

Лекция №8-9

Информационно-структурные модели медико-биологических исследований

Принципы построения теории информационно-структурных организаций (теории СИМО)

Приведенный выше анализ причин трудностей, возникающих в развитии ряда направлений биологии, медицины и в некоторых других областях науки приводит к выводу о том, что их причиной является отсутствие адекватности применяемых методов исследования.

В основе целого ряда биологических явлений лежит функционирование структурно-информационных процессов, которые, в свою очередь, оказываются замаскированными частными проявлениями. Они не могут существовать сами по себе и их нельзя выявить и изучить путем непосредственных экспериментальных исследований и обобщения результатов. Единственным путем является путь построения абстрактных систем, который, как уже говорилось, специально предназначен для выделения “основного процесса” из системы маскирующих его явлений.

Далее следует отметить, что поскольку структурно-информационные явления не могут существовать и функционировать самостоятельно и должны быть всегда реализованы на некоторой основе (субстрате), то важнейшим условием успеха исследования является создание некоторой “искусственной среды” для “культивирования” структурно-информационных процессов в “чистом виде”. Такими средами могут быть вычислительная машина или же специальная символика и правила её преобразования (формальный аппарат).

При этом процесс должен быть разбит на два этапа. На первом этапе на основе анализа трудностей при исследовании реальных объектов и теоретических разработок должна быть построена теория структурно-информационных организаций (теория СИМО). На втором — эта теория должна быть использована для анализа реальных сложных биологических систем. Так, например, при анализе явления иммунитета растений наряду с различием конкретных химических процессов выявляется нечто общее — наличие специальных тактик борьбы с чужеродными организмами.

Большая степень общности проявляется и при изучении биоценозов. И в этом случае теория также не могла быть сформулирована на языке биохимии и биофизики. Такие явления, как устойчивость биоценозов, эволюция экосистем требуют специального языка описания, связанного с анализом взаимоотношения и взаимодействия систем.

Теория структурно-информационных организаций была первоначально построена на основе изучения работы мозга. Затем она была применена к другим областям биологии. Такой путь исследования был предопределен тем, что работа мозга демонстрирует наиболее яркие примеры переработки информации, а также и тем, что И.П.Павлов впервые в развитии науки пришел к построению абстрактных систем описания информационной деятельности, определив понятия “сигнала” и “ответной реакции”.

Великий физиолог и его ученики установили ряд важнейших правил информационной деятельности. В дальнейшем новые проблемы возникли при изучении сложных систем рефлексов (Л.Г.Воронин, А.В.Напалков, Н.А.Рокотова, К.А.Иорданис и др.). При этом решающее значение стало приобретать рассмотрение структуры построения систем рефлексов, представляющих собой отображение существующих во вне комплексов причинно-следственных связей. На этом этапе стали необходимыми новые шаги в разработке абстрактной теории. Н.В.Целковой было выдвинуто предположение о необходимости определения понятия абстрактной информационной структуры и разработки теории информационных структур.

Основные идеи этой концепции связаны с необходимостью абстрагирования от частных свойств объектов и выделения структурно-информационных отношений в чистом, неискаженном виде. 1) Хорошо известно, что взаимоотношение, взаимодействие систем реализуются на основе двух основных компонентов, определенных в работах И.П. Павлова: “сигнала” и “ответного действия”. Вместе с тем существуют три основных типа отношений: 1) взаимоисключаемость [“НЕ”], 2) взаимозаменяемость [“ИЛИ”], 3) взаимодополняемость [“И”], которые характерны для любых объектов. Они легко выявляются при анализе любых экосистем. Такие отношения можно описать в виде структур на языке теории графов. В сложных структурах, объединяющих описанные выше системы отношений, возникают новые в качественном отношении явления. Их специфика определяется типом организации структуры и не зависит от характера частной интерпретации, проявляющегося в виде взаимодействия тех или иных конкретных видов животных или химических веществ

