуров конфигурации поверхности.

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ ПОЛЯ К ОТДЕЛЬНЫМ ПРОБЛЕМАМ

Если даже отнестись к концепции поля положительно, то еще далеко неясно, обречена ли она остаться навсегда некоторого рода натурфилософским понятием, как например, принцип эволюции, или стать и орудием анализа. И в первом случае понятие поля может избежать судьбы простой тавтологии: для этого необходима лишь его ограничительная формулировка, которую мы придали ему с самого начала.

«Стать орудием анализа» равноценно возможности разрешения, т. е. большего приближения к пониманию, руководствуясь данным положением, конкретных задач, в нашем случае тех или иных жизненных проявлений.

«Разрешение проблемы» само по себе неоднозначное понятие. В физике, химии и технике оно обозначает нередко создание новой реальности. Но в большей степени разрешение заключается в создании представления, картины, модели, допускающих ряд выводов относительно реальности. В случае достаточного эмпирического подтверждения этих выводов такая модель приближает нас или даже дает возможность овладения реальностью.

Для биологии существенно, конечно, лишь второе понимание «разрешения проблемы». Но и здесь возможности создания моделей, заменяющих реальности, далеки от положения вещей в неорганических науках.

Моделью мы называем такую умственную или материальную конструкцию, которая, заведомо не совпадая с моделируемым процессом, представляет с ним настолько существенные аналогии, что дает возможность сделать некоторые выводы о моделируемом процессе, достоверность

которых ими достаточно обеспечивается. Таковы, например, гидро(аэро) динамические модели.

Довольствоваться, однако, расплывчатыми понятиями «аналогии» можно лишь в первом приближении. Действительную познавательную ценность могут иметь лишь модели, построенные на общности принципа и ряда существенных параметров модели и моделируемого процесса (в приводимых нами случаях — относительное движение воздуха или воды и соответствующие конфигурации моделируемого и модельного тел).

Эти предъявляемые к ценным для научного анализа моделям требования значительно суживают разумное применение моделирования в биологии, что далеко не всегда доходит до сознания исследователей.

Мы ограничимся анализом предпосылок для моделирования жизненных проявлений, исходя из общей концепции поля, и начнем с сопоставления проблемы здесь и в гидродинамических моделях. Сила последних заключается в том, что они ведут прямо к цели, в данном случае, скажем, к выяснению обтекаемости судна. Попытка формулировки с такой же степенью однозначности любого жизненного проявления, к моделировке которого мы хотим приступить, обречена на неудачу.

Любое наблюдаемое жизненное проявление есть произвольно выхваченное звено из неупорядоченного многочленного процесса, начало, а часто и конец которого нам недоступны.

Это определение кажется на первый взгляд немотивированным и даже прямо не соответствующим действительности, так как значительная часть жизненных проявлений имеет резко очерченный и даже произвольно даваемый нами старт. Но вызываемый таким образом процесс (например ощущение, сокращение мышц, оплодотворение яйца и т. д.) есть в сущности лишь более или менее резкое отклонение течения процесса в момент, непосредственно предшествующий старту, но не действительное начало без предыстории.

Мы уже знаем, что процесс можно моделировать только процессом, и должны прибавить, что многочленный процесс должен быть как-то отражен в модели, т. е. должна быть моделирована и многочленность. Но моделирование бесконечной многочленности является совершенно своеобразной задачей, и именно с ней мы имеем по существу дело при биологическом анализе. Мы говорим о бесконечности потому, что и в стартовых жизнен-

ных проявлениях для их понимания гораздо существеннее моментальное состояние системы до старта, чем вызванное последним отклонение. Но модель должна, по крайней мере в равной степени, коснуться и первого, т. е. состояния до старта, которое является, однако, само лишь этапом, для понимания которого необходимо знание предыдущего, и т. д.

Мы видим, таким образом, что своеобразие задачи моделирования в биологии заключается главным образом в следующем:

Если мы понимаем нашу задачу как моделирование процесса, то она выполняема лишь для стартовых процессов, в которых наш интерес сосредоточен именно на вызванном стартом отклонении непрерывного спонтанного течения жизненных процессов.

Приняв условно моментальное состояние системы до старта как данное, мы в состоянии создать модель, передающую действительно существенное того процесса, который следует за стартом. Но стартовые процессы, при всей их важности, нельзя считать ядром биологии. Вместе с тем и делаемое при их моделировании допущение данного, являющееся необходимым самоограничением, значительно отдаляет модель от реальности.

Но в основных нестартовых процессах нельзя даже определить то данное, от которого может брать начало конструкция модели. Поэтому необходимо как будто прийти к выводу, что моделируема не реальность, а лишь те или иные принципы, общие бесконечно многочисленному процессу на его любом этапе.

Концепция поля утверждает, что лишь ею моделируются два наиболее общих биологических принципа: устойчивость становления и релятивизация. Но они, конечно, недостаточны для понимания содержания, т. е. хода и характера событий того или иного жизненного проявления, так как они, в некоторой аналогии с принципами термодинамики, лишь нормативные, но не конструктивные начала.

Однако сама формулировка поля открывает некоторые возможности и более близкого подхода к реальным явлениям, и можно с известным основанием сказать, что принцип поля может стать рабочим методом в биологии. Это возможно, вероятно, лишь при некоторой степени абстракции, заключающейся в формулировке биологических понятий, объемлющих целые категории разнообразных фенологических наблюдений. Без таких понятий био-

логия, по видимому, не может обойтись. Такими, по существу абстрактными, понятиями являются «морфогенез», «возбуждение», «метаболизм» и т. д.

Несмотря на неизбежность таких представлений, они вызывают в нас при объективном продумывании чувство неудовлетворенности. Их условность обычно не доходит до сознания биологов и приводит к убеждению, что достаточно полный список представляет собой адекватную характеристику «жизни». Между тем речь может идти лишь о попытке условного символического выделения отдельных проявлений из чего-то, по существу нерасчленимого.

Но раз мы решились на первый шаг — формулировку объемлющих понятий, мы вынуждены идти и дальше, на этот раз обратным путем расчленения их на различные типы, процессы и т. д.²¹ Условность таких классификаций при этом еще нарастает, но и этот шаг неизбежен в том случае, если мы хотим использовать принцип поля для реализации нашей цели — моделирования многочисленных процессов.

Однако это расчленение созданных нами самими абстрактных категорий жизненных проявлений должно иметь свои границы и не может доводить нас до конкретно наблюдаемых, индивидуализированных процессов. В применении к ним концепция поля бессильна, так как она сама абстрактна в том смысле, что не дает возможности хотя бы приближенно количественных высказываний относительно основных параметров поля. Из этого вытекает, что полевая конструкция заданных условий возможна лишь по схеме, в которой отсутствуют количественно или вернее однозначно определенные параметры, так как для создания модели индивидуальных, т. е. однозначно определенных, процессов отсутствует соответственный инструмент.

Трудность формулировки конкретных задач, в разрешении которых применима концепция поля, кажется поэтому на первый взгляд непреодолимой.

Однако это не так.

Не существует жизненных проявлений, известных нам

²¹ Так, например, в общее понятие «морфогенез» входят, конечно, и процессы чистого формоизменения эпителиальных пластов, группирования элементов мезенхимы, дифференциальный гистогенез отдельных элементов в пределах одного комплекса и т. д.

лишь в одной разновидности, и всегда возможны высказывания, применимые ко всем наблюдаемым (или даже предполагаемым) разновидностям.

В то время как в описание любого конкретного наблюдения всегда входят количественные, или, точнее, однозначно определенные параметры, конструкция которых недоступна концепции поля, абстракция из наблюдений, которая содержит общее для всех разновидностей, включает не исключительно однозначно определенные параметры. Конструкции поля доступны лишь это общее, но и оно представляет собой великую неисчерпаемую задачу, причем одной из главных трудностей является именно адекватная формулировка этого общего. Вполне естественно и неизбежно, что любое иерархически более высокое понятие более неопределенно по своему содержанию, чем объединяемые им и подчиненные ему понятия.

Но нерациональным и произвольным является обычно прием обобщений в биологии, создающий более бедные по содержанию представления. Делается это в угоду их возможной однозначности. Но это стремление вовсе не необходимо и не целесообразно. Обобщения можно формулировать и иным образом: в них могут быть включены все существенные параметры объединяемых вариантов с оговоркой, что некоторые из них имеют форму переменных, т. е. заменяемых, без нарушения их смысла однозначно определенными вариантами²².

Соблюдение или несоблюдение этого постулата может иметь решающее значение для наших основных биологических концепций. Так обстоит, например, дело с обобщением, обозначаемым как «первое возбуждение и его проведение». В то обобщенное представление, с которым работает классическая физиология, вовсе не входят переменные параметры, т. е. возможное качественное разнообразие протекающих по одному и тому же волокну процессов. Физиологу предлагается для анализа и исследования не только упрощенный, но и искаженный по сравнению с реальностью, обобщенный феномен.

Создание правильно обобщенных формулировок биологических процессов представляется поэтому первой и необходимой предпосылкой применения концепции поля как рабочего метода.

Именно в этом смысле концепция поля проявляет себя

²² Мы имели бы здесь некоторую аналогию с сопоставлением алгебраической символики с арифметическими формулировками.

как общий, обоснованный принцип, приближающий нас к пониманию ряда жизненных явлений.

Мы резюмируем: обобщенные формулировки являются пределом или границей того, где принцип поля может себя обоснованно проявить, т. е. приблизить нас к пониманию. Действительно, так как в его формулировку мы не можем включить однозначно определяемые параметры, совершенно очевидно, что невозможно моделировать им непосредственные наблюдения, не включающие неопределенности.

Отдельные попытки такого рода делались, и некоторые из них были даже успешны, но они лишены всякой ценности и являются, по существу, самообольщением, так как ничтожному числу доступных моделированию конкретных наблюдений можно противопоставить подавляющее количество явно недоступных, которые, однако, моделируемы в обобщенной формулировке.

Наше самоограничение относится непосредственно лишь к настоящему состоянию наших знаний. Нельзя исключить априори возможность однозначного определения основных параметров поля для каких-либо определенных категорий клеток. Возможность его применения могла бы в этих случаях значительно расшириться. Однако и здесь рациональному моделированию были бы положены довольно узкие пределы, так как далеко не все протекающие в живых системах процессы связаны однозначно с полем.

ВОЗМОЖНО ЛИ ДОКАЗАТЕЛЬСТВО СУЩЕСТВОВАНИЯ ПОЛЯ?

Этот на первый взгляд простой вопрос затрагивает основные принципы гносеологии.

Прежде всего, необходимо строго различать доказательства «предположения» и доказательство «теории». Это можно пояснить на простом примере.

Высказывается предположение, что смешение веществ A и B дает вещество C . Это предположение может быть, конечно, неопровержимо доказано, т. е. может стать фактом. Но теперь поднимается наиболее существенный вопрос: на чем основывалось это предположение?

Руководящие соображения можно обозначить как «теорию», которую, быть может, придется в дальнейшем отбросить в силу ряда соображений противоречивости, бесплодности и т. д. Сделанный нами, исходя из этой тео-

рин, вывод может оказаться, таким образом, неправомочным, но все же, в силу тех или иных, пока невыясненных обстоятельств, правильным. (История науки пестрит такими примерами, к их числу относится и открытие митогенетического излучения.)

Само собой разумеется, что речь будет идти в дальнейшем именно о возможности доказательства правильности теории, и мы напим примером имели в виду показать, что наиболее естественный и легкий на первый взгляд путь доказательства оказывается здесь ненадежным.

Необходимо дать прежде всего определение теории, понятия, употребляемого в очень разнообразном смысле. Нам представляется наиболее объективным и осторожным следующее определение.

Теория есть попытка установления ограничительно определенных связей между событиями, выходящими за рамки непосредственно наблюденного. На первый взгляд может показаться, что и такие связи доступны принципиально проверке с той же степенью однозначности, которую мы только что признали для возможности подтверждения изолированного предположения.

Другими словами, то, что сегодня является теорией, могло бы оказаться завтра фактом в том случае, если бы предполагаемые связи оказались бы опровергнутыми. Но задача в действительности несравненно труднее и возможность ее разрешения в общей форме остается под сильным сомнением.

На многочисленных примерах из истории физики и химии можно показать, что такие «доказательства» допустимы лишь со следующей оговоркой: в настоящее время, т. е. при совокупности наших теперешних знаний, данная теория не встречает возражений, является единственным (или, по крайней мере, наиболее простым) путем согласования разнообразных эмпирических данных и предсказаний, еще до сих пор не испытанных.

Но нельзя исключить, что возможна и другая теория, которой придется дать предпочтение в дальнейшем. Это положение можно облечь и в другую форму, форму вопроса: «При каких условиях теория может стать для нас фактом?» Ответ будет гласить, если отнестись к вопросу достаточно критически, что приближение и переход теории в «факт» совершаются постепенно, по мере накопления независимых друг от друга подтверждений и выводов из высказанного предположения. *Experimentum crucis*,

строго говоря, в изолированном виде вовсе не существует²³.

«Доказательство» теории, есть, строго говоря, лишь практически важное установление нормы нашего поведения относительно нее. Если мы приобрели убеждение в достаточной надежности ее положений в качестве руководства нашей работой, мы принимаем, что она «доказана». В действительности же, мы в нее «верим».

Само собой разумеется, что развиваемые здесь, в общем, тривиальные соображения не затрагивают непосредственно, или во всяком случае не умаляют ценности основных теорий современной физики и химии, дающих возможность необозримо большого числа оправдывающих себя предсказаний. Но *experimentae crucis* не играли при их формировании сколько-нибудь существенной или, по крайней мере, решающей роли, и вместе с тем быстрая и порой радикальная эволюция физики служит непосредственным подтверждением основного положения, что долго признаваемые теоретические представления все же, в некоторых своих частях по крайней мере, оказывались иногда не окончательными.

Эти соображения необходимо принять во внимание для ответа на поставленный нами вопрос — возможно ли доказательство существования поля? Или, быть может, правильное — какие требования мы должны предъявить к такому доказательству?

Если мы утверждаем, что та степень правдоподобия теоретических построений, которую мы называем «фактом», достигается лишь путем накопления подтверждений, то, конечно, в нашей оценке большая роль будет принадлежать предыстории данного вопроса: создавалось ли представление о поле постепенно и подходили ли к нему с совокупностью господствующих в биологии представлений, как к некоему творческому и поэтому всегда в известной мере субъективному акту?

Ответ на этот поставленный «ребром» вопрос не так прост.

Сама идея поля (при том исключительно эмбрионального), сформулированная еще в 1922 г., зародилась приблизительно в 1913 г. и была лишь более четким оформ-

²³ Здесь можно привести слова Генриха Герца о том, что все, вытекающее из опыта, может быть опровергнуто дальнейшим опытом. (Подразумевается, конечно, при этом толкование результатов опыта.)

лением идеи Дриша, выраженной словами о том, что перспективная судьба элемента есть функция от его положения в целом [19]. Но идею Дриша следует признать самобытной, т. е. без корней в прошлом, без предыстории. Она всецело возникла из неожиданного для автора результата эксперимента.

Гипотетическое предположение Дриша не является, впрочем, предположением, нуждающимся в доказательстве (и поэтому могущим быть отвергнутым). Это лишь формулировка наблюдений, в которую элемент индукции, т. е. предположения, вкладывается лишь в той мере, в какой придается смысл понятию «зависит». Предположение Дриша, что эта зависимость — единственный решающий фактор, было вскоре отвергнуто дальнейшими экспериментами. Но какое-то вмешательство целого, — основное содержание вывода Дриша, — остается непоколебленным и не может быть опровергнуто потому, что оно есть в последней инстанции лишь описание наблюдений.

Введенное нами понятие «поля» (вначале лишь эмбрионального) вносит уже неоскоренный гипотетический элемент в понятие Дриша, т. е. делает на основании дедукции шаг в направлении к теории. Гипотетический элемент заключается в представлении о содержании воздействия целого, которое Дришем лишь констатируется.

Развитые нами представления (динамическая морфа) не находились в связи с господствовавшими в то время взглядами, и из этого уже вытекало, как труден и долг будет путь «доказательства» его правильности. Этот путь сложился из элементов двух категорий. Во-первых, само представление динамической морфы возникло как индукция из ряда наблюдений. Здесь логическая структура проста: если мы предположим существование охарактеризованной такими-то параметрами морфы, наблюдаемые нами факты описываются общей формулой, включающей определенные параметры и одну переменную. Вторая категория аргументов в пользу представления о морфе заключалась в предсказаниях некоторых наблюдений, предсказаниях, нашедших в дальнейшем подтверждение.

В результате можно было сказать: если принять существование поля (в смысле динамической морфы), ряд разнородных наблюдений становится нам более понятным, а некоторые, случайно еще не сделанные наблюдения могут быть предсказаны.

Но это лишь оценка плодотворности созданного с известной степенью произвола представления, но никак не доказательство его верности и даже не путь к такому доказательству. Последний, пессимистический вывод есть лишь выражение сознания, что круг наблюдений, могущих (с разумной степенью правдоподобия) быть объединенными вводимым нами принципом, очень мал и как бы тонет в громадном числе фактов, остающихся при этом в стороне.

Дальнейший ход размышлений и работы над полем показал правильность этого сдержанного и несколько скептического отношения к значению концепции динамической морфы. Это представление, сыгравшее свою роль, оказалось в дальнейшем бесполезным. Но было бы совершенно ложным назвать его опровергнутым.

Между первоначальной и теперешней концепциями поля мало общего. Оба представления зародились и получили развитие из различного хода мысли.

Поле в первой своей редакции (динамическая морфа) исходило из следующего постулата: ход эмбриогенеза может быть приближен к нашему пониманию лишь в том случае, если мы можем разложить его на конечное (небольшое) число этапов, каждый из которых является следствием или проявлением заданных в его начале условий. Для анализа был при этом выбран заведомо наиболее простой этап, и сформулированные гипотетически заданные условия (динамическая морфа) также заведомо не могут быть экстраполированы на позднейшие этапы.

Поле в этой концепции не притязало на положение всеобщего биологического принципа.

Но следует отметить, что в этой концепции очень велика, даже преобладает по своему удельному весу доля «данного», т. е. уже недоступного анализу (динамическая морфа). Такое соотношение слагаемых нашего познания, конечно, нежелательно.

Вся логическая структура теории клеточного поля существенно иная.

Она притязает на положение всеобщего, т. е. связанного с любым жизненным проявлением, принципа²⁴. И вместе с тем она сокращает до минимума долю данного, т. е. не подлежащего анализу.

²⁴ Напомним наше ограничительное определение «жизненного» проявления: мы причисляем к ним лишь релятивизированные, протекающие в живых системах процессы.

Оба эти обстоятельства значительно затрудняют или скорее даже исключают возможность «доказательства» существования поля в нашем смысле.

Действительно, все содержание теории заключается в одном-единственном положении: связанное с частицами хроматина в момент их формирования, поле проявляет себя в том, что часть энергии возбужденных (белковых) молекул переходит в направленную кинетическую.

Из этого элементарного представления можно вывести разнообразные, далеко идущие и внедряющиеся в различные жизненные проявления последствия. Но все эти последствия вовсе не принадлежат определению поля, они лишь совместимы с ним. Единственный путь к «доказательству» в условном, развитом нами выше смысле заключался бы в том, что эти последствия совместимы исключительно с концепцией поля²⁵.

С этой точки зрения мы рассмотрим все возможные в настоящее время попытки к доказательству.

Мы можем различить в них две категории.

Во-первых, проявления чисто кинематического характера, которые можно правдоподобно свести на основное положение теории поля — кинематическое воздействие на возбужденные молекулы, т. е. процессы отталкивания²⁶.

Можно ли, хотя бы с оттенком правдоподобия, утверждать, что эти факты совместимы исключительно с концепцией поля?