Были определены основные “элементы структуры” типа узел “И”, узел “НЕ”, узел “ИЛИ”. Путем их объединения (композиции) удалось получить сложные и комплексные структуры, выделить уровни в структурах и начать исследование тех новых явлений и свойств, которые возникают при их функционировании и взаимодействии. Таким образом было осуществлено построение абстрактной системы специального вида, которое позволило выделить в “чистом виде” процессы и закономерности, протекающие в структурах, состоящих из описанных выше компонентов (узлов типа “И”, “ИЛИ”, “НЕ”). При ее разработке было реализовано сочетание методов, основанных на индукции и дедукции. С одной стороны на основе изучения большого количества примеров было осуществлено обобщение (индукция). Наряду с этим существенное значение имел метод теоретического построения и анализа абстрактных структур. Для удобства представления и преобразования информационных структур была создана символика специального вида. Таким образом, было осуществлено построение теории СИМО (А.В.Напалков, Н.В.Целкова, 1973, 1974, 1975). Эта теория была применена при исследовании различных, частично описанных выше проблем биологии и медицины. Осуществлялся анализ сложных новых объектов на основе опознания в их организации уже известных законов. Оказалось возможным перейти от методов описания отдельных явлений к построению теории в различных областях биологии. При этом на первом этапе имело место выявление типов структур и структурных организаций, законов их взаимодействия и анализ возникающих в этих системах новых в качественном отношении явлений.

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ СТРУКТУРНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ МНОГОУРОВНЕВЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ (ТЕОРИИ СИМО)

Постановка проблемы

Основные причины возникновения трудностей в исследовании механизмов явлений связаны со сложностью структурной организации. Известно, что внутренние свойства вещей, их “существо” обычно оказываются определенными не самими объектами внешнего мира, как таковыми, а их взаимодействием, взаимоотношением друг с другом. Так, хорошо известно, что роль организма в целостном биоценозе определяется его взаимодействием с другими особями и видами. Системы отношений образуют сложнейшие конструкции, в которых проявляются новые в качественном отношении свойства и явления. Таким образом, возникает специальная категория явлений природы, которую можно назвать “структурно-информационной организацией” или сокращенно СИМО.

СИМО присутствует во всех сложных явлениях природы. В то же время она никогда не проявляется в “чистом”, неискаженном виде, будучи реализованной в той или иной конкретной форме или “частной реализации” СИМО. Работа механизмов зависит от

тех законов и явлений, которые определяются структурой СИМО, и в тоже время экспериментатор не может исследовать эти законы непосредственно. Для того чтобы понять истинную природу вещей, необходимо построение абстрактных систем, которые обеспечили бы исключение всех маскирующих явлений и позволили бы выделить основные системы отношений.

Развитие математики и метаматематики было тесно связано с решением этой проблемы. На основе обобщения ряда примеров решения задач человеком были интуитивно выделены некоторые классы структур отношений. Для этих классов были разработаны абстрактные системы, позволяющие рассмотреть закономерности и процессы.

Принципы построения теории СИМО

Основные принципы построения теории СИМО связаны с решением такой проблемы, как разработка методов раскрытия механизмов функционирования сложных систем (биоценозов, работа мозга человека и т.д.). Имелось в виду, что основные свойства и новые качественные явления, возникающие в системах, обычно определяются структурной организацией СИМО.

Для того, чтобы перейти от описания фактов, лежащих “на поверхности событий”, к раскрытию основных свойств, возникающих в системах, необходимо построение специальной теории, которая должна была:

1) выделить из реальных объектов типичные информационно-структурные отношения “в чистом виде”;

2) изучить системы этого типа, определить их новые в качественном отношении свойства, описать классы, роды, виды СИМО, выявить новые законы;

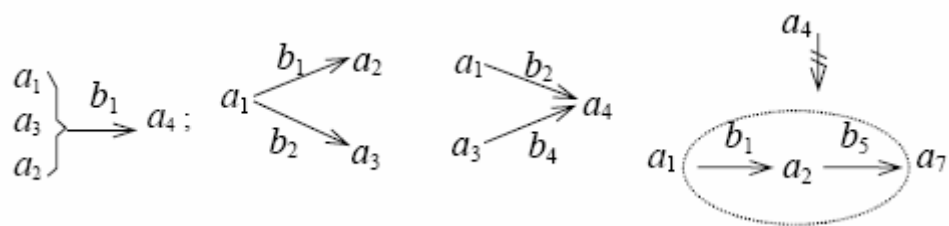
3) эта теория должна быть применена к исследованию различных конкретных объектов и явлений.

Построение теории СИМО опирается на представление о взаимодействии и причинно-следственных отношениях как основах существования окружающей действительности. Взаимодействие предполагает наличие воздействий одних объектов или систем на другие. Те, в свою очередь, воздействуют на третьи и т.д. Возможно и обратное влияние третьего и второго элемента на первый.

Поскольку теория СИМО должна позволить изучать процессы взаимодействия, была введена специальная система символического описания. Следуя терминологии, введенной И.П.Павловым, было определено понятие “сигнала” и ответного “действия”. Обычно сигналы (*причины*) обозначают символами: $a_1, \dots, a_3, \dots, a_n$, а действия (*следствия*) – $b_1, \dots, b_3, \dots, b_m$. Тогда простейшая структура может быть отражена в форме $a_1 \xrightarrow{b_2} a_2$. Это означает, что действие b_1 в условиях наличия a_1 приводит к появлению a_2 . Такое описание структуры отражает взаимодействие двух систем.

Далее учитывалось, что часто имеет место система отношений, при которой два элемента вызывают изменение третьего только при их совместном действии. В других случаях один элемент может препятствовать осуществлению взаимодействия двух других. Было выделено три типа элементарных соотношений: а) отношение взаимозаменяемости, б) взаимного дополнения, в) взаимного исключения. Можно привести много различных примеров таких форм взаимодействия. Наличие некоторого химического вещества может препятствовать осуществлению химической реакции, наличие двух определенных веществ необходимо для того, чтобы в результате нагревания получить третье и т.д.

В целях удобства символического описания рассмотренных выше типов соотношений было введено определение узлов типа “И”, “ИЛИ”, “НЕ” и определение понятия элементарных структур типа “И”, “НЕ”, “ИЛИ”. Их можно схематически изобразить следующим образом:



Из таких элементов, путем их объединения строятся конструкции различного типа.

Следует подчеркнуть, что как в элементарных, так и в более сложных структурах компоненты a_1, a_2, \dots, a_n и b_1, b_2, \dots, b_m не имеют никаких свойств. Это лишь места структуры, куда можно подставлять элементы. Все свойства “элементов” определяются их связями с другими элементами структуры.

Для определения описываемых отношений было введено понятие локуса (места заполнения) и субалтерна (элемента, заполняющего локус).2)

В локус могут быть записаны конкретные элементы того или иного вида. В этом случае возникает конкретизированная структура (её частная интерпретация). Наряду с этим часто имеет место введение процедуры (другой структуры), которая предопределяет правила заполнения локусов. В этом случае возникает новая система отношений.

Одним из важнейших положений теории является утверждение о том, что все более сложные формы отношений, например отношение паразита и хозяина, вида, и экосистемы и т.д., можно получить как определенную композицию, состоящую из трех перечисленных компонентов.

Информационно-базисные структуры

Системы, состоящие из описанных выше элементарных СИМО, будем называть информационно-базисными структурами (ИБС).

При рассмотрении реальных объектов можно выделить ИБС нескольких категорий. Первая категория объединяет абстрактные структуры. Вторая и третья – конкретизированные структуры, в которых локусы содержат те или иные субалтерны.

Первая категория ИБС – это информационные структуры высшей абстрактной категории (ВАКИС), в которых элементы не имеют никакого конкретного содержания. Все их свойства определяются только связями с другими элементами (Н.В. Целкова, 1973г.) При построении таких структур имеет место абстрагирование от конкретных свойств элементов и выделение только того, что является общим для них – чисто структурных отношений. Если в структурах такого рода удастся выявить ряд свойств, правил, законов, то эти законы оказываются применимыми ко всем частным реализациям, возникающим при заполнении локусов. Описанные выше особенности определяют возможности проявлений функционирования ВАКИС в форме законов и алгоритмов, например, возможность использования различных химических соединений при обеспечении единого явления иммунитета.