Можно поставить вопрос и по-иному: если бы, независимо от теории (до ее формулирования) было обращено внимание на деформацию митозов, послужило бы это наблюдение основанием для создания столь смелой и спекулятивной гипотезы, как теория клеточного поля? Нам кажется, что отрицательный ответ здесь более или менее предпрещен. Процесс отталкивания (даже заостренно направленного, как в наблюдениях Е. Ч. Пухальской) настолько неоднозначен, что, конечно, естественнее было бы сведение приведенных нами наблюдений на принцип отталкивания, например, электростатического характера и т. п.

Поэтому, при всем интересе и важности таких наблюдений, их нельзя признать даже рациональным путем к

²⁵ Подобно тому, например, как явления интерференции совместимы только с колебательными процессами.

²⁶ Например, расхождение мезенхиматозных клеток после митозов, деформация митозов по Е. Ч. Пухальской [22] и т. д.

доказательству теории поля, так как их совместимость с полем не носит характера исключительности.

Рассмотренная только что категория имеет, однако, большую ценность в одном отношении (в противоположность второй категории, как мы увидим дальше). Между наблюдением и предполагаемым полем нет промежуточных, в свою очередь гипотетических, звеньев. Теория поля принимает существование процессов отталкивания, и мы непосредственно наблюдаем такие процессы.

Вторая категория наблюдений, использование которых для попыток доказательств также малообоснованно, существенно иного рода. Для объяснения наблюдаемых фактов вводятся гипотетические представления, и лишь их подтверждения рассматриваются как «доказательства» существования поля.

Сами же наблюдаемые факты ни в какой мере не вытекают из концепции поля. Наиболее существенным является, таким образом, здесь среднее звено: требуется «доказательство» неизбежности сведения наблюдаемого явления на данное гипотетическое представление и, совершенно независимо от этого, такое же доказательство неизбежности сведения этого гипотетического представления на поле в нашей его концепции. Выполнимость такого предприятия более чем сомнительна²⁷.

Если мы пропихнемся этими соображениями, можно будет несколько точнее сформулировать те требования, которые мы должны предъявить к попыткам «доказательства» существования поля, как его представляет теория.

Мы уже видели, что «данное» в теории поля сведено к минимуму — отталкивание возбужденных белковых молекул частицами хроматина в момент их формирования. Это скудное по своему содержанию представление доступно само по себе разнообразным экспериментальным проверкам, способным привести в конечном итоге к признанию такого отталкивания как факта.

Доказательство основного положения теории поля, т. е. феномена отталкивания, таким образом, в пределах возможности.

Но этим и ограничивается возможный успех, и не это, конечно, нужно биологу и автору теории. Вся внут-

²⁷ Примером может служить концепция неравновесных молекулярных констелляций. Она является попыткой объяснения феномена, так называемого «деградационного» митогенетического излучения. В свою очередь, сама возможность существования неравновесных констелляций выводится из концепции поля.

рения сущность и потенциальная ценность теории поля заключается в тех разнообразных, но чисто гипотетических конструкциях, которые выводятся из основного положения как совместимые с ним, но отнюдь не обязательные последствия. Действительный интерес представляло бы поэтому доказательство, т. е. возведение в достоинство «факта» хотя бы некоторых существенных последствий.

Но мы уже отчасти убедились в предпоставленном, что даже доказательство правдоподобия, что еще далеко от доказательства существования таких конструкций, может быть осуществлено лишь путем, совершенно независимым от аргументации в пользу поля. Таким путем фактически и было построение одного из основных представлений — неравновесных констелляций. При этом степень вероятности их существования, которая может быть доведена путем сопоставления самых разнообразных эмпирических данных до высокого уровня, совершенно независима от главного для нас вопроса — насколько их существование совместимо исключительно с существованием поля в нашей формулировке. Надежда на действительно однозначное доказательство этого положения представляется нам химерой.

Мы полагаем поэтому, что дальнейшая работа в области биологического поля должна задаваться не целью «доказательства» его «существования», но путем анализа жизненных проявлений в свете теории поля, выяснения степени ее плодотворности.

АНАЛИЗ ДИСКРЕТНЫХ ЖИЗНЕННЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ

ПРОЦЕССЫ МЕТАБОЛИЗМА В СВЕТЕ ТЕОРИИ ПОЛЯ

В нашем критическом обзоре современных представлений о метаболизме дискутировались два фактора, которым не уделялось до настоящего времени внимания, — наличие высоких энергетических потенциалов в живых системах, могущих направить ход химических процессов на новые рельсы, и процессы автокатализа.

Их широкое использование в связи с представлениями, вытекающими из концепции поля, могут, как нам кажется, приблизить к нашему пониманию ряд неразрешенных проблем метаболизма.

Наши основные положения можно сформулировать следующим образом.

1. Предпосылки возникновения в живых системах высоких энергетических потенциалов создаются актуальными клеточными полями.

Высокие энергетические потенциалы в живых системах, обнаруживаемые так называемыми «деградационным» излучением, возникают в результате суммирования малых квантов энергии, освобождаемой при отдельных актах метаболизма. Суммирование это происходит в молекулярных комплексах, выходящих, частью, за рамки того, что понимается обычно как «молекулярные структуры», т. е. объединения значительного количества молекул валентными или побочными связями.

Феномен деградационного излучения показывает, что высокие энергетические потенциалы накапливаются и в объединениях не связанных друг с другом молекул, которые можно обозначить как неравновесные молекулярные констелляции. Их возникновение и поддержание требует затраты энергии, «векторизация» (т. е. направленность действия) которой создается актуальным полем клетки.

2. В пределах живых систем молекулы могут приобретать, в зависимости от своих координат, различные сте-

рические параметры и, в связи с этим, обратимые (или необратимые) изменения некоторых свойств и реактивной способности.

Под «стерическими» параметрами подразумеваются, в первую очередь, изменения конфигурации (деформации) крупных молекул, особенно пептидных цепей в актуальном поле.

Как было показано выше, актуальные поля клеток, входящих в состав сплоченных комплексов, должны обладать, согласно основной концепции, сложной архитектурой с настолько крутыми и разнообразными градиентами, что к молекулам протяжением в пару сотен ангстрем прилагаются в различных ее точках достаточно резко отличные по величине и направлению векторы актуального поля.

Молекулы малых размеров не подвергаются деформации, но в зависимости от их координат определяется в известной мере их ближайшая судьба в силу следующих соображений.

Допустим (что само по себе очень правдоподобно), что известная часть свободных молекул вступает во временные, рыхлые связи с определенными функциональными группами пептидных цепей, — молекулы $-A-$ с группами $-K-$, молекулы $-B-$ с группами $-L-$, и т. д.

В зависимости от изменений конфигурации пептидной цепи молекулы $-A-$, $-B-$... будут приближаться или отдаляться друг от друга, что должно привести к повышению или снижению вероятности реакций между ними. Так, можно представить себе, например, возникновение тетрапиррола путем сближения нескольких, прикрепленных к функциональным группам пептидной цепи молекул пиррола.

Не всякие пространственные комбинации и не всякие соединения между молекулами $-A-$, $-B-$..., конечно, реализуемы и жизнеспособны в случае возникновения. Но статистически всегда окажутся осуществленными жизнеспособные и, главное, способные к самовоспроизведению путем автокатализа, комбинации, и поэтому лишь они регистрируются обычными методами, как звенья метаболизма.

Придавая решающее значение для актов метаболизма временным рыхлым связям реагентов с пептидными цепями в состояниях различных деформаций, мы вводим этим самым представление о степени вероятности возникновения наблюдаемых, т. е. поддающихся регистрации,

актов. Она лишь очень значительно преобладает над мимолетными и нежизнеспособными соединениями ¹.

В нашу концепцию не входит поэтому представление о точности параметров деформаций пептидных цепей, могущих обеспечить возникновение исключительно лишь регистрируемых соединений.

Само собой разумеется, что даже при максимальной стабильности всех условий клеточного комплекса их актуальные поля подвержены непрерывным значительным флуктуациям и устойчивость сохраняется лишь за их общей архитектурой в пределах клеток.

Развиваемые нами представления о различных, в своих энергетических и стерических параметрах, состояниях пептидных цепей, находящихся в актуальном поле, являются, как мы видим, заменой общепринятых, но не подвергавшихся достаточной эмпирической проверке представлений о специфических синтезирующих ферментах.

Некоторые явления, связанные с деградационными излучениями, находят в свете этих представлений удовлетворительное объяснение.

При острой перегрузке клеток печени глюкозой или клеток почки мочевиной или витальными красками спектры деградационного излучения этих органов эволюционируют за короткие промежутки времени (порядка 10 мин), и в конце концов деградационное излучение исчезает примерно через 1,5 ч после введения этих веществ и восстанавливается примерно через такой же промежуток времени.

Из совокупности наших данных о деградационном излучении вытекает, что оно возникает в результате разрушения неравновесных констелляций белковых молекул (пептидных цепей), возникающих в поле. Изменения спектров при их распаде в только что указанных случаях естественнее всего свести на изменения конфигураций цепей в зависимости от степени и характера их нагрузки молекулами глюкозы, мочевины, красок и так далее.

Временное исчезновение деградационного излучения можно свести к постепенному, ступенчатому снижению

¹ Прототипом этой концепции являются уже давно наблюдения Thompson над соединениями C и H в вакууме разрядной трубки. Наряду с подавляющим преобладанием молекул CH_4 регистрировались и совершенно необычные комбинации C_2H_2 , C_3H и т. д.

высокого потенциала деформированных ценой (или в распаду констелляций) в связи с затратой энергии при реакциях присоединившихся к ним веществ.

Основы наших представлений в равной мере применимы к стационарным, авестигмальным процессам текущего метаболизма и к необратимо эволюционирующим процессам созидательного метаболизма.

Стационарность первой категории обуславливается консервативным характером актуальных полей клеточных комплексов с измененными пространственными взаимоотношениями (взрослое состояние). Прогрессивный, необратимый характер созидательного метаболизма (при развитии организма) есть следствие непрерывной эволюции актуальных полей.

ЭМБРИОГЕНЕЗ

Зародышевый путь

Пути возникновения и ход развития и окончательного формирования половых клеток настолько разнообразны, особенно при сопоставлении растительных и животных организмов, что представляется немыслимым выделить какие-либо действительно существенные общие принципы, которые могли бы, по крайней мере в некоторой степени, приблизить нашему пониманию основной вопрос: какие факторы обуславливают обособление на определенных фазах эмбрионального развития небольшого числа будущих половых клеток?

Обособленность понимается нами в двояком смысле: 1) появлении резко выраженных морфологических различий с окружающими соматическими клетками, 2) совершенно своеобразном поведении (полная консервативность) половых клеток на довольно длительном этапе жизненного цикла материнского организма.

Будет рационально различать первичный и вторичный акты обособления зародышевого пути, принимая за исходный пункт их жизненного цикла приступавшую к дроблению яйцевую клетку. К первой категории можно причислить зародышевый путь *Ascaris*, *Copepoda* и яйца двукрылых насекомых.

Наиболее правдоподобным является то, что решающим фактором здесь являются региональные особенности организации тела яйца. Особенно убедителен в этом смысле ход обособления половых клеток насекомых. Ядра, раз-

мпожившиеся в центральной желточной зоне яйца, мигрируют к его поверхностному плазменному слою и к заднему концу яйца, после обособления вокруг них соответственных участков протоплазмы дают половые клетки.

Во всяком случае, в противоположность *Ascaris*, ни у *Copepoda*, ни у насекомых первичные различия в хроматине обособляющихся половых клеток не наблюдаются.

Вторичный тип обособления половых клеток исследован среди животных организмов у гидроидных полипов и у позвоночных. Тот факт, что половые клетки отличны от окружающих их соматических клеток лишь на стадиях, где представлены клетки отдаленных (считая от яйцевой клетки) поколений, сам по себе, конечно, не однозначен. Но весь ход клеточного размножения и совершенно произвольное топографическое распределение одиночных половых клеток среди значительно преобладающих масс соматических делает крайне маловероятным то, что впервые обособляющиеся на высоких поколениях половые клетки являются конечными звеньями многочисленных повторных актов деления, чем-то отличных от соседних клеток и при этом всегда асимметричных.

Эти соображения приобретают, как известно, фактически полную достоверность при переходе к зародышевому пути растений.

Мы будем поэтому исходить из основного положения, что в значительно преобладающем типе вторичного обособления половых клеток существует вполне реальный акт обособления некоторых немногих, еще не однозначно детерминированных (сохранивших некоторую степень эквивалентности) клеток, превращающий их в будущие половые.

Наша проблема заключается поэтому именно в попытке создать представление об этом акте.

Концепция актуальных полей открывает здесь некоторые перспективы. Она приводит к выводу основной важности: клетки одного происхождения (клетки-«сестры») и идентичных жизненных условий, даже расположенные в непосредственном соседстве друг с другом, в клеточном комплексе, обладают крайне, а в некоторых случаях принципиально различными актуальными полями.

Принципиальное различие существует, как было выведено в главе об актуальных полях, между несиммет-

ричными и симметричными актуальными полями, причем, как было показано, типы симметричных полей могут быть разнообразны.

Мы видели также, что есть основания принять, что наличие в пределах клетки нулевых точек и критических поверхностей способствует (или влечет за собой) повышению созидательного метаболизма.

Формирование симметричного актуального поля, особенно стабилизирующего (не гетерополярного) типа, в комплексе нескольких разпородных по конфигурации и топографическому распределению клеток, является, конечно, редким событием. Число первичных поздно возникающих половых клеток действительно очень невелико. Было бы бесполезно попытаться детализировать дальше представления о тех специальных типах актуальных полей, воздействие которых приводит к созданию будущих половых клеток. Объективно можно в настоящее время лишь сказать, что их морфологическое отличие от соседних соматических клеток заключается в более крупных размерах их тел и ядер, быть может, в некоторой гиперхромазии последних. Связь же между архитектурой клеточного актуального поля и форсированием созидательного, синтезирующего метаболизма постулируется полевой концепцией, как широко распространенный принцип. Но было бы, конечно, недопустимым упрощением проблемы представление о том, что половые клетки отличаются вначале от соседних соматических одной лишь величиной и богатством высокомолекулярными соединениями.

Концепция поля несколько приближает нас к пониманию обособленности половых клеток и даже их некоторой стационарности на протяжении значительных этапов эмбриогенеза.

Непрерывная необратимая эволюция клеток обусловлена, особенно в первой половине эмбриогенеза (до собственно так называемого гистогенеза), такой же непрерывной эволюцией их актуальных полей (принцип сопряженности). Легко показать, что сменяющиеся сложные градиенты актуальных полей в пределах клетки возникают лишь в тех случаях, где интенсивность собственного клеточного поля приблизительно совпадает с интенсивностью собственных полей окружающих клеток, создающих в совокупности актуальные поля.

Если же собственное поле значительно превосходит по своей интенсивности поля соседних клеток, оно на-

столько преобладает в пределах самой клетки, что эволюция ее актуального поля может лишь очень слабо отразиться на его стационарности, а следовательно, и на длительной стационарности общего состояния половых клеток.

Обстоятельства, вызывающие выход из этого состояния и вступление половых клеток в период интенсивного размножения и дальнейшей эволюции, не поддаются пока учету и поэтому оставляются нами без рассмотрения.

Формирование общей конфигурации и топографии зародыша

В непрерывном течении эмбриогенеза можно выделить сравнительно резко очерченный этап — общего формообразования, т. е. закладки органов, в котором единственными по существу факторами являются клеточные передвижения и клеточное размножение, причем несомненно доминирует первое из них, так как период наиболее интенсивного клеточного размножения лежит уже в это время позади.

Оба эти процесса несомненно релятивизированы друг с другом и идут в общем симбатно: в тех участках зародыша, которым в ближайшее время предстоит особенно резкое изменение конфигурации, наблюдается и сравнительно большая интенсивность клеточного размножения.

Однако степень симбатности обоих процессов не настолько велика, чтобы поиски объединяющих их факторов были в настоящее время перспективны. Мы попытаемся поэтому выяснить общие нормы формообразования на ранних стадиях эмбриогенеза, исходя лишь из анализа процессов клеточных передвижений.

Сопоставляя пройденный клетками какого-либо клеточного комплекса этап формообразования с числом совершившихся за это время митозов, можно составить себе приблизительное представление о полной, пройденной данной клеткой траектории. В ряде случаев она оказывается довольно сложной в чисто геометрическом смысле.

Так как речь идет о движении, то вполне естественно попытаться применить обычную терминологию кинетики и начать со следующей альтернативы:

1) движение определяется возникающими в самих клетках импульсами наподобие, скажем, реактивного механизма, снабженного приспособлением, направляющим движение по непрямолинейной траектории;

2) в зародыше возникает локализованный участок X, притягивающий или отталкивающий данную группу клеток.

Непрямолинейность траектории могла бы зависеть при этом от различных причин и не представляет особых затруднений. Но можно в известной мере сгладить это противопоставление двух возможностей, приняв, что направляющий внутриклеточный аппарат как-то «пеленгуется» относительно участка X.

Центр внимания переносится, таким образом, на какие-то, пока совершенно проблематичные, локализованные участки X, Y... зародыша, по которым происходит пеленгование. При этом возникает аналогия с «организаторами», особенно в первоначальной концепции Шпемена [54].

Однако основное, руководившее им представление о иерархическом подчинении более поздних зачатков более ранним, предшествующим им, лишь в очень малой степени совместимо с фактами. Нет поэтому оснований для противопоставления активных доминирующих участков зародыша пассивным.

Если приходится признать какое-то воздействие на группу клеток, то оно мыслимо лишь как взаимодействие. Мы будем исходить из этой концепции.

Основные формообразовательные процессы сводятся к передвижению клеточных масс, их расчленению на отдельные дискретные очерченные комплексы и к перегруппировке клеток в пределах каждого из них.

Особняком стоят процессы формирования из эпителиальных пластов. Эта первая фаза эмбриогенеза очерчена достаточно определенно во всех организмах. Мы можем исходить при этом из эквипотенциальности клеток, входящих в состав каждого, еще не расчлененного комплекса, и в более ограниченном смысле, по-видимому, и в уже обособленных после расчленения комплекса.

Смысл положения об эквипотенциальности клеток заключается, как понятно, в том, что время и место расчленения сплоченных комплексов и перегруппировок клеток определяется не различиями или спецификой отдельных клеток, но вытекает или из их взаимодействия, или навязывается данному комплексу, так сказать, извне,

т. е. соседними комплексами. В первом случае речь будет идти о внутренних, во втором — о внешних полях комплексов.

Некоторые общие закономерности структуры внутренних актуальных полей комплексов были уже выведены в предыдущем. Перед нами возникает теперь вопрос о возможности вывести акт расчленения однородной сплошной клеточной массы, исходя из выведенных уже раньше предпосылок.

Рационально будет исходить при этом из упрощенной и сильно схематизированной, но все же близкой к реальной обстановке, например расчленения сплошного пласта мезодермы на сомиты. Мы исходим, таким образом, из состоящего из большого числа однородных, подвижных мезехиматозных клеток пласта, протяжение которого по оси зародыша значительно превышает поперечное. Клеточный комплекс находится при этом в непрерывном интенсивном размножении, что имеет следствием также непрерывную, при этом во всех его точках, внутреннюю перестройку, т. е. клеточные передвижения, а следовательно, нестационарное неравновесное состояние.

Комплекс из свободных, подвижных, взаимно отталкивающих друг друга клеток может, вероятно, сохраниться лишь при наличии ограничивающих экспансию факторов. При эмбриогенезе они всегда налицо, хотя бы в виде эпителиальных пластов, ограничивающих комплексы мезенхиматозных клеток. При этом имеется, конечно, в виду не чисто механическое ограничение возможности расхождения клеток, по полю ограничивающего пласта, векторы которого направлены противоположно векторам собственного поля расширяющегося клеточного комплекса.

Сочетание двух актуальных полей противоположного направления может привести к возникновению периодов в структуре актуального поля клеточного комплекса, выражающихся в поперечных сечениях через комплекс, в которых результирующие векторы равны нулю.