Вторая категория ИБС содержит элементы, которые соответствуют различным предметным понятиям и действиям. (Например, они могут отражать связи между построением пирамиды из ящиков и возможностью получения фруктов.) Такие конкретизированные структуры мы будем обозначать термином ИСОПД (информационно-структурные организации реальной действительности). Они широко используются при описании конкретных систем (сложных биосистем, биоценозов) и служат объектом переработки в процессе мышления. Однако, в том случае, если возникает вопрос о раскрытии механизмов биологических явлений и патологических процессов, использование структур второго типа оказывается неэффективным. Они отражают специфику отношений, свойственных одному или нескольким частным случаям. На этой основе выявление механизмов оказывается невозможным. При анализе ИСОПД легко убедиться в том, что их организация целиком предопределяется спецификой конкретных

систем объектов внешнего мира, для описания которых они используются. Структуры ИСОД возникают путем заполнения локусов ВАКИС конкретными элементами, отражающими явления и события внешнего мира. Сама организация связей между элементами также предопределена структурной организацией, существующей во внешней среде. Каждой структуре ВАКИС соответствует большое количество частных интерпретаций, записанных в виде ИСОД. Общие законы сформулированы на ВАКИС и справедливы для всех этих интерпретаций ИСОД.

Третья категория структур содержит элементы, которые в отличие от ИСОД не имеют предметного содержания. В то же время они оказываются отличными от ВАКИС. Элементы определяются как процедуры, системы правил заполнения локусов. Таким процедурам присваивается определенное название. Так, например, при развитии математики были определены структуры различного типа, в которых в качестве элемента вводилось абстрактное понятие числа, элемента множества, высказывания и т.д. В результате в локусы можно было подставлять различные, но не любые, элементы. Их выбор определялся процедурой отнесения к понятию числа, высказывания и т.д. Введение таких ограничений приводило к сужению области рассматриваемых структурных организаций. Возникал подкласс СИМО или теория частного типа, отражающая определенный аспект рассмотрения, например, аспект количественных отношений, логические отношения, принадлежность к множеству и т.д. Введение такого “содержания” в элементы предопределяет “характер структур”. Так, в области арифметики и алгебры структуры отражают количественные преобразования. Этот тип структур широко используется в математике. Поэтому их удобно определить как информационные математические структуры.

Из приведенного изложения следует, что *понятие структуры является первичным; понятие элемента – вторичным*. В случае ВАКИС оно носит вообще условный характер. В качестве элементов следует рассматривать структуры, выступающие в СИМО в роли субалтернов, заполняющих локусы. В связи с тем, что одна и та же структура может быть в одном случае субалтерном, в другом представлять собой целую систему субалтернов, понятие элемента оказывается относительным. Например, при решении одних проблем понятие “фрезерный станок” может использоваться как элемент, а при решении других как составной объект.

Такая лабильность формальных средств описания имеет большое положительное значение. Именно она позволяет вычлени из системы нужный аспект рассмотрения. Понятия сигнала и элементарного действия применимы только в рамках некоторой информационной структуры ВАКИС и определенного соотношения объектов. При работе мозга часто имеет место изменение сигнального значения, связанное с изменением постановки проблемы. Это не только не исключает возможность построения общей теории, но и способствует универсальному использованию формального аппарата при изучении взаимодействия. Всякое другое определение элементов, данное вне связи с взаимодействием, оказалось бы слишком жестким, малоподвижным.

Определение понятий “сигнал” и “действие”, как основы взаимоотношения двух систем, может быть дано только исходя из понятия структуры (ИБС). Сигналом для системы *A* при ее взаимодействии с системой *B* мы будем называть воздействие, приводящее к изменению одного единственного элемента ИБС. Элементарным действием системы *A* по отношению к *B* мы будем называть влияние *A*, приводящее к элементарному изменению ИБС системы *B*.