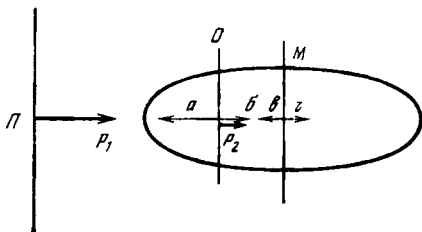
На схематическом изображении этого процесса в качестве области, противодействующей экспансии мезенхимной массы M , принимается эпителиальный пласт II (рис. 6).

Проводя через M поперечные сечения — среднее и боковое (ближе к пласту II) и исходя из представления о действии объемного актуального поля как о воздейст-

вии целого (см. раздел «Актualityные поля»), мы видим, что вектор, направленный от бокового сечения дистально, больше соответственного вектора, направленного проксимально. Но при сложении с вектором внешнего поля Π проксимально направленная результирующая должна в каком-то сечении уравновесить собственный дистальный вектор и этим создать стабилизирующую

Рис. 6. Взаимодействие полей эпигенетического пласта Π и мезенхимной массы M эллипсоидной формы

По некоторому эксцентриситетному сечению O мезенхимной массы вектор результирующего поля должен быть равен нулю



зону. Стабилизирующая зона в среднем сечении создается из-за уравновешивающего действия правой и левой половины собственного поля мезенхимной массы. Чисто предположительно можно представить себе следующие последствия таких периодов.

Клеточные поля в этих областях симметричны, и клетки остаются, по крайней мере некоторое время, неподвижными. Если, что правдоподобно на основании основных положений анизотропии поля (и в некоторой мере соответствует наблюдениям), клетки устанавливаются при этом параллельно большим осям эллипсоида анизотропии, взаимное отталкивание клеток по обе стороны от сечения с нулевыми векторами будет превышать среднюю величину отталкивания в других участках. Сечения со стабилизирующими поверхностями являются поэтому местами расчленений. Можно установить на основании этих соображений как общий принцип, что достаточно крупное клеточное скопление с резким преобладанием одного диаметра расчленяется посередине (предполагая полную однородность комплекса) или, в случае неоднородности строения комплекса, отклоняясь от среднего сечения.

Расчленению более или менее компактных мезенхиматозных скоплений можно противопоставить локализованные сгущения рыхло распределенного вначале клеточного материала — формообразовательный процесс громадного значения, так как он лежит в основе дальнейшего разви-

тия скелета. В некоторых случаях, как, например, при образовании хрящей базальной части черепа, сгущение рыхло распределенных первоначально клеток не представляет особых трудностей для понимания, так как процессы сгущения происходят в ограниченных со всех сторон мощными клеточными пластами районах и могут быть сведены на действие внешних полей (сравни ниже).

Но в наиболее трудном для понимания процессе возникновения хрящевых зачатков будущих конечностей (в особенности мелких костей) приходится ограничиться самыми общими соображениями, как из-за чрезмерной сложности проблемы, так и ввиду отсутствия достаточных для более конкретных конструкций фактических данных.

Равномерное, по всей видимости, вначале скопление мезенхиматозных клеток, заполняющее ранние зачатки конечностей, находится в условиях, существенно отличных от проанализированных нами эпителиальных пластов мезодермы. Эпителиальный покров зачатков конечностей с выраженной краевой складкой является малоподатливой преградой для свободной экспансии непрерывно растущей в объеме массы мезенхиматозных клеток.

Их сгущения являются поэтому совершенно очевидной необходимостью, и локальность сгущения вытекает уже из развитых выше соображений. Но их многократность, т. е. возникновение нескольких дискретных очагов, и в особенности их строгое числовое постоянство представляют, конечно, очень большие трудности для понимания. Прежде всего отсутствуют достаточно детальные эмпирические данные о процессах сгущения, распределении интенсивности митозов, из которых можно было бы сделать предположительную конструкцию актуальных полей.

Среди процессов сгущения мезенхиматозных клеток особое место занимает упорядочение их пространственных взаимоотношений, приводящее к формированию эпителиальных образований (например, извитых канальцев почки). Эти процессы не представляют особых трудностей для понимания без каких-либо добавочных допущений к основным положениям полевой концепции.

В приблизительно сферических скоплениях мезенхиматозных клеток центральный участок испытывает воздействие по существу стабилизирующего характера, приводящее к максимальному сближению группы клеток.

Такое насильственное сближение создает своеобразную архитектуру внутриклеточных актуальных полей

(сравни раздел об актуальных полях), способствующую синтетическим процессам, повышающую интенсивность их полей. Этот последний момент приводит к взаимному отталкиванию клеток, т. е. к формированию центрального просвета — образованию пузырька, зачатку будущего капальца.

Существенно иные проблемы возникают при анализе формообразования эпителиальных пластов.

Мы должны различать здесь перемещение клеток комплекса и, в связи с этим, изменение конфигураций, вызываемое либо только его внутренним полем, либо комбинацией внутреннего и внешнего полей.

Мы начнем с первого. При этом имеются в виду локализованные многоклеточные пласты, как бы включенные в обширные, однослойные всегда, поверхностные эпителиальные площади, не могущие, судя по всей видимости, оказать сколько-нибудь непосредственное механическое сопротивление поведению многослойного массивного пласта (например, медуллярная пластинка).

Решающим фактором для изменения конфигураций последнего будут при этом определенно локализованное размножение клеток и их миграция в толщу пласта. Существенно при этом, что уже незначительное отклонение такой пластинки от плоской формы влечет за собой, в силу полевых соотношений (рис. 7), дальнейшее нарастание искривления в том же направлении. Здесь проявляется себя, таким образом, в известной мере и в несколько ином характере принцип сопряженности и неустойчивости. При дальнейшей эволюции формы уже в значительной мере искривленных пластинок их актуальные поля обнаруживают внутреннюю и внешнюю слагаемые: для любого участка пластинки существует внешнее поле, источником которого является приблизительно симметричный участок той же пластинки, расположенный против нее.

Элементарные соображения позволяют составить себе представление о внешнем поле эпителиальной пластинки, причем ввиду отсутствия количественных эмпирических данных мы ограничиваемся наиболее простыми и элементарными предположениями.

Дана плоская пластинка неограниченной протяженности. Из какой-либо ее точки восстановим перпендикуляры и попытаемся прикинуть интенсивность поля на любую, принадлежащую ему точку.

Слагаемая поля от любой клетки площадки на точку

будет обратно пропорциональна квадрату расстояния (рис. 8).

Если рассматривать прямую МА как образующую конуса, вырезающую из пластинки круглую площадку радиуса r , легко убедиться, что при каждом данном расстоянии точки А от площадки можно принять в расчет лишь площадь, являющуюся основанием конуса с углом у вершины, не превышающим определенной величины, например 60° .

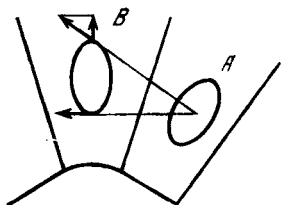


Рис. 7. Схема, иллюстрирующая парастание незначительного искривления клеточного пласта: вектор от ядра клетки А на верхний полюс ядра клетки В больше вектора на нижний полюс того же ядра

Если сравнить поле в двух точках на перпендикуляре с расстояниями от пластинки $A > B$, соблюдая постоянство углов у вершины конусов с вершинами А и В, интенсивность в последней будет $J = nb^2/a^2$, а площадь, т. е. число клеток основания конуса с данным углом, будет пропорциональна a^2/b^2 .

Другими словами, поле достаточно протяженной пластинки однородно, т. е. без декремента.

Переходя к реальности, можно поэтому вывести, что компактные клеточные комплексы обладают очень значительными внешними полями с сравнительно слабыми декрементами. Мы имеем, таким образом, право говорить о дальнедействии между отдельными участками зародыша, налагающимися па ближнедействие и определяющими процессы формообразования, в особенности в замкнутых энителиальных зачатках, например мозговых пузырях.

Чрезвычайная сложность архитектуры актуальных полей ближнедействия сглаживается в известной мере воздействием полей массивных окружающих клеточных комплексов.

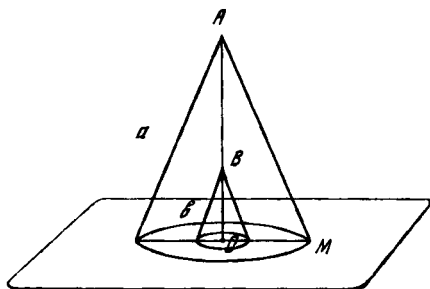
Выводы, касающиеся интенсивности и характера внешних актуальных полей массивных клеточных комплексов, имеют далеко идущие последствия для понимания процессов общего формообразования.

Любая конфигурация замкнутого энителиального пласта, отличная от сферы, будет эволюционировать, благодаря взаимодействию противоположащих отрезков стенки,

до тех пор, пока продолжается размножение клеток, рост их объемов и сохраняется возможность их передвижений друг относительно друга. Решающее значение сопряженности вырисовывается здесь с особенной яркостью.

Мы указывали уже ранее, что не меньшее влияние оказывают внешние поля эпителиальных комплексов и на формообразовательные процессы рыхлых мезенхиматозных масс: предоставленные самим себе клетки мезенхимы отдаляются друг от друга. Но в областях, где они

Рис. 8. Схема действия поля эпителиального клеточного пласта неограниченной протяженности (объяснение в тексте)



расположены между мощными эпителиальными пластами, внешние поля последних, противодействуя центробежным тенденциям мезенхиматозных клеток, приводят, наоборот, к их сплочению.

Легко понять, что теория, не включающая в свои основы количественные параметры, должна ограничиться сформулированными в предыдущем общими принципами формообразовательных процессов из свободно подвижных клеток. Попытки решения более конкретных задач были бы невозможны и лишены смысла.

Значение и смысл наших построений нужно искать в совершенно ином.

Конкретная задача формообразования, ограничивающегося лишь передвижениями клеток (при их непрерывном размножении), может быть сведена либо на какие-то присущие самим клеткам свойства, либо на сосуществующие паряду с клетками и подчиняющие их себе (в смысле пролагаемых клетками траекторий) факторы.

Так как эта формулировка ограничительна и поэтому не тавтологична, второе допущение само по себе вполне закономерно и было использовано нами в свое время с некоторым успехом для ряда процессов формообразования. Но теория клеточного поля позволяет набросать общие основы формообразования исходя и из первого допущения.

ния, и если стать на эту почву, то альтернатива заостряется в следующем направлении.

Если передвижения клеток приводят к очень различным в пределах зародыша, в различных его участках, результатам, то перед нами открывается выбор между двумя положениями.

Различные группы клеток (или даже клетки?) различны по каким-то своим свойствам, и поэтому их воздействия на другие клетки различны, откуда и различия результатов.

Но мыслимо и другое: клетки на разбираемых стадиях эмбриогенеза эквипотенциальны (в ограниченном групповом смысле), и поэтому параметры их воздействия на другие идентичны, т. е. воздействие есть взаимодействие.

Но удастся при этом показать, что результаты такого взаимодействия приводят к все нарастающему разнообразию.

Преимущество такой интерпретации наблюдаемого заключается в том, что параметры клеточных свойств, требуемые для проведения этих конструкций, вводятся не специально для этой цели, а используются для умственной реконструкции большинства основных жизненных явлений.

Дифференцировка и гистогенез

Под первым термином понимается обычно расхождение общего до тех пор пути развития элементов, принадлежащих одному комплексу, или даже соседних элементов.

Гистогенез есть совокупность процессов в каком-либо клеточном комплексе, приводящих к квазистационарным состояниям.

Феномен дифференцировки представляет почти непреодолимые затруднения для любой преформистской концепции. Но ее общий принцип выводится при сравнительно простых допущениях из основоположений теории поля чисто эпигенетического характера.

Проблема формулируется следующим образом.

Дан комплекс из *II* эквипотенциальных клеток², в котором, начиная с определенного момента, намечаются постепенно нарастающие различия, скажем для простоты,

² Понятие «эквипотенциальности» равнозначно здесь допущению, что любое перемещение клеток внутри комплекса не отразилось бы на конечном результате.

лишь двух категорий (например, нейробласты и спонгиобласты медуллярной трубки).

Из понятия эквипотенциальности в данной здесь формулировке вытекает актуальность возникновения расхождений, т. е. отсутствие какой-либо скрытой предыстории в предшествующих этапах жизненного пути данных клеток.

Актуальность возникающих расхождений может быть обоснована непрерывной эволюцией актуального поля, комплекса, следовательно и любой клетки.

Мы можем различать при этом для каждой клетки актуальное микрополе, обусловленное ее ближайшим соседством, на которое накладывается макрополе всего комплекса (предполагаемого при этом изолированным).

Клеточные актуальные поля неограниченно разнообразны, но можно выделить две главных категории: с резким преобладанием одного вектора («заостренной» направленности) и без определенно выраженной анизотропии.

Хотя актуальные поля обеих категорий подвержены, вероятно, в принципе непрерывным изменениям, при известных условиях заостренная направленность клеточного поля может оказаться длительной. При этом возможно также, что поля этой категории приближаются к симметрии и сохраняют ее достаточно длительный промежуток времени.

Можно говорить поэтому о стабильных и флуктуирующих актуальных клеточных полях.

Длительная направленная заостренность актуальных клеточных полей возможна при пространственной связанности клеток, т. е. в пластах эпителиального или квазиэпителиального (стенки зачатков ЦНС) характера.

Из основных положений концепции поля непосредственно вытекает, что заостренность должна осуществляться в краевых зонах, т. е. на поверхностях многослойных пластов, и мы можем говорить о зональных различиях актуальных полей данного комплекса.

Но можно предположительно, исходя из известных уже нам положений, приписать значение и индивидуальным различиям клеточных актуальных полей в пределах одной зоны, выделив, например, случаи симметричных полей. Их особенное положение и значение можно приписать тому, что в симметричных полях возникают нулевые точки и критические поверхности, способствующие формированию вестигий.

Резюмируя эти соображения, можно сказать, что актуальные поля однородных, состоящих из эквивалентных клеток, комплексов вносят в них зональные и клеточно-индивидуальные различия, могущие стать необратимыми.

Проблема групповой и клеточно-индивидуальной дифференцировки в строго актуальной, т. е. эпигенетической, форме приближается этим самым в значительной мере к нашему пониманию³.

Гистогенез

В большинстве своих проявлений гистогенез связан в той или иной мере с осложнениями или нарушениями первоначально простого и однозначного клеточного принципа. В тех случаях, где он по существу сохраняется, специализация клеточной организации не постулирует непременно ее осложнений в виде необратимых клеточных структур.

Но на первый план выступают закономерные и сложные пространственные взаимоотношения как между клетками одной и той же категории, так и с элементами совершенно разнородного характера.

То же самое можно выразить и чисто физиологическими понятиями. Процессы, протекающие в большинстве сложившихся систем, не всегда могут быть описаны чисто клеточным языком, так как они являются результатом сложных взаимодействий, в которых клеточная структура системы нередко отступает на задний план.

Но ряд процессов гистогенеза приводит к еще большему затупевыванию клеточного принципа путем полной перестройки первоначальной клеточной организации, например мышечные волокна или формирование вклеточных элементов, в которых руководящая роль клеток спорна.

Уже априори ясно, что концепция поля бессильна для создания моделей, притязающих на сколько-нибудь близкое воспроизведение конкретных процессов гистогенеза. Речь может идти лишь о моделировании двух общих принципов — прогрессирующем, необратимом осложнении

³ Наши представления о значении заостренности и симметрии клеточных полей для дифференцировки находят некоторое подтверждение в том факте, что как зональные, так и индивидуальные дифференцировки возникают обычно в краевых зонах; возникновение палочек и колбочек — как зональная дифференцировка, нейробластов — как индивидуальная дифференцировка.

клеточных организаций и установлении закономерных пространственных связей между элементами. Для первой задачи мы вынуждены прибегнуть к существенному дополнительному допущению к общей теории поля, от которого до сих пор воздерживались. Непременно принять для некоторых категорий клеток наличие по меньшей мере двух дискретных источников поля.

Собственное поле клетки утрачивает при этом стабильность своих основных параметров и приобретает характер непрерывно эволюционирующего, на основании принципа сопряженности, актуального поля. Чисто цитологическое обоснование этого допущения возможно без особой натяжки лишь в некоторых случаях.

Прежде всего, есть основания рассматривать центросомы как дериваты ядра, т. е. комплексы частиц хроматина, быть может, несколько видоизмененного химического состава. Но и помимо этого, в случаях достаточно клеточно-локализованного гистогенеза, можно отметить значительные накопления цитохроматина, это особенно выражено в молодых пейробластах.

Но если можно говорить о формальном удовлетворении допущения, его внутренняя убедительность на первый взгляд очень мала.

Клеточное поле в своей обычной, ограничительной формулировке может притязать на ценность главным образом благодаря стабильности, передко и инвариантности своих основных параметров; его микроструктура из отдельных элементарных всплесков не отражается существенно на его дальнедействии.

То же самое можно отнести и к полю центросомы, и поэтому так сравнительно удачно выполнимо моделирование митоза и возможна хотя бы самая элементарная моделировка спермиогенеза.

Но диффузное распределение цитохроматина представляет в этом отношении большие трудности, и естественно на первый взгляд приписывать ему общепринятое значение центра усиленного синтезирующего метаболизма, не включая в него и векторные параметры воздействия.

Но вместе с тем признание последних могло бы оказаться существенным, так как процессы усиленного синтеза, с которыми сопряжены в этих случаях процессы гистогенеза, носят характер заостренной направленности, легко выводимой из представления о векторном воздействии цитохроматина.

Дальнейшее детализирование этих общих предположений должно остаться беспочвенным и поэтому беспечным. Следует признать, что для моделирования ряда основных процессов клеточного гистогенеза (например, поперечнополосатых волокон) концепция поля пока совершенно бессильна.

Совершенно новый подход открывается концепцией поля для моделирования межклеточных (внеклеточных) процессов гистогенеза, так как все последствия, вытекающие из представления об актуальных полях, относятся в равной мере и к межклеточным пространствам.

Догматическое представление о внутриклеточном происхождении фибриллярных элементов, лишь вторично выступающих из клеток, сменилось, как известно, в последнее время, быть может, не менее крайним представлением о полной независимости возникновения фибриллярных элементов от клеток.

Действительно, многие микроскопические наблюдения заставляют отдать предпочтение последней альтернативе. Но возникающие при этом трудности, особенно закономерная направленность прорастания коллагенных пучков, затемняют положение. Если же, отрешившись от материальной зависимости внеклеточных образований от клеток, ввести представление о динамической зависимости от создаваемого клетками актуального поля, представления о внеклеточных морфогенетических процессах приобретают совершенно иной характер.

Актуальные поля в межклеточных пространствах обладают нулевыми точками, а при достаточной правильности и густоте распределения клеточных групп и нулевыми поверхностями или линиями (например, соприкосновение двух эквидинамических, с противоположными направлениями векторов, цилиндрических поверхностей).

Согласно выведенному ранее, такие нулевые участки являются зонами сгущения и некоторой стабилизации молекулярного распределения и, вследствие этого, усиленного синтеза пептидных цепей, располагающихся соответственно направлению поверхностей сгущения.

Эти соображения приближают нас, при всей своей элементарности, к пониманию строгой направленности возникновения и роста фибриллярных пучков костных пластинок, роговицы и различных кутикулярных и скелетных образований беспозвоночных.

Сложные связи и пространственные взаимоотношения между элементами совершенно гетерогенного характера,

обуславливающие строение и биологические процессы почти всех систем, устанавливаются двумя, очень различными путями: процессами дифференцирования из общей, вначале однородной (или даже эквипотенциальной), бласты и вторичным соединением топографически даже отдаленных элементов путем прорастания. Последний процесс относится в полной мере лишь к иннервации зачатков систем и органов. Попытка его интерпретации относится к одной из важнейших и труднейших задач теории поля.

Само собой разумеется, что речь может идти при этом лишь о попытках самого общего и элементарного применения развитых нами общих принципов.