Описанные типы структур в реальной действительности оказываются вовлеченными в сложные процессы взаимодействия, так при работе мозга материалом преобразования служат ИСОД. Все правила, законы переработки информации записаны на языке ВАКИС. Для построения новых алгоритмов также важна переработка информации, записанной на ВАКИС. При анализе явления иммунитета общие для всех растений механизмы описываются на ВАКИС. Конкретные процессы, актуальные для

данного вида и включающие название определенных химических веществ – на ИСОРД. При рассмотрении реальных объектов используются оба эти языка. Обычное описание закономерностей и процессов определяется как на ИСОРД, так и на ВАКИС. Оно должно отражать как общие законы, так и конкретную специфику явления. Структура ИСОРД может иметь несколько уровней абстракции в описании.

Основные конструкции

При развитии теории СИМО были описаны типичные структуры, их свойства, правила их взаимодействия и те новые явления, которые возникают в системах этого типа. Были исследованы процессы, возникающие в сложных конструкциях. При использовании теории СИМО для решения конкретных задач и построения частных отделов теории в различных областях биологии и медицины осуществлялось описание новых объектов на “языке” теории. После этого оказывалось возможным применение того или иного раздела теории СИМО к решению частной задачи. Результаты анализа переводились на конкретный язык той или иной области науки.

Большое значение имело выделение уровней и изучение структурных отношений, возникающих при их взаимодействии. При этом имело место установление соответствия между целой информационной структурой и одним единственным символом – кодовым названием. Этот символ становился элементом более высокого уровня. Структуры, на основе которых были образованы кодовые названия, составляют структуры i -го уровня. Структуры, которые образуются из кодовых названий, представляют собой структуры $(i+1)$ уровня. Следует отметить относительность этих понятий: структуры $(i+1)$ уровня можно сделать также объектом анализа и на их основе создать структуры более высокого уровня. В дальнейшем, уровень структуры обозначается индексом “ i ”. Обозначение θ_j^i соответствует j -ой структуре i -го уровня. Введение многоуровневых информационных структур приводят к образованию “комплексных структур”.

Для установления соответствия между θ^i и θ^{i+1} часто оказывается необходимым использование специальной процедуры, которая ставит в соответствие элементу θ^{i+1} ограниченное множество структур θ^i . Все эти структуры объединяет общее свойство, которое выражается в наличии сходства в системе структурных отношений, которое проявляется на $i+1$ уровне. Наличие уровня в структуре определяется тем, что элементу структуры θ^{i+1} соответствует не конечный, заранее определенных набор $\{\theta_j^i\}$, а множество любых структур, обладающих определенными свойствами, сформулированными на i -м уровне. Частным случаем таких отношений является формирование специальной *процедуры опознания*, позволяющей установить принадлежность θ_j^i структуре θ^{i+1} . Система опознания позволяет каждый раз устанавливать соответствие элемента структуры $i+1$ уровня структуре и/или элементу структуры i -го уровня. Она может иметь различный характер.

Исследование информационных структур, возникающих в результате применения описанных операций, привело к выводу о наличии *свойства порождения* структурой θ^{i+1} множества частных реализаций θ_j . В связи с этим была определена *процедура порождения* из структуры $i+1$ уровня множества структур i -го уровня – частных реализаций структуры $i+1$ уровня. Благодаря наличию соответствия между элементами θ^{i+1} и $\{\theta_j^i\}$ оказывается возможным, исходя из θ_j^{i+1} , с помощью специальной процедуры построить множество θ_j^i .

Комплекс, состоящий из θ^{i+1} , называемой “базовой структурой” ($P_{ob}\theta$) и специальной процедуры построения частных реализаций – процедуры порождения ($P_{or}\theta$), называется *порождающей структурой* ($P_o\theta$).

Частные реализации, являющиеся результатом порождающей структуры, называются *порождаемыми структурами* ($P_{om}\theta$). Для порождения подмножества частных реализаций или одной единственной реализации задаются специальные ограничения, названные *конкретизирующими структурами* ($P_{ok}\theta$). Для обозначения соотношения

между порождающими и порождаемыми структурами вводится знак \rightarrow . Запись $P_o\theta^{i+1} \rightarrow \{P_{om}\theta_j^i\}$ означает, что между структурой $P_o\theta^{i+1}$ и множеством $P_{om}\theta_j^i$ установлено соотношение порождающей и порождаемых структур (частных реализаций).

Устанавливаемое структурное соотношение позволяет ввести специальные операции над таким комплексом. Процесс построения частных реализаций структуры $P_o\theta^{i+1}$ носит название операции процедуры перехода с $i+1$ -уровня на i -й уровень и обозначается знаком \rightarrow . Запись $P_o\theta^{i+1} \rightarrow \{P_{om}\theta_j^i\}$ означает отыскание $\{P_{om}\theta_j^i\}$ по заданной $P_o\theta^{i+1}$ и заданному соотношению между θ^{i+1} и структурами i -го уровня ($P_{or}\theta$).

Следующий тип отношений – соотношение перерабатываемой и перерабатывающей структуры. *Перерабатывающая структура* ($P_e\theta$) позволяет преобразовывать структуру перерабатываемой информации ($P_{em}\theta$). Результат такого преобразования обозначим $R_t\theta$ или $P_{en}\theta$. Каждая перерабатывающая структура преобразовывает определенное подмножество структур. Это подмножество носит название *области определения* ($P_{ed}\theta$).

В соотношении управляющей ($U_r\theta$) и управляемой структуры ($U_{rm}\theta$), кроме этих двух структур, должно быть дано описание *характера управления* ($U_{rh}\theta$).

Формально определены операции и процедуры, которые типичны для каждого случая, выведены общие положения, которые характеризуют эти соотношения. Таким образом, имеются широкие возможности для рассмотрения проблем взаимоотношения структур друг с другом.

Введем определение понятия “осуществление ИС”. Информационная структура может быть передана от одной системы к другой, зафиксирована в определенной системе. При этом реализация в физико-химических (субстратных) системах может быть различная. В случае осуществления ИС она должна быть реализована в специальной физико-химической системе (и не только физико-химической), допускающей воздействия извне и ответные реакции. При этом на основе осуществления ИС возникает конкретное поведение системы (частные реализации). Каждая ИС в случае своего осуществления может “породить” некоторое множество различных форм поведения. В случае функционирования комплексных ИС свойство порождения проявляется в более сложной форме, оно использует отношение реализуемых и реализующих, порождаемых и порождающих структур.

При анализе сложных форм деятельности возникает необходимость выделения и исследования более сложных структур, состоящих из некоторой совокупности БТК. Такие более сложные структурные организации носят название комплексных информационных конструкций (КИК).

При преобразовании комплекса ЭТК в БТК и КИК большое значение имеет “наложение” на структуру одного из базовых информационных заданий. Приведем их перечень.

I. Задана информационная конструкция и определено состояние некоторых ее частей. Требуется определить состояние других. Например,

- задан список частных реализаций $\{P_{em}\theta_j^i\}$. Найти порождающую их структуру $P_o\theta^{i+1}$.
- Задана порождающая структура. Найти частную реализацию, удовлетворяющую некоторой системе требований. Обычно в области математики такое отношение определяется на основе введения неизвестного (x, y, \dots). Частным случаем является задание: выяснить количественные характеристики каких-то параметров (...).

II. Найти процедуру перехода от одного состояния определенной части конструкции КИК или БТК к другому.

III. Определить последствия воздействия новой заданной структуры на различные части конструкции (КИК или БТК).

IV. Поддержание на неизменном уровне одного или нескольких частей структуры.

V. Имеется список элементов структуры, которые должны иметь заданное, например, максимальное значение. Требуется найти такие сочетания значений других элементов, при которых это задание реализуется. Существенными подклассами являются:

- найти такие значения элементов структуры, при которых некоторые, заранее определенные элементы приобретут максимальное значение в условиях, когда значение других первоначально определенных элементов не будет превосходить заданной величины.
- Найти условия, в которых ряд элементов структуры приобретает заданное значение с учетом различных весовых коэффициентов элементов конструкции.

VI. Получение некоторого заданного состояния элемента структуры. Такие информационные задачи обычно объединяются под общим названием “решение проблем” или “принятие решений”.