Полное бессилие преформационных представлений здесь настолько очевидно, что дискуссия представляется бесполезной. Микроскопические картины, данные Кахалем [28], делают очень вероятным, а данные Р. Гаррисона с эксплантатами несомненным, что сам акт прорастания нервного отростка вполне автономен, и следовательно, если рассматривать его как проявление поля нейробласта, оно должно отличаться совершенно уникальными свойствами по сравнению со всеми остальными, даже находящимися в непосредственном соседстве с ними, эмбриональными клетками. Существует ли возможность вывести их из уникальности всего хода их развития, начиная от выхода из состояния эквипотенциальности, т. е. индетерминации?

Положительный ответ здесь возможен лишь с большими оговорками. Мы говорим о возникновении специфической организации нейробластов, исходя из того, что их дальнейшее поведение указывает на высокую степень их автономности, т. е. на существенные и необратимые изменения, по крайней мере некоторых параметров их поля.

Этот вывод находит подтверждение в микроскопических наблюдениях — переход на раннем этапе эволюции нейробластов главной массы хроматина из ядра в тело клетки и его скопление и концентрация дистальнее полости медуллярной трубки (желудочка). Уникальность этого процесса может найти некоторое объяснение в неповторяемости актуального поля в районе формирования нейробластов.

Действительно, легко убедиться, что актуальное поле имеет здесь характер однозначно направленной, выраженной заостренности. Выступление хроматина из ядра со-

ответствует по направлению векторам актуального поля. Но следует признать, что оно не вытекает непосредственно из основных положений.

Уполюлярное развитие нейробласта, т. е. возникновение направленного паружу отростка, не встречает, конечно, затруднения для понимания, но дальнейший педдержанный рост, т. е. образование нервного волокна, общий объем которого во много раз превосходит образовавшую его клетку, является проблемой, не подвергавшейся, насколько видно, до сих пор серьезной дискуссии.

Объединяющим весь жизненный цикл нейрона началом, обуславливающим его специфичность и уникальность, мы считаем впеядерный характер его поля.

Для дальнейшего развития этого положения представляется рациональным исходить из данных, относящихся к вполне сформированным, «функционирующим» в обычном смысле этого слова, нервным клеткам.

Они являются уникальными не только по экстрацеллеарному расположению, но и по количеству хроматина и, судя по ряду данных, по интенсивности его метаболизма.

Мы имеем поэтому все основания приписать нервным клеткам, исходя из полевой концепции поля, интенсивность клеточного поля, намного превосходящую среднюю интенсивность полей всех остальных видов клеток. При этом, насколько можно судить по микроскопическим данным, фибриллярный аппарат клеток заполняет промежуток между глыбками, т. е. находится в несравненно более близком соседстве с хроматином — источником поля, — чем аналогичные формирования в других случаях.

Мы будем исходить из несколько рискованного, но все же законного предположения, что уже на сравнительно ранних стадиях прорастания нейронов за пределы медуллярной пластинки флуктуации интенсивности (и некоторых пространственных параметров) поля нейробласта будут иметь следствием возникновение и распространение цепных процессов вдоль прорастающего нейрона.

Импульсы возбуждения, распространяющиеся по «функционирующим» нервным волокнам, представляются в свете концепции поля в следующем виде.

Входящие в состав фибрилл, находящиеся на высоком энергетическом уровне пептиды подвергаются в интенсивном поле обратимой деформации, которая является стартом цепного процесса — перехода энергии возбуждения от одной молекулы (пептидной цепи) на соседнюю.

Если мы перенесем эти обоснованные рядом соображений представления на протекающие в растущем нейроне процессы, то естественно принять, что «концевые», т. е. принадлежащие конусу нарастания, молекулы, до которых доходит ценной процесс передачи энергии, присоединяют к себе, путем формирования пептидной связи, свободные до тех пор молекулы из окружающей среды. Прорастание нейрона сводится, таким образом, на апикальный рост, что, вероятно, не исключает возможность и попутного, интеркалярного возникновения и присоединения отдельных пептидных цепей.

ОБРАТИМЫЕ ЖИЗНЕННЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ

Реакции живых систем

Самое общее определение «реакции» живых систем можно сформулировать как их способность отклонять на новое русло течение многочисленных процессов от того дальнейшего пути, который намечался до импульса.

Это определение содержит в себе одно утверждение далеко не бесспорного характера: предполагается, что не импульс предопределяет основные или все параметры нового русла, но они определяются самой живой системой. При этом делается упор на полиреактивность если не всех, то, по крайней мере, подавляющего большинства живых систем.

Выяснение того звена, которое представляет как бы стык между отрезком процесса, определяемым непосредственно импульсом, и исходным актом собственно «реакции», т. е. дальнейшего течения, определяемого уже самой живой системой, представляет основную и труднейшую задачу нашего анализа.

Прежде всего, притязание на всеобщность представление должно считаться с необычайно широким диапазоном самого понятия полиреактивности, чрезвычайно скромной, например, в большинстве железистых органов или приобретающей по своей сложности характер индетерминизма в реакциях нервной системы. Наряду с этим полиреактивность может обладать свойствами явной «регуляции» или быть лишенной ее.

Путь нашего анализа предпринимается в известной мере связывающей нас концепцией поля. Автономность каждой клетки (понятие очень общего и несколько расплывчатого характера) определяется ее актуальным полем. Мы будем исходить из этого положения, допустив пока удовлетворительность понятия «автономности».

Вначале необходимо остановиться на определенных представлениях об импульсах.

В широком, интересующем нас здесь смысле этого понятия речь идет, конечно, не только о воздействиях элементарных химических и физических факторов на рецепторы, устанавливающие связь между живыми системами и внешним миром. Всякое воздействие на любую частичную, т. е. входящую в состав большей, систему извне по отношению к ней, т. е., например, приходящее от аналогичной другой системы, есть импульс.

Если импульсы внешнего мира в большинстве случаев монотонны для каждого функционального элемента органа рецептора (например, для палочек сетчатки, клеток кортиева органа, клеток вкусовых луковиц, элементов кожных рецепторов и т. д.) и могут быть обозначены для простоты как импульсы первого порядка, то импульсы дальнейших порядков, подводимые к частным системам клеток уже от рецепторов, могут достигать большого разнообразия. Говоря о полиреактивности, как об общей характеристике живых систем, мы и имеем в виду, что, быть может, за немногими исключениями⁴, живые системы (клетки) реагируют на разнообразные импульсы также разнообразным, но в общем однозначно соответствующим образом.

Наша задача распадается, таким образом, на несколько отдельных вопросов. Мы должны, во-первых, попытаться составить себе представление о последовательности процессов, вызываемых в клетках рецепторов внешними физическими или химическими импульсами. Мы будем рассматривать эту последовательность в ее совокупности, т. е. учитывать их распространение по следующей системе, к которой она подходит, в свою очередь, как импульс. Уже здесь возможны два варианта: вторая клетка связана лишь с одной клеткой рецептора и передает полученный ею импульс дальше (вероятно, в видоизмененной форме). Или она воспринимает импульсы от многих клеток рецептора, подвергшихся импульсам разного характера или содержания.

Реакция второй клетки в первом варианте будет заключаться в какой-то переработке или видоизменении течения того процесса, который проник в нее в виде импульса от клетки рецептора. Если этот импульс состоял из монотонно протекающего цепного процесса, то

⁴ Помимо «рецепторов» в «узком» смысле слова, о чем речь выше.

он может сохранить и во второй клетке характер такой же, но по содержанию видоизмененной монотонности.

Но если вторая клетка получает одновременно несколько, при этом разнородных, импульсов, ее реакция должна носить совершенно иной характер, который мы можем обозначить как синтетический. Как легко догадаться, оба различаемых нами до сих пор варианта осуществляются, например, в сетчатке.

К первой категории относятся нейроны в области центральной ямки, где, во всяком случае, каждой колбочке соответствует одна биполярная клетка, связанная, по-видимому, с одной ганглионарной клеткой. Ко второй категории — те же два нейрона вне области центральной ямки, где один биполяр получает импульсы от нескольких палочек и, в свою очередь, одна ганглионарная клетка — импульсы от многих биполяр. Таким образом, и в биполярах, и в ганглионарных клетках реакция на получаемые ими импульсы носит выраженно синтетический характер.

Реакции в рецепторах

Если клетки (рецепторы) подвергаются воздействию извне физического или химического фактора, то представление о первом звене последующей цепи процессов, которое мы будем обозначать как ее старт, можно вывести следующим образом.

Так как пороговые величины импульсов, по крайней мере для некоторых органов высших животных, имеют значения порядка 10^{-12} эрг, т. е. при химических импульсах пара молекул на клетку, то мы можем вывести, что процесс реакции может развернуться и протекать от старта, затронувшего одну молекулу рецептора.

К классическим формулировкам процессов молекулярного возбуждения — распада, ионизации, высвечивания энергии и т. п. — мы можем присоединить, исходя из концепции поля, и деформацию функциональной единицы.

Напомним, что, согласно основному положению теории поля, избыточная энергия молекулы, находящейся в поле, переходит в значительной степени в направленную кинетическую. Если, как предполагается в данном случае, возбужденная молекула входит в состав некоей «функциональной единицы», включающей молекулярный комплекс, вероятнее всего, что кинетические процессы приведут к деформации молекулы.

Если допустить ее обратимость, то освобождающаяся при возвращении функциональной единицы к первоначальному уровню энергия может послужить началом мощного цепного процесса деформации следующих, идентичных с первой функциональных групп.

Но такой процесс должен без посторонних привходящих обстоятельств затухнуть и, кроме того, постепенно изменяться по своему содержанию в силу следующих моментов.

Сама архитектура клеток рецепторов делает чрезвычайно маловероятным наличие идентичных состояний функциональных единиц по всей длине оси клетки, т. е. по направлению к ее полюсу, противоположному непосредственно воспринимающему импульс. С точки зрения концепции поля, идентичность состояний функциональных единиц, следующих одна за другой по длине оси, даже исключается ввиду различия их координат относительно источника поля.

Таким образом, первичная «переработка» результатов воздействий физико-химических импульсов на клетки рецепторов, при соблюдении монотонности реактивного процесса, вытекает без дальнейших допущений из концепции поля⁵. Такую переработку мы можем представить как меняющуюся в своих параметрах волну деформации функциональных единиц.

(Значение деформаций для процессов метаболизма подвергалось обсуждению в одной из предшествующих глав.)

Само понятие деформации достаточно гибко, чтобы удовлетворить возможности реакции клетки рецепторов на варьирующие по какой-нибудь одномерной шкале параметры импульсов. Если первичный импульс заведомо химического характера, деформация функциональных единиц может явиться следствием присоединения дающего импульс вещества к входящим в состав функциональной единицы молекулам, так как конфигурации ее есть функция как от поля, так и от ее материального состава.

Синтезированные импульсы

Эволюционирующая в некоторых своих параметрах волна деформации функциональных структур, докатывающаяся до противоположного полюса клетки рецептора, является,

⁵ Мы говорим о монотонности реактивной цепи в клетках рецепторов как о наиболее простом допущении, которое для нас достаточно.

в свою очередь, импульсом для систем следующего порядка, конечно, безотносительно к тому, войдет ли он вместе с другими импульсами в состав комбинированного импульса, приводящего к синтетической реакции, или остается изолированным, т. е. единственным для клетки следующего порядка.

Акт этого перехода волны деформации (обозначаемой обычно как волна возбуждения) от клетки рецептора на следующую представляет большие трудности для понимания, т. е. и для чисто умозрительной конструкции. Но он должен быть сразу поставлен в более общей форме, независимо от того, идет ли речь о переходе от клетки рецептора, где первичный процесс еще более или менее прозрачен, или о передаче нервных импульсов от одного центра к другому, или к эффекторным органам⁶.

Трудности для понимания возникают в основном в вопросе. Мы приняли, что в пределах клеток-рецепторов волна деформации функциональных единиц пробегает с непрерывным (т. е. без нарушения сплошности) изменением некоторых параметров, считая, что решающим фактором изменений здесь является поле. Аналогичная эволюция волны нервного импульса по длине волокна показана эмпирически (эволюция митогенетического спектра). Но мы не можем представить себе перехода импульса от рецептора (или от нервного волокна) на эффекторную систему без некоего принципиального разрыва сплошности, т. е. приобретения совершенно нового содержания процессов, возникающих в воспринимающей системе по сравнению с процессами, составляющими волну импульса.

Как всякий разрыв сплошности, этот акт доставляет особенные трудности для понимания и вызывает чувство особенной неудовлетворенности. Поэтому основной проблемой является здесь акт «сглаживания» разрыва сплошности. Как это может стать возможным?

Такой разрыв может быть истинным, т. е. полным или кажущимся (неполным). В первом случае между каким-то звеном М непрерывного до тех пор процесса и между звеном X нового процесса нет ни одного общего параметра, за исключением последовательности по времени. Так обстоит, например, дело в соматопсихических и психосоматических связях.

⁶ Не включается лишь чисто химическая передача (гормональная) импульсов, так как она принципиально не отличается от первичных химических импульсов, проходящих от внешнего мира.

Но при неполных (кажущихся) разрывах сплошности можно всегда допустить существенную общность материальных параметров, т. е. свойств молекул, затронутых процессами по эту и по ту сторону феноменологического разрыва. Поэтому в этих случаях правильнее было бы говорить о резких переломах в течении процессов, чем о разрыве сплошности в том смысле, как приходится его понимать в соматопсихических зависимостях. Анализ всех возможностей сглаживания истинного разрыва сплошности соматопсихического ряда будет проведен в специальной главе. Здесь нас интересует анализ переломов, наблюдаемых в соматических рядах.

Нет, конечно, никаких оснований локализовать перелом, во всем его объеме, в каком-либо одном стыке между двумя звеньями, из которых первое относится к системе, дающей импульс (например, к первным окончаниям), второе — к воспринимающей его системе.

На такие представления наталкивают обычно частью гистологические картины, частью трудноискоренимый взгляд на клетки (волокна) как резко обособленные системы.

Мы будем, во всяком случае, ближе к истине, если представим себе такой перелом размытым, и, во всяком случае, откажемся от его топографической локализации в чисто условно (гистологически) локализованных участках заинтересованных систем (например, клеточной поверхности, оплетаемой нервными разветвлениями). Основной вопрос, в котором мы должны связать себя теми или иными представлениями, заключается в следующем: необходимо ли во всех случаях связывать течение процессов от одного звена к следующему исключительно ближайшим взаимодействием между вовлеченными в процесс молекулами.

Стоит поставить себе этот вопрос, чтобы убедиться, что данный без всяких колебаний утвердительный ответ будет необоснованным и догматичным.

В нашей концепции специфика течения процессов в живых системах определяется тремя факторами: химической природой включающихся по очереди в процесс молекул, импульсом, как-то связанным с молекулами непосредственно предшествующего звена процесса, и, наконец, координатами данного звена процесса в поле. Вместе с тем в концепции поля взаимодействие молекул в чисто химическом понимании дополняется возможностью воздействия богатой энергией молекулы —А— на другую молекулу —С— путем передачи ей энергии, не влеку-

щей за собой химических изменений в молекуле —С— (как это предполагается, например, в представлении о макроэргических фосфатах). Мы имеем при этом в виду переход энергии деформации функциональной единицы А на —С—, приводящей последнюю тоже в состояние деформации.

Но при такой формулировке от нас ускользает наиболее существенное — специфичность деформации. Действительно, если для первичных импульсов рецепторов можно примириться с шкалой интенсивности однозначно определяемой физическим (химическим) импульсом, то для импульса вторичного порядка, результирующего от синтетической реакции (например, даваемого ганглионарной клеткой сетчатки через волокно зрительного нерва), существенными являются какие-то параметры, которые не могут быть исчерпаны одномерной шкалой (интенсивности). Само введение понятия деформации уже подготавливает нас к этому выводу, так как в клетке, где возникает синтезированная реакция, необходимо, конечно, допустить векторное сложение поступающих в нее одновременно волн различной деформации, отличающихся своими векторными параметрами.

Отходящий от такой клетки импульс будет, таким образом, заключаться в распространении волны деформации, представляющей собой результат векторного синтеза. Здесь и возникает основная трудность. Сравнительно просто представить себе последовательность (цепной процесс), исчерпывающую себя в передаче от одного звена к следующему энергии, вызывающей (если эта передача совершается в поле) деформацию следующего звена. Но так как специфичность деформации была уже определена при этом полем предшествующей инстанции, в которой возникла синтетическая реакция, то и деформация каждого вновь вовлекаемого в процесс звена должна определяться, помимо постепенно модифицирующих ее местных условий (местного поля), по существу, актом передачи специфики от одного звена на следующее.

Для удовлетворения нашего стремления к пониманию необходимо прибегнуть к расширению наших представлений о возможностях взаимодействия между молекулами. Ряд новых эмпирических данных (автокатализ, дальнейшее действие по Ротену [53]) дает для таких представлений хотя бы некоторую фактическую основу.

Мы будем исходить из допущения, что при достаточной близости и некоторой пространственной упорядочен-

ности между крупными белковыми единицами возникает процесс, имеющий некоторую аналогию с автокатализом: специфически деформированная функциональная единица *A* является временной матрицей для деформации соседней с ней единицы *B*, и т. д. В противоположность автокатализу в собственном смысле слова, где какое-то чисто стерическое воздействие неизбежно, этот процесс «уподобления» предполагается обратимым и может испытываться лишь уподоблением стерических параметров, без сопровождающих химических процессов, что всегда предполагается при истинном автокатализе.

В общем виде развитое здесь представление должно облечь в какую-то нетавтологическую форму качественные различия протекающих по нерву импульсов, причем безразлично, идет ли при этом речь о симбатных или антибатных импульсах. Волна импульса гораздо богаче содержанием, чем обычно предполагается на основании электро-физиологических данных. Эволюция ее некоторых параметров по длине нервного ствола, установленная непосредственно эмпирически и вытекающая из наличия антибатных процессов, не лишает ее вместе с тем специфики, отражающей содержание синтетической реакции, протекающей в системе, дающей импульс нерву. Эту специфику можно себе представить на основании развитых выше соображений существенно стерического характера.

Было бы недопустимо ограничивать в нашем представлении все разнообразные импульсы их стерическими параметрами. Наличие медиаторов при нервных импульсах и существование и многообразие чисто гормональных импульсов заставляют, наоборот, признать химическую их слагаемую наиболее общей.

Наряду с этим олигодинамическое действие многих, принадлежащих самому организму веществ доказывает колоссальное значение химизма в течении жизненных, в большинстве реактивных процессов.

Поэтому создание общих представлений о первых звеньях процессов, возникающих в эффекторных органах, в результате импульсов, должно исходить из комбинированной природы подводимых к ним импульсов. Если эта двойственность вытекает из ряда соображений для первых импульсов, то она представляется на первый взгляд совершенно произвольной для гормональных. Но существует одно соображение, делающее, как нам кажется, неизбежным двойственность и феноменологически чисто химических (гормональных) импульсов.

Дело в том, что реактивные процессы, следующие за подведением к эффекторным системам химических (гормональных) импульсов, включают в себя всегда более или менее выраженные стерические параметры, и бывают случаи, где «морфология» таких процессов выступает даже на первый план (и именно при гормональных импульсах — половых гормонах).

Поэтому в тех случаях, где подведенный к системе импульс явно и заведомо исчерпывается химизмом, необходимо признать, что если не в первое, то в одно из ближайших звеньев реакций вылетаются и стерические параметры. Мы можем поэтому утверждать, что существует сопряженность стерических и химических параметров импульсов в живых системах. Но эта сопряженность проявляется лишь в самих реакциях.

Представления общего характера о реакциях живых систем, т. е. применимые ко всему их многообразию, не могут быть богаты содержанием. С точки зрения концепции поля можно поставить лишь один вопрос:

Есть ли основание принять, что и при обратимых реакциях эффекторных органов (которые мы отличаем в этом отношении от собственно реценторов) волна деформаций импульса задевают прямо или косвенно параметры поля?

Сама возможность такого предположения вытекает непосредственно из самого понятия «ценной деформации».