- Найти способ получения нового состояния элемента структуры. Выявленные процедуры будут использоваться в течение длительного времени. В этом случае, естественно, важно минимизировать структуру стандартных процедур получения искомого состояния элементов.
- Получить некоторое состояние элемента только один раз. Применяется алгоритм, рассчитанный на минимизацию времени поиска первого получения нового состояния.
- В виде особого типа информационного задания могут быть выделены такие условия, в которых конечное состояние дается только на θ^{i+1} .

VII. Создание теоретических моделей организации исследуемого объекта. В этом случае чаще всего ставятся некоторые цели, для которых предполагается использование создаваемой модели. Эти цели определяют аспект рассмотрения. Они позволяют абстрагироваться от многих существенных свойств объекта и создавать более узкие абстрактные системы для его описания. Такие задания весьма актуальны в процессе научно-исследовательской деятельности человека.

VIII. Построение новой системы по заданным извне свойствам на основе использования структур ЭТК.

На различных комплексах ЭТК реализуются описанные типы заданий. Таким образом, возникает множество информационных задач и идет формирование БТК.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ ЭВОЛЮЦИОННОГО ПРОЦЕССА

Выводы о сложной организации генотипа и связей его с фенотипом подтверждаются и другими данными современной биологии. Э.Майр писал: “Наши представления о связи между геном и признаком подверглись тщательному пересмотру, и фенотип все в большей степени рассматривается не как мозаика отдельных признаков, контролируемых генами, но как совокупный продукт сложной взаимодействующей системы — целого эпигенотипа” (Э.Майр, 1968). Вместе с тем используемые в биологии методы не могли дать расшифровки конкретных механизмов, лежащих в основе осуществления влияния генов на фенотипе, как сложного целого эпигенотипа. Эта проблема была решена на основе использования теории СИМО.

В результате проведенного исследования была создана новая концепция об информационно-структурной организации генотипа. Она предусматривала наличие в нем специальных систем порождающих, реализующих структур, обеспечивающих возникновение мутаций на различных уровнях порождающих систем.

В конечном итоге, были раскрыты те системы процессов, которые лежат в основе эволюции и действительно могут приводить к формированию новых в качественном отношении механизмов. Таким образом, была построена теоретическая концепция. Для её подтверждения были привлечены уже полученные ранее экспериментальные данные.

Удалось показать, что рассмотренные данные подтверждают созданную концепцию. Было показано, что механизмы эволюции слагаются из следующих факторов. В живой клетке оказались реализованными следующие основные процессы:

- а) процесс перехода от порождающей структуры к системе частных реализаций,
- б) процесс перехода от частных реализаций к порождающей структуре,
- в) процесс выработки новых $P_0\theta^{i+m}$ на основе множества $\{\theta_j^i\}$,
- г) следовало допустить, что ДНК играет роль не только “молекулярной памяти”, но и роль “системы знаний”, роль основы для реализации осуществления алгоритмов,
- д) ДНК должна реализовать основные операции над элементарными информационными структурами.

Эти процессы реализуются на биохимической основе ДНК-РНК-белок. (Однако они не сводимы к биохимическим явлениям). Из этих основных процессов слагается работа реализующих, порождающих и перерабатывающих структур. На различных их уровнях возникают мутации. В генотипе должны быть записаны и алгоритмы.

В целом основные механизмы эволюции реализуются только в процесс взаимодействия вида и внешней среды. Поэтому приведенные выше описания генотипа составляют лишь предпосылки к этому основному процессу.

При взаимодействии систем организмов со средой возникают описанные выше БТК и на них реализуется процесс эволюции. При этом решающее значение в эволюции имеют следующие процессы. В сложной организации ядра клетки осуществляется не только процесс случайных мутаций, но и процесс построения новых композиция частных реализаций ($\sum_m \theta_{m,j}^i$) из системы порождающих информационных структур $\sum_m P_0\theta_m^{i+k}$.

Эти композиции становятся основой формирования новых конкретных признаков и передаются по наследству. Такой процесс может приводить к порождению различных механизмов и целостных систем, объединяющих различные комбинации частных реализаций. В этом случае возможен отбор целостных вариантов механизмов.

При постепенном изменении условий среды, например, при переходе к жизни на суше, связанным с развитием легких, решающее значение приобретает процесс замены порождающих $P_0\theta^{i+3}$. В этом случае реализуется работа следующей процедуры: из числа уже имеющихся в системе знания ДНК порождающих структур $\{P_0\theta_l^{i+3}\}$ находится $P_0\theta_l^{i+3}$ такая, которая порождает структуру $(P_0\theta_l^{i+3} \rightarrow e_M)$ при условии, что e_M не вступает в противоречие с θ_{EV}^{i+1} ($e_M \neq \theta_{EV}^{i+1}$) и e_M является взаимозамещаемой с e_N . (элементом структуры, который вступает в противоречие с θ_{EV}^{i+1}).

В данном случае взаимозамещаемость элементов структуры понимается как возможность замещения элементов при сохранении всех отношений целостного механизма с другими механизмами. При этом структура θ_{EV}^{i+1} получена из θ_{SI}^{i+1} путем замены элемента e_N элементом e_M . Условие взаимозамещаемости выражается требованием сохранения структуры θ_S^{i+2} , порождающей θ_{SI}^{i+1} и θ_{S2}^{i+1} , которая определяет все связи механизмов θ_{SI}^{i+1} и θ_{S2}^{i+1}) с другими механизмами.

Подробное описание используемых процедур, обеспечивающих функционирование, дается в специальных сообщениях (Н.В.Целкова, 1974, А.В.Напалков, Н.В.Целкова, 1974, 1975). Анализ биохимической организации живой клетки привел к выводу о возможности реализации в её деятельности этих информационных процессов. Для подтверждения вывода были привлечены данные современной биохимии и молекулярной биологии.

Следует специально подчеркнуть, что в результате структурно-информационного анализа удастся придти к построению принципиально новых концепций и к раскрытию действительно эффективных механизмов эволюции. В то же самое время эти механизмы описываются не на языке уже развитых отделов биологии и математики, а требуют привлечения специальной категории абстрактных понятий (понятия типа “реализующих”, “порождающих” структур). Следовательно, речь идет о построении и использовании

теории нового типа. Можно говорить о создании структурно-информационной многоуровневой теории биологической эволюции или коротко СИМ-теории эволюции.

СИМ-теория эволюции может быть также использована для анализа различных условий осуществления типов эволюционного процесса. Так были рассмотрены различные более частные условия, определяющие эволюционный процесс и, в частности:

- а) образование новых целостных механизмов (араморфоз),
- б) последовательное развитие организации, определяемое постепенным изменением условий,
- в) специализированное приспособление к специфической среде обитания, которое ведет к регрессу в сложности организации и закрывает пути для дальнейшей эволюции.

Для каждого из этих случаев было осуществлено построение идеальной модели процессов.

Эти модели могут иметь большое значение для решения ряда проблем. Например, известны принципы эволюционного развития различных конкретных видов организма. В одних случаях имеет место араморфоз, связанный с появлением сложных, качественно новых механизмов, в других случаях процесс эволюции идет по пути более полного приспособления к условиям жизни. Наличие таких специализированных приспособлений часто закрывает пути к дальнейшей эволюции, связанной с приспособлением к новым условиям. Это обуславливает вымирание отдельных видов в различные исторические периоды.

На основании построения теоретических моделей эволюции все эти явления могут быть изучены значительно более полно, в частности, могут быть выявлены и формально описаны те структурные соотношения, которые приводят к невозможности дальнейшего приспособления к изменяющимся условиям; условия, в которых возможны качественные скачки, выражающиеся в формировании новых целостных механизмов и т.д. Таким образом, прослеживая эволюцию различных видов в процессе изучения филогенеза, можно не только констатировать уже обнаруженные факты, но заранее прогнозировать процесс вымирания или наоборот, расцвета в жизни того или иного вида и затем сравнивать полученные фактические данные с теоретическими прогнозами.

Путь доказательства справедливости этой концепции является несколько необычным для биологических исследований. Однако он соответствует широко используемым в других областях методам и основан на том, что, исходя из общей теории, были построены гипотезы, которые объясняли механизмы целого ряда явлений. После этого было показано, что на основе концепции можно сделать прогнозы, которые совпадают с полученными результатами опытов.