Если подведенная к реагирующей системе волна деформации распространяется в ней, параметры результирующей здесь волны деформации будут одновременно функциями (f) и от параметров волны импульса, и от местных условий системы. С такими параметрами волна деформации может, конечно, достичь и элементов ядра, т. е. хроматина, которые тоже будут вовлечены в волну деформации. Деформация элементов хроматина должна, однако, повлечь за собой далеко идущие последствия, так как ее результатом будет изменение геометрических параметров клеточного поля. Здесь мы снова должны вспомнить основной принцип концепции поля: незначительные изменения параметров поля могут повлечь далеко идущие последствия.

ПСИХИЧЕСКАЯ СФЕРА КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Попытка биологического анализа психических процессов является своего рода пробным камнем того, до какого предела может дойти биологическое мышление, т. е. использование представлений, постепенно слагающихся из наблюдений жизненных явлений и размышлений над ними.

Психическая сфера может стать объектом биологического анализа лишь в той мере, в какой она зависит от соматических процессов.

Оставаясь на реальной почве и избегая плоских упрощений, мы должны признать, что нет никаких объективных данных или обоснованных допущений, что не только сам факт поддержания сознания, но и его содержание стоит в связи с соматическими процессами. Наш внутренний такт диктует нам поэтому самоограничение в наших попытках биологического анализа психики.

Биолог может удовлетвориться установлением лишь существенных (хотя и не вполне однозначных, как в химии и физике) связей между наблюдаемыми событиями, и ценность его высказываний зависит всецело от степени найденной однозначности.

Могущая удовлетворить нас хотя бы отчасти степень однозначности исчерпывается в нашей проблеме связями между воздействиями на организм внешнего мира и психическими актами, которые уместно обозначить, как «переживания». Мы должны поэтому как будто очертить очень узкие границы для нашего анализа.

Но такое самоограничение было бы не во всех отношениях обоснованно. Биолог вправе и даже обязан поставить и более широкую задачу. Мы сознаем неограниченную пестроту смены содержания неупорядоченного потока наших мыслей.

Разумно, конечно, отказаться от попытки установления законов этого потока и особенно установления их связей с соматическими процессами. Но вполне резонно поставить вопрос, в какого рода соматических предпосылках мы можем видеть саму возможность переживаемого хаоса?

Выражаясь лапидарно, задачу биологического анализа можно расчленить на выяснение, во-первых, закономерностей определенной категории соматопсихических связей (переживаний) и, во-вторых, предпосылок хаотичности потока наших мыслей.

В подходе к этим проблемам лежит, несмотря на их различие, общая основа.

Наши предшествующие соображения относительно путей, или, вернее, предпосылок, ведущих к возникновению «понимания», ясно показывают нам ту степень самоограничения, которое совершенно неизбежно в нашем стремлении «понять» связи между соматическими и психическими процессами. Мы сознаем неизбежность разрыва сплошности при анализе последовательной цепи событий, ведущих от сомы к психике или обратно.

Последовательность событий воспринимается нами как непрерывная, пока в ее звеньях хотя бы один параметр остается общим. Такой ряд событий может еще быть понятым. Отсутствие хотя бы одного общего параметра (за исключением последовательности по времени) ощущается нами как разрыв сплошности, т. е. создает переживание «непонятного».

Неизбежное и конечное с классической точки зрения представление о соматопсихических или психосоматических взаимоотношениях можно сформулировать следующими словами:

Если мы признаем разрыв сплошности между соматическими процессами и «переживаниями», то по эту сторону разрыва перед нами задачи, в которых мы оперируем исключительно материальными процессами и должны применять поэтому обычные для любых проблем биологии теоретические представления и построения.

Наша задача — построение цепи эквивалентных между собой соматических процессов (берущих в значительной мере старт в рецепторах), доходящей до места разрыва сплошности, по ту сторону которого возникает «переживание». И в обратной последовательности психосоматических процессов — первый член ряда по эту сторону от разрыва сплошности представляется нам неотличимым принципиально от последующих звеньев обычных соматических процессов. Идеальным было бы установление однозначных соотношений между содержанием конечного звена соматических процессов и содержанием «переживания».

Сформулировав эти представления, мы немедленно ощущаем их полную неудовлетворительность, разрыв сплошности здесь настолько глубокий, что сама мысль об установлении однозначных соотношений лирична всякого содержания и не более чем пустая фраза.

В действительности же, отказавшись от догматизма, мы несомненно ощущаем, что последнее звено соматического ряда перед разрывом сплошности должно отличаться чем-то принципиальным от предшествующих звеньев. Но в арсенале обычных физико-химических представлений мы не находим подходящих выражений для описания этого принципиального своеобразия.

Возможна ли здесь умственная конструкция, могущая дать большую степень удовлетворения? Можно ли завершить последовательность соматических процессов принципиально отличным от них последним перед разрывом сплошности звеном?

Принципиальная мыслимость такого шага была уже указана нами в введении.

Нашим мышлением охватываются и используются далеко не все осмысленные комбинации вытекающих из эмпирии представлений. Новая, беспрецедентная комбинация может поэтому привести к принципиально отличному от обычных представлений понятию.

Этим путем и можно попытаться создать перед разрывом сплошности соматического ряда принципиально отличное от всех предшествовавших последнее звено.

Наиболее осторожное объективное и краткое противопоставление классических представлений и нашей концепции проблемы можно сформулировать поэтому следующими словами:

Мы сознаем (переживаем) возникновение в нашей мозговой коре каких-то определенных соматических процессов, принципиально аналогичных другим, известным нам в нашем организме процессам.

Такова приблизительно классическая формулировка проблемы. Мы противопоставляем ей следующую:

Сознаваемые (переживаемые) процессы в мозговой коре принципиально отличны от любых других и поддаются ограничительному неавтологическому определению.

Наше определение будет обладать, однако, проявляющей силой лишь в том случае, если постулируемые ею принципиально отличные от любых других процессы будут вытекать из соответственного анализа соматической основы психики — мозговой коры.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРОЕНИЯ МОЗГОВОЙ КОРЫ

Толкование биологического «смысла» непосредственно данных морфологии и биохимии мозга покоится на очень непрочных, сомнительных основах. С одной стороны, в увлечении телеологией, мы склонны, подобно Вейсману, допустить, что ничто в организмах не существует без пользы (т. е. какого-нибудь специального назначения). С другой стороны, поступая в принципе, быть может, более правильно, т. е. исходя из жизненных проявлений как непосредственных данных и подыскивая для них в морфологических данных адекватную материальную основу, мы легко впадаем в другую ошибку: мы создаем схему, могущую удовлетворить в специальном данном случае, не заботясь о непреодолимых противоречиях, возникающих в неизбежных, вытекающих из нее последствиях и выводах. Такого рода, например, чисто нейрональная интерпретация центральной нервной системы (ЦНС).

Мы попытаемся идти несколько своеобразным путем в нашей попытке анализа мозговой коры и будем исходить не из ее элементаризирующего расчленения, но, наоборот, из выделения основных данных, характеризующих ее как целое.

Для большей конкретности мы ограничим наше рассмотрение областями мозговой коры, имеющими непосредственное отношение к периферии, т. е. рецепторной и моторной сферами.

Наиболее замечательный основной факт следующий: число клеток в участке коры, соответствующем, например, данному рецептору, очень значительно, по-видимому на несколько порядков, превышает число нервных волокон, связывающих с ним через ряд промежуточных инстанций элементы рецептора.

При этом не установлено (и вряд ли может быть установлено), получают ли все клетки одной категории свою долю от подводимого одним афферентным волокном импульса.

Чрезвычайное богатство и густота разветвлений делают, с одной стороны, неизбежным заключение, что все клетки оплетаются афферентными волокнами, но исключают, с другой стороны, всякую вероятность изолированной, так сказать парочитой, связи между одним определенным волокном и определенной группой клеток.

Выражаясь лапидарно, все здесь перемешано и все общее.

Лишена поэтому смысла попытка формулировки функции клетки мозговой коры, взятой в отдельности.

Нельзя рассматривать какое-либо функциональное состояние данного участка мозговой коры как простую сумму элементарных состояний входящих в ее состав клеток. Даже исчерпывающее описание того, что происходит в клетках, не могло бы охарактеризовать происходящего в целом. Можно сказать, что в противоположность клеткам спинного мозга (и, должно быть, низших мозговых центров) клетки коры нельзя назвать функциональными единицами, т. е. охарактеризовать долю их участия в совершающемся соматопсихическом процессе и принять простую аддитивность их функционирования.

Второй, не менее знаменательный факт — архитектурность мозговой коры, т. е. закономерное пространственное распределение и ориентировка входящих в ее состав клеток. Такая архитектурность является прерогативой лишь коры полушарий и мозжечка. Этот факт делает логически неизбежным вывод о существовании охарактеризованных чисто пространственными (геометрическими) параметрами взаимоотношений между клетками.

Третий знаменательный факт — типичное своеобразие конфигураций различных категорий клеток коры и максимальное развитие их поверхности в виде отростков, также охарактеризованных определенными для каждой категории параметрами.

Богатство разветвлений относится в равной мере и к приходящим в мозговую кору из низших центров нервным окончаниям.

Не исключена возможность (которая, однако, несколько догматически отрицается нейронистами), что, помимо разветвлений только-что упомянутого двоякого происхождения, нейрониль содержит и аутохтонные, не принадлежащие клеткам разветвления (так называемое «серое» вещество Ниссля).

Необходимо при этом отдать себе отчет в том, что весь характер разветвлений нервных клеток лишь типичен для каждой из них, но флуктуирует в очень широких пределах, подобно тому, как типична ветвистость деревьев.

Четвертым фактом основной важности является богатство нервных клеток цитохроматином. Его микроскопическое обнаружение в сравнительно далеких разветвлениях

клеток дает некоторое право на допущение, что он представлен в более дисперсном виде и далеко за пределами микроскопической видимости.

Наконец, наиболее существенной биохимической характеристикой коры является ее чрезвычайная, большей частью селективная восприимчивость к токсическим воздействиям. Метаболизм коры претерпевает, другими словами, очень резкие отклонения при таких концентрациях различных веществ или отсутствии кислорода, на которые не реагируют заметным образом другие элементы организма.

Мы исходим из допущения, что все эти основные параметры организации мозговой коры должны лечь в основу наших представлений о ее функционировании, как в положительном, так отчасти и в ограничительном смысле.

Несомненность довольно свободной, общей нормировки разветвлений нервных клеток наводит сама собой на мысль о возможности такой же нормировки и самих нервных клеток в смысле их числа и расположения. Поднятый здесь вопрос можно формулировать и по-иному: есть ли основания считать, что все или, во всяком случае, подавляющее число нервных клеток действительно специфически функционируют, а не просто неспецифически «живут»?

Вопрос о степени «клеточной точности» строения органов и тканей имеет, конечно, более общее значение, но представляет значительный интерес и в нашей задаче.

Объективное отношение к морфологическим данным (и частью к эмбриогенезу) делает, как нам кажется, несомненным, что даже такие области ЦНС, как кора полушарий и мозжечка и сетчатка, построены не целлюлярно точно. Действительно, при развитии ЦНС выясняется наличие прорастания довольно значительного количества абберрантных отростков, остающихся, по-видимому, без назначения, что следует отнести и к дающим им начало нервным клеткам. Из данных Рамон и Кахалия следует, что и в сетчатке палицо такие абберрантные нервные элементы [28].

Наши представления о протекающих в коре процессах должны быть основаны на использовании всех перечисленных организационных данных. Классическими концепциями остаются, по существу, не использованные закономерные конфигурации (включая величины) различных

клеточных категорий и архитектурность коры, взятой как целое. Почти исключительное внимание уделяется синапсам.

Мы будем исходить из следующих положений:

морфологические данные — разветвления, синапсы показывают с несомненностью, что какие-то процессы, протекающие в одной клетке через их посредство, переходят в какой-то форме на ряд других клеток, и, в свою очередь, каждая клетка получает какие-то сигналы о процессах, протекающих в ряде других клеток. Само собой разумеется, что число таких анатомических связей для каждой клетки ограничено.

Именно и исключительно этими связями оперирует классическая биология. Логическое развитие этих представлений приводит к признанию господства избирательных связей и в пределах мозговой коры. Этим самым создается фатальное для всей концепции логическое противоречие.

Само понятие избирательных связей возникло в конце прошлого столетия (в противоположность прежней концепции сплошной решетки) именно на основании гистологических картин — нейронов, синапсов. Но микроскоп обнаруживает, открывая наличие нейронов, гораздо больше, чем необходимо, и, главное, чем совместимо с нейрональной концепцией.

И этот излишек, скорее доминирующий в гистологической картине, как бы отбрасывается за ненужностью для представления об избирательных связях.

Такую концепцию обусловило своеобразие физиологической методологии, направленной на анализ резко очерченных дискретных актов.

Грубым недоразумением является при этом по существу одинаковая трактовка процессов, протекающих в низших центрах ЦНС и в коре. Уже сам факт, что в первых существенное значение имеют процессы проведения от одного центра к последующему, указывает на очерченность преобладающих в каждом из них состояний, находящихся в непосредственной зависимости от состояний, возникающих в рецепторах и определяющих, в свою очередь, состояние в эффекторах.

Для всех этих процессов избирательные связи между отдельными звеньями всей системы неизбежны, и здесь осуществляется полная гармония между физиологическими наблюдениями и гистологическими данными и концепциями, т. е. нейронной теорией.

Но ясно и так, что основное содержание происходящего в коре заключается не в подведении к ней и не в отведении от нее импульсов, но в состояниях, чуждых понятию «проведения». Поэтому все попытки интерпретации ее архитектуры с нейронной точки зрения обречены одинаково на неудачу как с чисто архитектурной точки зрения, так и при создании концепций функционального содержания.

В нашу концепцию о характере связей между элементами мозговой коры мы должны внести совершенно иные представления, которые уместно будет пояснить вначале аллегорией — связью между индивидуумами в человеческом обществе. Мы увидим при этом, что архитектурная картина коры становится нам при этом несколько менее загадочной.

В упорядоченном сообществе всегда существует нерасчленимое нечто, выработанное всем прошлым и определяющее, в свою очередь, в известной мере поведение его членов.

Индивидуумы самых различных категорий и свойства перемешаны друг с другом, и поэтому в сообществе ограничение свобод каждого индивидуума в меньшей мере определяется непосредственным соседством или индивидуальными связями, чем зависимостью от того «нечто», которое в основном было определено путем долгой эволюции и, по существу, нерасчленимо.

Релятивизация поведения индивидуума — A — с индивидуумом — K — является, вообще говоря, не непосредственным следствием их индивидуальных соотношений, но в основном результатом того, что поведение обоих имеет общие корни и обстановку.

Такого рода координации или зависимости принципиально отличны от классических представлений о зависимостях или взаимодействиях путем избирательных связей или влияния по соседству.

Нерасчленимое нечто мозговой коры есть в нашем представлении ее актуальное поле.

Первые клетки получают при этом следующую характеристику.

А. Каждая первая клетка является источником поля. Взаимодействием всех клеточных полей создается актуальное поле мозговой коры.

Б. Геометрические параметры собственного поля каждой клетки — функция от ее конфигурации, включая в это понятие и отростки (поскольку они содержат цитохроматин).

Архитектура актуального поля определяется тремя параметрами — числом клеток, их пространственным распределением и характером их собственных полей. Именно в свете последнего положения и можно в некоторой степени осмыслить своеобразие конфигураций, распределения и направления отростков некоторых категорий клеток — особенно, например, больших пирамид.

Мощность и дальность распространения их дендритов поражает, и вместе с тем бросается в глаза и закономерность их направлений и распределения. Вместе с тем в самых детальных описаниях Кахаля нет даже намек на то, чтобы этими дендритами устанавливались какие-либо (а особенно избирательные) связи с другими нейронами.

Такие связи обнаружены, как известно, лишь для самих клеточных тел, густо оплетаемых телодендриями других нейронов. С другой стороны, чрезвычайно правдоподобно, что цитохроматин, обнаруживаемый далеко в дендритах еще микроскопически, распределен в большем распылении на всем их протяжении. Если это так, конфигурация полей пирамидных клеток приобретает совершенно своеобразный характер и значение в архитектуре актуального поля, и вместе с тем открывается путь к пониманию смысла своеобразных и разнообразных конфигураций различных типов клеток коры.

Постоянство основной архитектуры коры имеет следствием и постоянство основных параметров актуального поля. Эти параметры определяют то, что обозначается как «характер» (индивидуальность) данного индивидуума.

В. Есть основание принять значительную интенсивность полей нервных клеток и их очень сложную конфигурацию.

В пользу первого говорит чрезвычайное их богатство цитохроматином, энергичный метаболизм которого обнаруживается как большой потребностью в кислороде, так, при известных обстоятельствах, даже и цитологическими данными (не говоря об энцефалограммах).

Г. В виду широкого распространения цитохроматина в дендритах и их богатства и густоты, актуальное поле имеет в любом месте преимущественно стабилизирующий характер. Мы можем говорить для краткости о значительной степени векторизации всех молекулярных процессов в элементах коры. В этом и содержится, быть может, главный смысл богатых разветвлений дендритов, содержащих, должно быть, цитохроматин.

Можно также сказать, что белковые цепи нейропиля имеют конфигурации, навязываемые им актуальными полями. Такие состояния, отклоняющиеся от состояния наименьшей свободной энергии, можно обозначить как состояния «напряжения».

Такую картину мы можем представить себе фиктивно для состояния всецело предоставленной самой себе, т. е. изолированной от всяких внешних воздействий, за исключением вполне стационарного метаболизма, мозговой коры. Но картина существенно иная в действительности, так как мозговая кора непрерывно подвергается разнообразным воздействиям нестационарного характера, обозначаемым обычно как «возбуждения», приходящие от экзонейроэпидорепторов.

Мы можем пока воздержаться от формулировки более определенных представлений о характере цепных процессов, распространяющихся от инициального импульса в рецепторах и докатывающихся, должно быть в повторно трансформированном виде, к мозговой коре. Существенно пока для нас лишь одно: эти процессы вносят какие-то изменения в состояния элементов коры независимо от моментального состояния ее актуального поля.

Если придерживаться внесенного концепцией поля дуализма — противопоставления источников поля и субстратов его воздействия, — это вторжение в состояние мозговой коры извне может иметь двойные последствия.

Если затрагивается этим вмешательством лишь состояние субстрата, определяемое до сих пор исключительно полем, то создается некая дисгармония или напряженность между полем и состоянием субстрата. Если же воздействие затрагивает, т. е. изменяет в той или иной степени и некоторые параметры источников поля, то изменения состояния субстрата будут вызываться одновременно и непосредственно внешним воздействием и модификацией поля.

Развитые нами выше представления о распределении источников поля в мозговой коре делают наиболее правдоподобным возникновение процессов обоого рода под воздействием цепных процессов, пропикающих в мозговую кору от периферии.

Искомое нами последнее звено соматических процессов перед разрывом сплошности, по ту сторону которого возникает переживание, мы можем охарактеризовать двойко: как возникновение дисгармонии или напряжен-

ности в системе поле—субстрат, или просто как моментальное состояние актуального поля коры.

Мы переживаем состояния актуального поля коры.

АКТУАЛЬНОЕ ПОЛЕ МОЗГОВОЙ КОРЫ

Основной тезис «мы переживаем состояние актуального поля коры» — слишком общий и расплывчатый, он должен получить ограничительное толкование и быть противопоставлен другим возможным концепциям.

Конструкция актуальных полей (в самой общей форме) исходит из основной предпосылки, что величина вектора поля клетки убывает в какой-то обратной зависимости от расстояния.

Из этого допущения вытекает существование (в любой точке клеточного комплекса) поля, вектор которого определяется полями всех входящих в состав комплекса клеток. Мы его обозначим как вектор макрополя.

Архитектура макрополя всецело зависит от ряда параметров, входящих в обширные комплексы элементов, и, исходя из полевой концепции, строгая архитектоника мозговой коры, в противоположность ее отсутствию в низших центрах, приобретает глубокий смысл.

Закономерность архитектоники определяется при этом несколькими параметрами: однородностью строения и конфигурации преобладающих в данной области коры элементов (пирамидных клеток с различными и специфическими для областей типами их разветвлений), слоистостью их распределения и в особенности строго параллельной ориентировкой их осей, а следовательно, выраженной анизотропией актуального поля.

Можно поэтому принять архитектуру актуального поля в пределах цитоархитектонических участков сравнительно простой и поле существенно однородным на некотором протяжении, с постепенными градиентами от одного участка к соседним. Но вместе с тем особенности отдельных цитоархитектонических участков коры могут отзываться очень значительно на архитектуре соответствующих актуальных полей. Рационально поэтому относить понятие «макрополя» при его обычном употреблении к отдельным участкам.

Но вместе с тем, и в этом заключается, по-видимому, ценность концепции поля, вполне реально представление об общем поле мозговой коры. Действительно, как вытекает из основ конструкции актуального поля вообще,

моментальное состояние (скажем, резкий сдвиг) его любого участка отражается и на состоянии отдаленных областей.

Основная архитектура общего макрополя неизменна, так как мы не знаем таких необратимых, катастрофических воздействий на нашу ЦНС со стороны внешнего мира, которые захватывали бы одновременно все наши рецепторы.

Мы можем сказать поэтому, что обширность макрополя делает его чисто консервативным фактором, являющимся коррелятом неизменного характера индивидуума. Под «характером» мы понимаем при этом все черты нашей психики, к которым неприменима мысль о расчленении, оценка «больше-меньше» и т. д., черты, влияющие в большей или меньшей степени, прямо или косвенно, на наши поступки и позволяющие в очень значительной мере предвидеть их.

Совершенно несомненно, что идея какой-то общности в пределах поступков и соответственно и в процессах в мозговой коре не чужда классическим концепциям в физиологии ЦНС и приводит у некоторых авторов к рассмотрению коры как континуума. Можно поэтому подумать, что концепция поля не вносит ничего нового и не приближает нас к пониманию соматопсихических взаимоотношений. В действительности это, однако, далеко не так.

В классической концепции «общность», «объединение», связи процессов в мозговой коре основаны на анатомических связях между отдельными клетками, клеточными группами, участками и т. д.

Господствующие взгляды признают, по-видимому, эти связи избирательными, но более осторожная оценка гистологических картин не исключает, а, по нашему убеждению, даже принуждает нас к признанию преимущественной диффузности связей в некоторых слоях коры.

Но в известной мере независимо от этого спорного вопроса важно уяснить себе следующее.

«Зависимость», «связи» понимаются в классической концепции лишь как распространение состояний возбуждения от первично задетых импульсами клеток на другие, даже более отдаленные. «Возбуждение» есть то или иное отклонение от стационарности протекающих в данном элементе процессов, и направленное распространение хотя бы некоторых параметров возбуждения есть неоспоримый факт.

Но проводимо лишь то, что расчленимо, вернее, уже расчленено. Поэтому факт проведения есть и имеет смысл лишь как первый этап дальнейшего объединения чего-то, чему соответствует возникающее переживание.

Но для процесса объединения в классических концепциях нет, если можно так выразиться, адекватного аппарата.

Действительно, здесь возникает следующая альтернатива:

1) задеты непосредственно афферентными импульсами, группы клеток *A, B, C...* обмениваются между собой теми элементами своих возбуждений, которые вообще доступны проведению, или же:

2) все возбуждения от группы клеток *A, B, C...* проводится в объединяющие центры, которые мыслятся, по-видимому, так же, как группы клеток (ассоциационные центры *Flechsig*).

Последняя альтернатива является лишь отодвиганием трудности, так как объединение процессов возбуждения в клетках *M, H, P* ассоциационных центров приблизило бы нас к пониманию лишь при совершенно невероятных с классических позиций предпосылках: каждая такая клетка должна была бы обладать связями с необозримо большим числом клеток всех рецепторных областей коры. О каких-либо избирательных связях здесь не могло бы быть и речи.

Первая альтернатива привела бы к тем же невозможным последствиям.

Но, и помимо этого соображения, «обмен» клеток собственными возбуждениями мог бы привести лишь к какой-то суммации возбуждений, далекой от объединения, характеризуемого чисто качественными, не аддитивными и не расчленимыми параметрами (например, зрительными образами).

Это было бы мыслимо лишь при условии качественно различного возбуждения каждой клетки, что противоречило бы, однако, несомненно далеко идущей эквипотенциальности определенных категорий клеток данной функциональной области коры.

Концепция актуального поля мозговой коры приводит к совершенно иным последствиям.

Целостное, нерасчленимое в нем уже дано, и локализованные, первично дискретные отклонения микрополей, вызываемые афферентными импульсами, отзываются на

всей его архитектуре, конечно, с известными градостроительными.

Но характер вариаций архитектуры макрополя является равнодействующей его моментального состояния и вносимых резко отклоняющимися микрополями изменений. Каждое мгновенное состояние макрополя сохраняет свою целостность.

Противопоставление этой концепции классическим представлениям можно выразить в следующей лапидарной форме. Вместо создания целостного переживания путем объединения дискретных элементов (классическая формулировка) данное целостное переживание соответствует определенной модификации уже существующего целостного под влиянием дискретных воздействий.

Этим она противопоставляется классическим представлениям, для которых состояние коры вне или независимо от воздействия рецепторов является, так сказать, «пустым местом».

Действительно, «аппарат мозговой коры» представляется здесь исключительно «реагирующим», взаимная зависимость клеток исчерпывается осведомлением невозбужденной клетки *B* со стороны возбужденной *A*, и не видно основания для высокой степени автономности ЦНС, т. е. ее далеко не однозначного подчинения импульсам со стороны рецепторов.

Но самое существенное — отсутствие в классической концепции аппарата умственных операций (переживаний), не проявляющихся в наблюдаемых поступках. Помимо проявлений поведения, «душа вкушает холодный сон».

В противоположность этому актуальное поле коры живет, выражаясь образно, своей собственной жизнью, и его состояние совершенно независимо от пертурбаций, непременно вносимых афферентными импульсами, можно обозначить как состояние неустойчивого, лабильного напряжения. Флуктуации состояний напряжения возникают, помимо воздействия афферентных импульсов, из самой сложности архитектуры актуального поля и проявляются в непрерывном потоке переживаний, не зависящих от внешнего воздействия.

О «ВЕСТИГИЯХ» В МОЗГОВОЙ КОРЕ

Наши представления об актуальном поле коры связывают нас в известной мере с проблемой эволюции нашей психической деятельности на протяжении нашего жизненного цикла.

Пережитое нами (в самом общем смысле слова) оставляет какие-то следы (вестигии), определяющие в известной мере течение переживания в будущем. Можем ли мы составить чисто умозрительным путем представление о содержании вестигий?

Рассчитывать на выполнимость такого предприятия можно, конечно, лишь в самой общей его форме, так как уже полная формулировка предъявляемых к вестигиям требований выходит по их разнообразию далеко за пределы выполнимого и приходится ограничиться характеристикой лишь их некоторых основных черт. Прежде всего, мы констатируем, что лишь совершенно ничтожная часть наших переживаний оставляет вестигии.

Возникновение вестигий предполагает переживание средней сложности, или, в более общей форме, при сложных переживаниях вестигиальными оказываются лишь некоторые их параметры. Элементарные переживания не оставляют, вообще говоря, вестигий. Справедливость этих положений можно вывести из наблюдений над запоминанием зрительных и слуховых восприятий. Мы не ощущаем, что видели «эту» прямую, но комбинацию из нескольких прямых, образующих, например, букву, мы «узнаем». В то же время мы узнаем лицо на основании грубой, из нескольких штрихов, карикатуры, хотя наше оригинальное переживание было много сложнее.

То же в известной мере наблюдается и для слуховой памяти. Переживание, как уже «слышанной», мелодии из трех-четырех нот совсем иного характера, чем «узнавание» простых интервалов.

Резюмируя, мы можем, таким образом, сказать, что формированию вестигий оказывается значительное сопротивление и ставятся определенные рамки.

Но вместе с тем организация коры находится в состоянии очень различной податливости или восприимчивости к формированию вестигий. Это вытекает из того общезвестного факта, что в потоке наших самопроизвольных воспоминаний всплывают нередко мигнувшие, совершенно индифферентные и даже ничтожные по содержанию переживания, не сопряженные в свое время с какими-либо эмоциями, но оставившие вестигии благода-

ря восприимчивому состоянию коры. Но раз они всплыли, то наблюдается обычно дальнейшая их повторность. Можно подумать, что «активизированные» один раз вестигии этим актом закрепляются.

Если даже признать ограниченность разнообразия вестигий (т. е. другими словами, ограниченность всех элементов развития и усовершенствованная нашей психической сферы в течение жизни), то все же неизбежно их сосуществование в очень большом числе, без ощутимой взаимной помехи.

Но, правда, можно с некоторым правдоподобием признать, что существует некоторая степень насыщения вестигиями, т. е. все нарастающие с возрастом трудности приобретения новых или, по крайней мере, уменьшение их устойчивости.

Для правильной оценки значения и содержания вестигий необходимо уяснить себе, что они охватывают далеко не все стороны проявлений нашей психики, что нет основания говорить именно в этом смысле об эволюции нашей эмоциональной сферы, нашего характера, словом, того, что мы обозначили раньше как нерасчленяемое и частью не имеющее отношения к поступкам в нашей психической сфере.

Вестигиальность в рассматриваемом нами смысле захватывает лишь ту область переживаний, которая связана с деятельностью рецепторов, т. е. с афферентными импульсами.

Это ограничение задачи и делает возможным подход к формированию представления о вестигиях.

Биолог не может уклониться от проблемы выяснения последних материальных звеньев цепи процессов, возникающих в рецепторах и приводящих (через разрыв сплошности) к переживаниям. Создавая те или иные конкретные представления о течении этих процессов и о их завершающем материальном звене, мы будем считаться с их обычной полной обратимостью.

Но в созданной нами схеме должен быть включен какой-то параметр, определенное, редко реализуемое значение которого будет иметь следствием необратимость последнего звена, которое и есть вестигий.

Все подлежащие дискуссии возможности делятся здесь на три категории, последнее звено есть: 1) колебание электрического потенциала, 2) ценной процесс химического характера, 3) своеобразный процесс, содержание которого мы не можем вывести однозначно из непо-

средственного наблюдения, как в первом и втором, но из умозаключений на основании оценки последствий возбуждения.

Мы связываем себя с последним представлением на основании качественного разнообразия содержания возбуждения в одном и том же волокне.

Из этих фактов и соображений вытекают, во-первых, неадекватность или недостаточность чисто электрической концепции и, во-вторых, чрезвычайно малая вероятность чисто химического содержания ценных процессов, разнообразие которых навсегда ограничено. Мы вводим, на основании ряда данных митогенетического анализа, следующее представление о содержании афферентных импульсов.

По первым волокнам распространяются цепные процессы, не исчерпывающиеся химическими параметрами, но по существу стерического характера. Какие-то функциональные единицы, по-видимому пептиды определенных размеров, вступая в пространственные взаимоотношения или в очень слабые, обратимые связи, претерпевают вместе с тем стерические деформации, передающиеся от одного звена к другому и также вполне обратимого характера.

Степень таких деформаций и их разнообразие (в противоположность чисто химическим вариантам) теоретически неограниченны. Если мы свяжем себя этими представлениями о содержании возникающих в рецепторах подводимых к клеткам коры от периферии импульсов, то естественно предположить, что их распространение в богатых клетками территориях коры, т. е. в интенсивном поле, повлечет за собой значительное изменение параметров их деформаций.

По деформации затрагивают в той или иной форме и элементы самих клеток, в том числе и составные части (хотя бы белковые) цитохроматина, источника клеточного поля. Следствиями таких деформаций являются, в свою очередь, изменения некоторых параметров последнего.

Вообще говоря, эти изменения чисто феноменологически не оставляют вестигий, как и цепной процесс, подводимый афферентным импульсом. Но если вообще необходимо признать существование вестигий, возникает, естественно, мысль, что в виде редких событий могут возникнуть и необратимые стойкие деформации. Их ничтожное число по сравнению с обратимыми, соответствует

обычной латентности вестигий единичного импульса. При повторных импульсах идентичного содержания число необратимых деформаций может нарастать.

Если всплывает спонтанно отблеск (воспоминание) о бывшем оригинальном переживании, можно подумать, что в основе лежит активизация этих вестигий — процесс, к которому мы вернемся в дальнейшем.

Если вестигиальность относится к тому своеобразному оттенку повторного (не оригинального) переживания, которое мы обозначаем как «узнавание», можно допустить, что наличие вестигий, уже деформированных в пучном направлении, облегчает повторное формирование под воздействием нового импульса соответственных деформаций.

Однако здесь возникают некоторые трудности.

Необратимый вариант — вестигий — должен отличаться в каких-то отношениях от обратимых. Поэтому активизация вестигий не может привести к переживанию, идентичному с оригинальным. Но в этом постулате вовсе нет пущды, так как и спонтанные воспоминания, и узнавание лишь аналогичны оригинальным.

Необходимо, однако, признать существование альтернативы «химия или деформация» как основы и содержания вестигия.

Существенны ли различия между обеими возможностями, и не представляет ли та или иная непреодолимых затруднений?

Само представление об обратимости, конечно, не химического характера, но в учении о медиаторах трудность обходится введением разрушающего фермента, и аналогичный процесс не может быть отвергнут а priori и в нашем случае.

В химической концепции вестигии были бы следствием неполного разрушения. Но большие затруднения для нее представляет постулируемое разнообразие вестигий.

Введение стерических параметров в наши представления о нервных возбуждениях освобождает нас от ряда трудностей и дает естественную основу для неограниченного разнообразия.

Мы будем исходить поэтому из нашего, по существу унитарного, представления о связи обратимых афферентных импульсов с вестигиями, принимая, что различия заключаются в обратимости или необратимости их деформаций.

Рассматривая вестигии как необратимые деформации, мы должны согласовать это представление с двумя основ-

ными трудностями — сосуществованием многочисленных деформаций и их долголетним существованием в латентном состоянии.

Сосуществование многочисленных, разнообразно деформированных белковых единиц в пределах одной клетки не встречает, вероятно, особых трудностей для понимания.

Значительно бóльшие трудности возникают при попытках интерпретации длительной латентности и быстрой и мимолетной активизации вестигий. Здесь, по-видимому, неизбежно представление о самовоспроизведении деформаций. Это допущение равно необходимо и для интерпретации пробега по первым волокнам волны возбуждения.

Следует, конечно, признать, что такой акт был бы беспрецедентным, т. е. не может быть сведен на какие-либо аналогии. Однако, если принять во внимание, что молекула (функциональная единица) в деформированном состоянии находится на более высоком потенциале (обладает большей свободной энергией), чем не деформированная, переход свободной энергии от первой ко второй, влекущей за собой в поле и передачу деформации, мыслим и не противоречит основам энергетики.

Интенсивность самовоспроизведения деформаций можно представить себе в трех вариантах — выходах, меньших, равных и больших 1. В первом случае существовавший в течение некоторого времени вестигий исчезает, во втором случае он поддерживается в латентном состоянии, в третьем — вестигий активизируется и при достаточной степени активизации приводит к изменению актуального макрополя, сопровождающемуся возникновением соответствующего переживания.

Создание могущих сколько-нибудь удовлетворить представлений о спонтанном возникновении активизации является, по нашему убеждению, совершенно непосильной задачей. Мы имеем при этом в виду не только случаи самопроизвольно возникающей активизации, выражающейся в непрерывном, неупорядоченном потоке переживаний, содержание которых соответствует пережитому под влиянием рецепторов уже раньше. Здесь может еще появиться мысль о воздействии неизвестных нам энтерорецепторов, возбуждаемых флуктуациями среды.

Совершенно бессильны мы относительно волевой активизации вестигий и их комбинаций, т. е. умственной деятельности во всем ее охвате.

Мы приходим в результате к следующим представлениям. Существует категория переживаний, которую мы обозначаем как «непосредственное узнавание», т. е. предполагающая существование каких-то вестигий от прежде бывшего «оригинального» аналогичного переживания.

Различие между обоими заключается в меньшем сопротивлении вторым со стороны актуального поля, благодаря наличию некоторого количества уже соответственно деформированных элементов, облегчающему или упрощающему процесс деформации дальнейших элементов, как бы их выводу из латентного состояния.

Эти необратимо деформированные элементы возникли при оригинальном переживании вначале локализованно, но немедленно разлились ценным процессом по всей области коры, внося этим самым сдвиг всего актуального поля.

В процессе метаболизма деформированные элементы исчезают или совсем бесследно (оригинальное переживание не запомнилось), или сохраняются в подпороговом количестве, но повсеместно, т. е. без преобладания локализации оригинального переживания.

«Узнаются» поэтому не только идентичные, но и геометрически аналогичные переживания.

Мы отнеслись пока чисто формально к представлению о латентном состоянии вестигий. Сам термин может считаться лишь чем-то провизорным и должен быть заменен более конкретными представлениями. «Латентный» означает лишь «подпороговый», в данном случае — длительное, стационарное отклонение каких-то состояний (процессов) в клетках коры, не сопровождающихся особыми дискретными переживаниями. Но это вовсе не значит, что «подпороговое» отклонение не имеет «подпороговых» же последствий.

Если все параметры актуального макрополя коры обуславливаются состояниями клеточных полей, то стационарный сдвиг последних, как бы он ни был мал, влечет за собой некоторый, также стационарный сдвиг состояния макрополя. Таким сдвигам не соответствуют, правда, дискретные обособленные переживания, но, что, быть может, не менее важно, другие по содержанию следующие переживания, возникающие от других импульсов, получают несколько другой оттенок. Можно поэтому сказать, что вестигии, оставаясь подпороговыми относительно непосредственно связанных с ними пережи-

вании, медленно, но непрерывно меняют некоторые черты архитектуры актуального поля целого. и, если мы связываем с последним всю совокупность психических проявлений и индивидуальный характер, мы можем говорить о медленной эволюции характера в результате эволюции актуального поля, являющейся, в свою очередь, следствием накопления вестигий в их латентном подпороговом состоянии.

ПАМЯТЬ

Термин «память» сам по себе неоднозначен. Мы обозначаем им непосредственное, моментальное «узнавание», обоснование которого нередко доставляет затруднения. Наряду с этим проявлением памяти является непрерывно сменяющийся в нашем сознании, неупорядоченный поток отблесков прежних переживаний. Но память играет роль и в сложных умственных операциях, вызывающих, иногда с значительными усилиями, отблески прежних переживаний. Наконец, память проявляется в наших поступках, непрерывно облегчаемых и доходящих до автоматизма при достаточном повторении.

Наша попытка анализа памяти распространяется лишь на первые две, простейшие категории.

Так как непосредственное пассивное узнавание есть переживание, своеобразный оттенок которого обусловлен аналогичными или идентичными прежними переживаниями, и вместе с тем, те и другие связаны с цепью материальных событий, начиная от ретцпторов, мы вынуждены признать, что эти цепи чем-то отличны при первом переживании (которое мы почему-то запомнили) и при том последующем переживании, которое связано с оттенком «узнавания».

При всей осторожности сопоставления соматических и психических процессов мы не можем поэтому уклониться от заявления, что переживания оставляют в нашей первой системе какие-то «следы»⁷.

Попытка биологического анализа памяти сводится, таким образом, к созданию могущей удовлетворить нас картины вестигий.

A priori совершенно неясно, насколько далеко мы можем руководиться при этом аналогиями с вестигиями

⁷ Конечно, совершенно не предпретая, что речь идет о «материальных» следах.

материальных процессов, не имеющих психических эквивалентов.

Мы должны, во всяком случае, ввести некоторые понятия, чуждые вестигиям в обычном их смысле.

Спонтанное всплывание отблесков давно минувших переживаний совместимо лишь с представлением о непрерывном существовании каких-то лежащих в их основе вестигий. Наиболее естественно предположить, что эти вестигии существуют, вообще говоря, в подпороговом состоянии, но временами активизируются.

С вопросом об активизации неразрывно связан вопрос и о локализации вестигий, а проблема локализации влечет за собой и вопрос о сосуществовании многих разнообразных вестигий.

Наши усилия должны быть направлены поэтому на создание общей картины, охватывающей эти три проблемы.

Мы попытаемся подойти к нашей проблеме, исходя из развитой выше концепции соматопсихических связей: последним звеном перед разрывом сплошности мы рассматриваем то или иное состояние актуального поля коры, которое мы переживаем.

Это представление имеет преимущество перед классическими концепциями в том, что понятие актуального поля так же нерасчленимо и неаддитивно, как и переживание.

Все клетки принимают всегда участие в создании моментального состояния актуального поля (данной функциональной области коры), независимо от того, что импульсы, исходящие от реценторов, задевают непосредственно лишь те или иные группы.

Но из этого еще не вытекает невозможность локализации вестигий в каких-нибудь категориях клеток. Исключается лишь, и это наиболее существенно, распределение различных вестигий по различным клеткам. Это утверждение вытекает из участия всех клеток в формировании данного моментального состояния актуального поля, т. е. в переносимом разнообразии комбинаций.

Допустим, что запоминание буквы —А— оставило вестигии в ряде клеток *Л*, *М*, *Н*..., но не в остальных клетках той же категории. Узнавание буквы относится, однако, не только к идентичному во всех отношениях ее воспроизведению, оно возможно при значительных изменениях величины и ряда других параметров. Следовательно, при узнавании буквы гораздо больших размеров, чем

при первом восприятии, будут затронуты новые клетки *В*, *Г*, *Д*, для которых это будет первым переживанием.

А так как, тем не менее, оно будет сопровождаться оттенком «знакомого», должны быть вовлечены вестигии, которые сформировались в клетках *Л*, *М*, *Н*... Допущение о распределении различных вестигий по различным клеткам приводит нас, как мы видим, к противоречиям. Все вообще возможные вестигии формируются поэтому во всех клетках, где возможно их формирование, если они вообще локализируются в клетках.

Но нет априорных оснований для локализации вестигий в клетках и для их чрезмерной материализации.

Возможно и следующее представление.

Так как каждое новое переживание однозначно связано с определенным сдвигом состояния актуального поля, можно допустить, что сам акт «сдвига» сопряжен с некоторым сопротивлением. Вестигиальность данного состояния поля могла бы выражаться при этом в большей легкости его возникновения из непосредственно предшествующего.

Мы будем пока считаться лишь с двумя переменными параметрами полей нервных клеток — топографическим распределением и интенсивностью метаболизма их цитохроматипа. Значительность флуктуаций этих параметров хорошо известна из микроскопических данных.

При обычных жизненных условиях (быть может, за исключением сна без сновидений?), в связи с непрерывностью переживаний различных категорий, необходимо принять и непрерывную смену состояний актуального поля коры. При этом очень малый гистерезис при быстрой смене не слишком резких воздействий на организм внешнего мира делает чрезвычайно вероятным представление, что любая смена состояний актуального поля происходит не непосредственно (т. е., что например, какое-то состояние *М* переходит непосредственно в совершенно иное по характеру *Р*), но между ними всегда вклинивается какое-то основное, практически неизменное состояние — *Н*—, которое можно обозначить как «нейтральное».

Мы принимаем, что любое переживание связано с переходом поля из «нейтрального» состояния — *Н*— в отличное от него состояние — *Х*— и что вестигиальность этого перехода равнозначна его большей легкости.

Расширим теперь наши допущения, приняв, что, помимо изменений топографического распределения и ме-

таболлизма частиц цитохроматина, волна подводных и коре импульсов влечет за собой и деформацию, т. е. изменение некоторых стерических параметров частиц хроматина.

При этом мыслимы следующие возможности.

Мы можем принять, что в подавляющем большинстве случаев деформации нацело обратимы, так как запоминается лишь совершенно минимальная часть наших непрерывных восприятий и переживаний.

В тех же случаях, где восприятия оставляют вестигии, мы можем принять необратимую деформацию частиц хроматина.

В дальнейшем можно остановиться на следующем, как нам кажется, обоснованном представлении.

Деформированная частица хроматина, как и каждая другая, конечно, недолговечна. Однако перед ней открываются две возможности:

1. Перед своим распадом она может воспроизвестись путем автокатализа.

2. Она распадается, не оставляя следов.

Попытаемся нарисовать теперь общую картину того, что происходит в клетке, непосредственно задетой идущей от рецепторов волной возбуждения.

При восприятии обычной средней интенсивности лишь часть частиц, представляющих слагаемые будущего хроматина, подвергается деформации. Вспышка элементарных полей, последующая за их синтезом, повлечет поэтому за собой большую или меньшую степень сдвигов клеточного поля. Гистерезис таких, предполагаемых обратимыми сдвигов известен: например, для зрительных восприятий он порядка 0,1 с.

Если данное восприятие оставит следы, т. е. послужит основой для будущих спонтанных воспоминаний или для узнавания идептического (или аналогичного) повторного восприятия, то необходимо признать деформации частиц необратимыми.

Выход из такого состояния, т. е. переход клеточного поля в нейтральное состояние — II —, возможен в этих случаях лишь после того, как необратимо деформированные частицы будут элиминированы путем распада и замены новыми, не деформированными частицами. Но до распада некоторое, очень небольшое число деформированных частиц может размножиться путем автокатализа, и если принять, что этот процесс самовоспроизведения продолжается на статистически равномерном, очень низ-

ком уровне, то этим и обеспечивается существование вестигий в латентном, т. е. не влияющем непосредственно на наши дальнейшие переживания состоянии.

Естественно предположить, что процесс элиминации затягивается по времени за пределы гистерезиса вполне обратимых восприятий. Но легко убедиться путем самонаблюдения, что запоминаются лишь восприятия более длительные, чем обычные мимолетные.

На автокатализе деформированных частиц необходимо остановиться несколько подробнее.

Мы исходим из предположения, что деформация относится не непосредственно к частицам хроматина, а к одному (или обоим) его слагаемому. Для простоты ограничимся допущением, что деформируется белковая основа частицы хроматина. Необратимая деформация, конечно, эквивалентна какой-то перестройке, причем, благодаря громадной величине единицы (молекулы?) нуклеогистона, число возможных необратимых перестроек практически неограниченно.

Все дальнейшие соображения основаны на строгом разграничении двух понятий.

1) распространение в виде цепного процесса деформации одной единицы на соседние с ней; в этом мы видим основное содержание процесса распространения возбуждения в нервных волокнах;

2) воспроизведение путем автокатализа новых частиц, в принципе в равной мере не деформированных и деформированных, причем, однако, вероятность автокатализа деформированных принимается очень малой⁸.

Но последнее ограничительное условие может не распространяться на акт проведения, т. е. распространения, уже создавшихся деформаций.

Мы принимаем, таким образом, что совершенно независимо от автокатализа возникает ценный процесс распространения деформации путем воздействия уже деформированной молекулы на идентичные с ней, недеформированные.

Для этого процесса могут и отсутствовать специальные ограничительные условия: если частицы, идентичные с деформированными, представлены в системе в достаточ-

⁸ Можно предположить, что в лучшем случае возникает путем автокатализа деформированных единиц статистически одна новая частица взамен исчезающей в процессе метаболизма. Этим объяснялась бы скудность вестигий по сравнению с совокупностью пережитого.

пом числе и конфигурация после деформации обладает меньшей, чем у недеформированных частиц, свободной энергией, то распространение необратимой деформации на неопределенно значительные расстояния остается в пределах возможного, и именно здесь мы можем подумать об использовании анатомических связей.

При любом представлении о вестигиях мы вынуждены будем, как это будет видно из дальнейшего, принять их распространение от мест их первичного возникновения по всей соответственной функциональной области мозговой коры.

Представляя себе весь процесс образно, можно сравнить его с «бурным разливом на широкие пространства при паводке», оставляющим лишь ничтожные следы, поддерживающим свое длительное или временное существование путем автокатализа.

Если мы связываем однозначно содержание запоминания с определенными деформациями, то необходимо допустить сосуществование многочисленных разнородных вестигий.

Представляет ли в этом отношении наша концепция — связывание вестигий с чисто стерическими параметрами, преимущество перед другой возможностью — чисто химическими представлениями?

Мы думаем, что утвердительный ответ диктуется следующими соображениями.

Во-первых, сосуществование очень значительного числа химических тел в малом объеме клетки представляет большие трудности для понимания, чем наличие различных стерических модификаций одних и тех же веществ.

Во-вторых, и это является решающим аргументом — возможность возникновения того или иного химического варианта не может быть, конечно, предвидена основной химической организацией элементов коры, если принять как неизбежное, что параметры этого варианта определяются характером воздействия внешних импульсов. Во всяком случае, химические возможности принципиально ограничены, стерические же возможности, при достаточно больших размерах молекул, фактически неограниченны⁹. Вестигии не являются при этом специфическими, обособ-

⁹ Можно сделать попытку примирения обеих противоположностей, приравняв представление о деформации молекул к их стереоизомерии. Но если не вводить новых, чисто химических представлений, то возможности стереоизмерений ограничены и недостаточно гибки.

ленными веществами, но лишь стерическими модификациями каких-то основных для живых веществ тел.

Если наша концепция вестигий и дает несколько большее удовлетворение, чем чисто химическая концепция, тем не менее главные трудности для нее еще впереди. Для их выяснения мы должны, прежде всего, выяснить границы нашей памяти, запоминания, т. е. своеобразие тех переживаний, которые доступны и недоступны запоминанию.

Мы попытаемся провести этот анализ на зрительной памяти.

Содержание зрительной памяти

Мы имеем в виду при нашем анализе лишь непосредственное, т. е. не связанное с какими-либо дальнейшими умственными операциями, переживание с окраской «я это уже видел».

Существование таких непосредственных переживаний можно вывести из их противопоставления своеобразному, часто встречающемуся состоянию, формулируемому, например, следующими словами: «Я этого человека знаю, но забыл, где его видел, как его зовут». При этом оба последних выпадения памяти могут быть восстановлены своеобразными волевыми актами, усилиями, совершенно отличными от непосредственного акта узнавания¹⁰.

Было бы совершенно неверно утверждать, что запоминаются лишь простые зрительные восприятия. Но правильное сказать, что запоминаются лишь немногие, простые, но решающие для позднейшего узнавания, параметры сложного воспринимаемого. Сомнения в непосредственности запоминания могут относиться лишь к акту выделения этих параметров, носящему характер некоей абстракции. Однако крайне неправдоподобно рассматривать эту «абстракцию» как самостоятельную умственную операцию, следующую по времени за непосредственным восприятием. Такой акт свойствен, должно быть, лишь художникам.

Узнавание возможно на основании очень отдаленной аналогии, например, лица по грубой карикатуре или буквы при совершенно измененных соотношениях частей и величины.

¹⁰ Можно было бы рискнуть обозначить непосредственность узнавания как своеобразный рефлекторный акт.

Мы имеем при этом, однако, в виду узнавание при непосредственном восприятии без осложненных умственных операций¹¹.

Из этого вытекает следствие, решающее для всей нашей дальнейшей концепции.

При оригинальном восприятии и его «узнавании» непосредственно затрагиваются различные элементы рецепторов и по всему правдоподобию и различные элементы мозговой коры. Можно поэтому в общей форме сказать, что при «узнавании» какого-либо переживания для непосредственно задетых новым восприятием (хотя бы идентичным прежнему) элементов оно все же было бы оригинально, если бы в любом из задетых элементов не были бы налицо вестигии, первоначально возникшие в других элементах, затронутых действительно оригинальным переживанием.

Из этого простого соображения и вытекает неизбежность представления о широком распространении вестигиальных деформаций путем своеобразного ценного процесса, о чем была уже речь выше, и здесь мы сталкиваемся с первой и главной трудностью.

Необходимо разобраться теперь в следующем вопросе.

Как это легче всего себе представить для восприятий зрительных образов, содержание подводимых к различным группам клеток афферентными первыми импульсов будет различно, различны, следовательно, и непосредственно вызываемые ими деформации элементарных полевых источников, а следовательно, и поля клетки.

По отношению между содержанием импульса и его последствиями для данной клетки могло бы быть однозначным лишь в случае полной изоляции каждой клетки. В действительности же, одновременные сдвиги во всех точках воспринимаемого, как целое, образа создают, взаимодействуя друг с другом, общее актуальное поле, векторы которого будут, вообще говоря, различны в каждой точке. Из этого вытекает, что в каждой точке и реальные деформации, которые могут при известных обстоятельствах превратиться в вестигии, будут определяться вовсе не индивидуальным импульсом, а векторами актуального поля в данной области.

¹¹ Строгое доказательство того, что такое узнавание возникает непосредственно с восприятием, как бы слито с ним, конечно, не возможно. Но весьма правдоподобно, например, что узнавание букв в акте чтения хорошо грамотного человека именно такого рода.

Но если в момент своего возникновения вестигии в каждой точке различны, то, как мы вывели уже выше, они должны распространиться и на все остальные точки области. В каждой точке (например, группе клеток) должны быть представлены, таким образом, все разновидности вестигий.

В этом выводе нет ничего непосредственно неприемлемого, но при дальнейшем продумывании возникает новая трудность. Допустим, что оригинальное зрительное восприятие состоит из построенной из нескольких прямых геометрической фигуры на однородном фоне. Площадь фигуры равна $-p-$, наибольшее расстояние между вершинами углов $-m-$. Мы «узнаем» аналогичную, не непременно геометрически подобную ей фигуру и совершенно других, больших размеров $-P-$ и $-M-$.

Но при этом взаимодействие сдвигов полей клеток, находящихся в первом случае на расстоянии $-m-$, во втором $-M-$, а следовательно, и результирующий характер деформаций в том и другом случаях будут различны. Поэтому вестигиальные деформации от первого восприятия окажутся как бы непригодными для второго.

Некоторый выход из этого затруднения дают следующие соображения.

Мы различаем зрительные восприятия двух родов — контурные и площадные. Но площади ограничены, в свою очередь, контурами, и поэтому возникает мысль, что решающими, абстрагируемыми в запоминании параметрами являются именно контуры. Но против этого заключения можно привести веские соображения, и главным образом полную неопределенность самого понятия «контур».

Представим себе на однородном фоне простую геометрическую фигуру, изображенную рядом достаточно отдаленных друг от друга точек, например треугольник высотой 4 см, изображенный двенадцатью точками, т. е. каждую сторону, намеченную пятью точками. Помимо того, что уже здесь понятие «контур» становится несколько условным, мы можем отклониться довольно значительно от распределения пяти точек на одной прямой и все же сохранить впечатление треугольника.

В данном примере решающими являются, по-видимому, не контуры, но скорее площадь, замкнутая точками. Но в оценке или запоминании площади решающее значение имеют, несомненно, углы.

Но и этот вывод может притязать на правильность лишь при известной оговорке.

Решающее значение имеют не углы, ориентированные произвольно в зрительном поле, но углы по отношению к основным осям всего зрительного поля, определяемым в очень значительной мере движениями глаз (понятие верх-низ, вправо-влево). В этом легко убедиться. Несомненно, что буква узнается непосредственно (т. е. и запоминается непосредственно) лишь в определенном положении относительно осей зрительного поля и представляется непосредственно совершенно незнакомой, будучи повернутой примерно на 90° .

Можно поэтому с известным правом сказать, что параметры зрительных образов, оставляющие вестигии, имеют своим содержанием несколько наиболее резких отграничений или расчленений достаточно больших и однородных площадей воспринимаемого образа, причем наиболее существенным являются угловые отношения этих отграничений к основным осям общего зрительного поля. Чрезмерно большое число таких отграничений (пестрота образа) несовместимо с запоминанием.

Этот вывод приводит к совершенно неожиданным и далеко идущим последствиям.

Мы запоминаем, конечно, лишь парунения полной однородности зрительного поля, но при этом не содержание его разновидностей (например, окрашенной площадки на фоне зрительного поля), но параметры грани между ними. При этом предполагается достаточно резко выраженная грань, не постепенный переход.

Если мы допустим (что само по себе правдоподобно), что топографии зрительного образа на сетчатке однозначно соответствует и какая-то топография возбуждения в коре, то необходимо принять, что вестигии образуются лишь в местах резких градиентов возбужденных состояний.

ЭМБРИОГЕНЕЗ ПСИХИКИ

Постановка проблемы диктуется следующими соображениями. Связь между психической и соматической сферами имманентна, т. е. непрерывна, и подобно и параллельно эмбриональному развитию сомы, развивается и психическая сфера. Этот трузизм получает реальное содержание, если мы постулируем существование зачатков элементов психики в любой стадии эмбрионального развития.

Насколько нам ясно понятие непосредственно данного

нам соматического эмбриогенеза, настолько проблематична на первый взгляд осмысленность представления об эмбриогенезе психики и о непрерывности ее существования.

Здесь необходимо оговориться.

Знакомая нам, т. е. наша собственная психика является совокупностью непрерывно сменяющихся, пестрых по своему содержанию, лишь частью зависящих от внешнего мира переживаний. Но все эти мимолетные элементы возникают и протекают на медленно развивающемся и эволюционирующем «фоне», который можно обозначить как наше «я».

Наш постулат имманентности связи сомы и психики отнесется, конечно, лишь к этому фону. Нам представляется непостижимой мысль, что «фон» возникает на какой-то определенной фазе эмбриогенеза, так сказать, из ничего, т. е. не имеет каких-то истоков развития в виде каких-то эквивалентов или рудиментов.

Мы попытаемся составить себе представление об этих истоках. Мы должны идти при этом, конечно, от известного к неизвестному, стараясь представить себе постепенную инволюцию психики, доходящую до вообще мыслимых рудиментарных состояний.

Сама мысль о возможности такого предприятия представляется на первый взгляд утопичной или даже противоречивой.

Действительно, само понятие «рудимента» чего-либо предполагает уже существование далеко идущих, существенных аналогий между основным, более богатым по содержанию переживанием и его зачатком, обозначаемым как «рудимент». Сопоставляя тот и другой, мы прибегаем даже к оценкам вроде «больше и меньше», «проще и сложнее».

Существуют ли вообще элементы психики, т. е. переживания, относительно которых возможна такая оценка?

Мы полагаем, что на этот вопрос возможен положительный ответ: вряд ли можно оспаривать, что «знание» в самом общем смысле слова является той основой нашей психики, которая по самому своему существу, так сказать на наших глазах, нарастает и усложняется, начиная с самых скромных зачатков внеутробной жизни, и может быть поэтому без особенного усилия нашего воображения прослежена и в обратном порядке, как процесс инволюции.

Но раз процесс инволюции может быть (конечно, чисто предположительно) описан сохраняющими для нас смысл понятиями, то нет никаких оснований и, наоборот, претит нашему внутреннему чувству оборвать это описание при переходе к утробной жизни.

Напротив, единственно последовательно и логично, проследив мысленно инволюцию «знания», от его полного расцвета до младенчества, продолжить ту же умственную операцию в глубину эмбрионального развития, сознавая при этом, что, строго говоря, мы нигде не можем остановиться, т. е. указать на исходную точку нашего ретроспективного построения.

Пытаясь сконструировать рудиментаризацию нашей психики, мы понимаем термин «знание» и отождествляем его, по существу, с переживаниями чего-то. Мы избегаем, однако, говорить о «сознании», гораздо более многозначном и неопределенном термине, желая подчеркнуть, что предполагается лишь знание своего моментального состояния, т. е. и его перемен.

Мы отождествили знание на любой ступени его рудиментарности с переживаниями. Но мы уже определили раннее переживание, в его самой общей форме, как первое звено по ту сторону разрыва сплошности, находящееся в соответствии с последним звеном по эту сторону, а именно с состоянием актуального поля (соответственного участка мозговой коры).

Мы можем поэтому дать предварительную формулировку наших представлений о рудименте психики на любом этапе эмбриогенеза.

Мы приписываем, что цепь событий, обуславливающая моментальное состояние актуального поля зародыша, не заканчивается окончательным обрывом, за которым уже ничего нет, но разрывом сплошности, по ту сторону которого существует рудимент психики, содержание ее ограничивается знанием моментального состояния актуального поля.

Однако этим не исчерпывается то, что мы можем представить себе как «рудимент» психики. Наша психика включает паряду с переживаниями и «поступки». Допускает ли и это понятие необходимую для наших целей рудиментаризацию?

Само понятие «поступка» с трудом поддается строгому определению даже в полном своем развитии. Тем труднее будет, конечно, его определение в рудиментарном состоянии.

Было бы недопустимой тавтологией, если бы мы попытались обосновать определение «поступка» его связью с переживанием. Необходимость этой связи должна, наоборот, вытекать из независимого от нее определения поступка, и нам кажется, что удовлетворительным является следующее.

Если мы имеем основание приять, что наблюдаемое нами проявление возможно как конечное звено различных последовательностей событий, то мы обозначаем его как результат «поступка». Этим самым центр тяжести переносится на акт «отбора» одного из возможных путей и на указание, что возможны различные пути.

Нет никакого априорного основания, т. е. очевидности, для признания неизбежности того, что процессы эмбриогенеза носят в той или иной мере характер «поступков» в приданном нами этому понятию наиболее ограничительном смысле. Мы убеждаемся в этом лишь путем эмпирии: созданное Дришом на эмпирической основе понятие «эквипотенциальности» элементов влечет за собой с необходимостью признание того, что поведение эмбриональных элементов соответствует понятию «поступков» в сформулированном нами выше смысле.

Но, как справедливо отметил Дриш, трудно было бы примириться с мыслью, что «поступки» зародышей проявляются лишь тогда, когда они подвергаются совершенно искусственным, не встречающимся в их обычной жизненной обстановке воздействиям.

Если они обнаруживались как нечто неожиданное при необычайных для зародышей условиях, то мы должны заключить, что и в норме, т. е. при неизбежных, гораздо более мелких флуктуациях всех параметров их жизненного цикла, зародыши так же реагируют непрерывными «поступками».

Мы можем теперь сформулировать в окончательном виде наши представления об эмбриональных рудиментах психики.

Зародыш «знает» состояние и изменения своего актуального поля и «поступает» в направлении, ведущем к сглаживанию напряженности, возникающей при изменениях.

По сравнению с содержанием знакомой нам нашей психики, речь идет, конечно, действительно о рудиментах: мы нигде не говорим об эффектах, о «сознании своего я» и о памяти.

Содержание того, что мы вкладываем в наши представления о поступках, вытекающих из зародышевой психики, совпадает с тем, что по инициативе Дрипа обычно обозначается как «органические регуляции». Не является ли пустой игрой слов наше уподобление поведения зародыша рудиментарным психическим актам? Удовлетворена ли при этом хотя бы в некоторой степени наша потребность в «понимании»?

Этот вопрос затрагивает саму идею нашей общей задачи — биологического подхода к пониманию психических явлений. Но наше отношение к проблеме нашей, собственной, знакомой нам и к проблеме недоступной нам эмбриональной психики не может быть, конечно, одиноким. Проблема биологических основ нашей психики нам дана, существует объективно, независимо от нашего желания, и произвольным остается лишь отношение к ней — признание невозможности подхода или, наоборот, попытка приближения к пониманию.

Проблема эмбриональной психики создана нами и может быть признана вовсе не существующей для других. Признание за общеизвестными данными эмбриональной регуляции характера психических феноменов может быть поэтому сочтено, с известной точки зрения, пустой игрой слов, если она остается простой декларацией.

Мы считаем, что это не так.

Дело не только в выдвинутом нами постулате — необходимости признания эмбриогенеза психики исходя из принципа редукции до абсурда. Существенна возможность и, по-видимому, плодотворность применения одного и того же общего представления (напряжения актуального поля) для столь различных феноменов, как эмбриональная регуляция и наши переживания.

Объективный анализ процессов эмбриональной регуляции приводит нас к констатированию такого же разрыва целостности, который мы осознаем при анализе соматопсихических явлений. Разница заключается лишь в том, что в то время как в последнем случае объективно первым звеном по ту сторону разрыва будут переживания, так как связь между ними и поступками мы оставляем пока в стороне, в явлениях эмбриональной регуляции этим звеном являются поступки зародыша.

Произвольным (и на первый взгляд бессодержательным) является лишь наше допущение, что поступкам зародыша непосредственно предшествуют и определяют их переживания. Можно, конечно, обойтись без этого

допущения, но это будет лишь спор о словах: данные экспериментальной эмбриологии показали с достаточной убедительностью, что реакции зародышей на воздействия извне носят характер «поступков» в установленном нами смысле этого слова. Другими словами, зародыш поступает на основании «отбора», в соответствии с воздействующим на него внешним влиянием. Будем ли мы говорить о «факторе отбора» или о «переживании», конечно, безразлично, но нельзя отрицать, что последний термин нам «понятнее». И вместе с тем, что наиболее существенно, устанавливается непосредственная преемственность между всеми этапами жизненного цикла, начиная от исходного пункта эмбриогенеза.

Нам остается осветить еще один пункт, ответив на вполне резонное замечание, что в нашем отождествлении эмбриональных регуляций с «переживаниями» мы не вводим никаких новых понятий, выходящих за рамки сформулированных Дришом, и этим самым обнаруживается бессодержательность и бесплодность нашей концепции.

Это утверждение было бы, однако, неверным.

На вопрос, в чем содержание эмбриональных регуляций, с точки зрения Дриша, возможен лишь один ответ, который им и сформулирован, — стремление к возвращению к норме. Но содержание нормы совпадает при этом с совокупностью того, что составляет организм, и не есть поэтому тавтологическое определение, которое должно всегда содержать ограничительные параметры. Такие параметры формулируются лишь концепцией актуального поля.

Термины — «состояние», «напряжение» — актуального поля имеют вполне очерченный смысл, совершенно не совпадающий с тем, что мы обозначаем как «организм», «зародыш». Поэтому, относя понятие переживания к состоянию актуального поля, мы избегаем той, граничащей с тавтологией, неопределенности, которая неизбежна, если мы сказали бы в смысле концепции Дриша — «зародыш знает свое моментальное состояние» [15]. Это высказывание лишено для нас смысла потому, что оно неприменимо даже к нашему собственному — «я». Мы знаем о себе, т. е. «переживаем», лишь какие-то частичные, т. е. не охватывающие нас целиком, наши «состояния». То же утверждает концепция актуального поля и относительно зародыша.

1. Бауэр Э. С. Теоретическая биология. Л.: ВИНМ, 1935. 206 с.
2. Белоусов Л. В. Истоки, развитие и перспективы теории биологического поля // Физические и химические основы жизненных явлений. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 59–117.
3. Белоусов Л. В., Гурвич А. А., Залкинд С. Я., Канегиссер Н. Н. Александр Гаврилович Гурвич. М.: Наука, 1970. 202 с.
4. Биша М. Физиологические исследования о жизни и смерти. Спб., 1865.
5. Бляхер Л. Я. Митоза в яйцах тритона, развивающихся после нарушений соплазмы: (Опыт анализа митоза в свете теории поля) // Сборник работ по митогенезу и теории биологического поля. М.: Изд-во АМН СССР, 1947. С. 148–161.
6. Вернадский В. И. Труды по всеобщей истории науки. М.: Наука, 1988. 334 с.
7. Гете И. В. Избранные сочинения по естествознанию. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 550 с.
8. Гурвич А. А. Молекулярная организация блуждающего нерва и сердечной мышцы при различных функциональных состояниях // Бюл. эксперим. биологии и медицины. 1976. № 6. С. 689–691.
9. Гурвич А. А. Проблема митогенетического излучения как аспект молекулярной биологии. Л.: Медицина, 1968. 240 с.
10. Гурвич А. Г. О явлениях регуляции в протоплазме // Тр. Санкт-Петербург. о-ва естествоиспытателей. 1908. Т. 37, вып. 2. С. 140–189.
11. Гурвич А. Г. Понятия нормировки и детерминации в биологии. // Вопр. философии и психологии. 1911. Кн. 107. С. 129–155.
12. Гурвич А. Г. Проблемы наследственности // Природа. 1914. № 7/8. С. 843–862.
13. Гурвич А. Г. Теория биологического поля. М.: Сов. наука, 1944. 155 с.
14. Гурвич А. Г. Понятие «целого» в свете теории биологического поля // Сборник работ по митогенезу и теории биологического поля. М.: Изд-во АМН СССР, 1947. С. 141–147.
15. Гурвич А. Г. Избранные труды. М.: Медицина, 1977. 351 с.
16. Гурвич А. Г., Гурвич Л. Д. Двадцать лет митогенетического излучения // Успехи соврем. биологии. 1943. Т. 16, вып. 3. С. 305–334.
17. Гурвич А. Г., Гурвич Л. Д. Митогенетическое излучение, физико-химические основы и приложения в биологии и медицине. М.: Медгиз, 1945. 283 с.
18. Гурвич А. Г., Гурвич Л. Д. Введение в учение о митогенезе. М.: Изд-во АМН СССР, 1948. 114 с.
19. Дриш Г. Витализм, его история и система. Спб., 1915. 272 с.
20. Михайловский Г. Е. Динамика и закономерности формообразовательных процессов в отдельном организме // Моделирование

- процессов в природно-экономических системах. Новосибирск. Наука, 1982. С. 117–129.
21. *Николис Г., Пригожин И.* Самоорганизация в неравновесных системах. М.: Наука, 1979. 512 с.
 22. *Пухальская Е. Ч.* Морфологические изменения митотических фигур в результате их взаимодействия // Сборник работ по митогенезу и теории биологического поля. М.: Изд-во АМН СССР, 1947. С. 162–174.
 23. *Риттенберг Д., Шемин Д.* Изотопный метод при исследовании промежуточного обмена // Проблемы биохимии. М.: Изд-во иностр. лит., 1948. С. 109–123.
 24. *Смирнов Е. С.* Регуляция формы соцветия *Coryandrum sativum* L.: (К вопросу о теории биологического поля) // Учен. зап. МГУ. 1937. Т. 13. С. 85–118.
 25. *Фрей-Виссанинг А.* Субмикроскопическое строение протонлазмы и ее производных. М.: Изд-во иностр. лит., 1950. 364 с.
 26. *Хакен К.* Синергетика. М.: Наука, 1980. 404 с.
 27. *Anikin A. W.* Das morphogene Feld der Knorpelbildung // W. Roux' Arch. 1929. Bd. 114. S. 549–577.
 28. *Cajal Ramon Y.* Histologie du système nerveux de l'homme et des vertébrés. P., 1909–1911. Т. 1–2.
 29. *Frölich H.* Coherence in biology // Coherent excitations in biological systems. Heidelberg etc., 1983.
 30. *Gurwitsch A. A.* A historical review of the problem of mitogenic radiation // Experientia. 1988. Vol. 44, N 7. P. 545–550.
 31. *Gurwitsch A. G.* Über Prämissen und anstossgebende Faktoren der Furchung und Zellvermehrung // Arch. Zellforsch. 1909. Bd. 2. S. 459–548.
 32. *Gurwitsch A. G.* Über Determination, Normierung und Zufall in der Ontogenese // W. Roux' Arch. 1910. Bd. 30. S. 133–193.
 33. *Gurwitsch A. G.* Die Vererbung als Verwirklichungsvorgang // Biol. Zbl. 1912. Bd. 32. S. 458–486.
 34. *Gurwitsch A. G.* Der Vererbungsmechanismus der Form // W. Roux' Arch. 1914. Bd. 39. S. 516–577.
 35. *Gurwitsch A. G.* Über den Begriff des embryonalen Feldes // Ibid. 1922. Bd. 52. S. 383–415.
 36. *Gurwitsch A. G.* Versuch einer synthetischen Biologie // Schaxel's Abh. theor. Biol. 1923. H. 17. S. 1–83.
 37. *Gurwitsch A. G.* Das Problem der Zellteilung physiologisch Betrachtet. B.: Springer, 1926. 224 S.
 38. *Gurwitsch A. G.* Weiterbildung und Verallgemeinerung des Feldbegriffes // W. Roux' Arch. 1927. Bd. 112. S. 433–454.
 39. *Gurwitsch A. G.* Der Begriff der Äquipotentialität in seiner Anwendung auf physiologische Probleme // Ibid. 1929. Bd. 166. S. 20–35.
 40. *Gurwitsch A. G.* Die histologischen Grundlagen der Biologie. Jena: Fischer, 1930. 310 S.
 41. *Gurwitsch A. G.* Une théorie du champ biologique cellulaire. P., 1947. 149 p. (Bibl. Biother.; D; Vol. 11).
 42. *Gurwitsch A. G., Gurwitsch A. A.* The problem of autocatalysis (autoreproduction) of some cyclic compounds from lower amino-acids // Enzymologia. 1958. T. 20.
 43. *Gurwitsch A. G., Gurwitsch L. D.* Der Feldbegriff in seiner Anwendung auf das Problem der Zellteilung // Acta biotheor. A. 1936. Vol. 11. P. 77–92.
 44. *Gurwitsch A. G., Gurwitsch L. D.* Peculiarities of chain reactions

- and common energy levels in living systems // *Acta phys. chim.* 1942. Vol. 16. P. 288.
45. *Gurwitsch A. G., Gurwitsch L. D.* Die mitogenetische Strahlung. Jena: Fischer, 1959. 308 S.
 46. *Gurwitsch L. D.* Die Verwertung des Feldbegriffes zur Analyse embryonaler Entwicklungsvorgänge // *Arch. mikrosk. Anat. und Entwicklungsmech.* 1924. Bd. 104. S. 40-52.
 47. *Lima de Faria A.* A molecular evolution and organization of the chromosome. N. Y., Oxford: Elsevier, 1986. 1186 p.
 48. *Jordan P.* Zur Frage einer spezifischen Anziehung zwischen Genmolekülen // *Phys. Ztschr.* 1938. Bd. 38. S. 711-714.
 49. *Lipkind M. A.* Gurwitsch' Theorie vom biologischen Feld // *Fusion.* 1987. N 4. S. 29-49.
 50. *Lipkind M. A.* Gurwitsch' Theorie vom biologischen Feld. 2 // *Fusion.* 1987. N 5/6. S. 53-65.
 51. *Poincaré H.* La science et l'hypothèse. Flammarion. P., 1908. P. 1-292.
 52. *Popp F. A.* Biologie des Lichts: Grundlagen der ultrawachswachsende Zellstrahlung. Heidelberg: Parey, 1984. 160 S.
 53. *Rothen A.* Enzymatic reactions across a thin membrane // *J. Phys. Chem.* 1959. Vol. 63. P. 1929-1934.
 54. *Spemann H.* Embryonic development and induction. New Haven: Yale Univ. press. 1938. 315 p.
 55. *Wess P.* Principles of development. N. Y., 1939. 530 p.
 56. *Wolkowski Z. W.* Le concept de champ de la physique a la biologie // *C. r. Seminar synergie et coherence.* P., 1984.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Введение	16
Часть I	
ОБЗОР ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МЕТОДОВ	
АНАЛИЗА В БИОЛОГИИ	
I. Общие гносеологические предпосылки	18
Об общих принципах и патуофилософии	18
О научном понимании	20
Общие принципы	22
О логической структуре научных высказываний	26
Об общих принципах в биологии	34
О витализме	39
Понятие и общий принцип релятивизации	43
О своеобразии биологических проблем	50
О жизненных проявлениях	53
О понятии «сложности» жизненных проявлений	56
Инстинкт расчленения и его разумное ограничение	59
О различных уровнях биологического анализа	62
II. Об основах биологической методологии	72
Экспериментальная и аналитическая биология	72
Аналитический метод	77
Модели и модельные опыты в биологии	84
О связях и причинных рядах	90
Часть II	
КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ КОНЦЕПЦИЙ	
СОВРЕМЕННОЙ БИОЛОГИИ	
Введение	97
Сущность и преодоление клеточного принципа	98
Протоплазма	102
Ядро	106
Понятие «организации» клетки	112
Метаболизм	114
Преформация, энигенез и инварианта	121
Раздражение, возбудимость и реакция	131

О биологическом значении редких событий . . .	139
Общие итоги понятия регуляции и нормировки . .	151
Заключение	156
Часть III	
ОСНОВЫ КОНЦЕПЦИИ КЛЕТОЧНОГО ПОЛЯ	161
Введение	161
Логический смысл концепции поля	170
Анализ актуальных полей	173
Актуальные поля, вестигии и принцип сопряженности	181
Пределы однозначности в концепции поля . . .	184
Неравновесные молекулярные констелляции . . .	191
Неравновесные молекулярные констелляции и вестигии	199
Обоснование «точности» биологических процессов	203
Общие принципы применения концепции поля к отдельным проблемам	205
Возможно ли доказательство существования поля?	210
Часть IV	
АНАЛИЗ ДИСКРЕТНЫХ ЖИЗНЕННЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ	218
Процессы метаболизма в свете теории поля . . .	218
Эмбриогенез	221
Обратимые жизненные проявления	239
Психическая сфера как биологическая проблема	248
Биологический анализ строения мозговой коры . .	251
Актуальное поле мозговой коры	258
О «вестигиях» в мозговой коре	262
Память	268
Эмбриогенез психики	277
Литература	283

Научное издание

**Гурвич
Александр
Гаврилович**

**ПРИНЦИПЫ
АНАЛИТИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ
И ТЕОРИИ
КЛЕТОЧНЫХ ПОЛЕЙ**

Утверждено к печати
Московским обществом
испытателей природы

Редактор издательства С. П. Одинцова
Художник В. В. Овчинников
Художественный редактор Н. Н. Михайлова
Технический редактор З. Б. Павлюк
Корректоры Т. М. Ефимова, Л. И. Левашова

ИБ № 46993

Сдано в набор 25.04.90
Подписано к печати 07.02.91
Формат 84×108^{1/32}
Бумага типографская № 1
Гарнитура обыкновенная
Печать высокая
Усл. печ. л. 15,22. Уч.-изд. л. 17,4. Усл. кр. отт. 15,4
Тираж 1400 экз. Тип. зак. 786
Цена 7 р. 10 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука»
117864 ГСП-7, Москва В-485
Профсоюзная ул., 90.

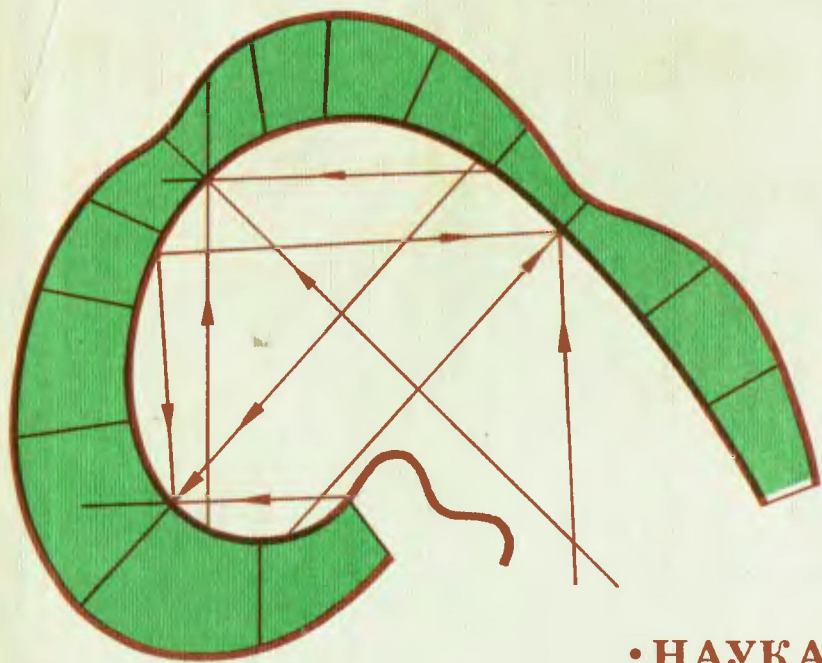
2-я типография издательства «Наука»
121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10



АЛЕКСАНДР ГАВРИЛОВИЧ
ГУРВИЧ
(1874—1954)

А. Г. ГУРВИЧ

ПРИНЦИПЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ И ТЕОРИИ КЛЕТОЧНЫХ ПОЛЕЙ



• НАУКА •